

הפקולטה להנדסה

הפקולטה להנדסה

דקאן

ד"ר יוסף בן עזרא

רכזת דיקאן הפקולטה ולימודי מוסמכים : מירי אסיאס

ראשי תחומים

ראש תחום מערכות הספק ואנרגיות חלופיות ד"ר יובל בק

ראש תחום הנדסת תקשורת: פרופ' אורי מחלב

ראש תחום בקרה ורובוטיקה: ד"ר אלי גרשון

ראש תחום ביו הנדסה: ד"ר רונן שושניק

ראש תחום מיקרואלקטרוניקה וננוטכנולוגיה: ד"ר אלכס אקסלביץ

ראש תחום מערכות משובצות מחשב: ד"ר מיכאל וינוקור

ראש תחום אלקטרואופטיקה ועיבוד תמונה: ד"ר בוריס אפטר

מבוא

הפקולטה להנדסה היא הפקולטה הגדולה ביותר במכון טכנולוגי חולון. כיום לומדים בפקולטה כ-1,350 סטודנטים לתארים ראשון ושני.

הפקולטה להנדסה מקיימת תכנית לימודים לתואר ראשון בהנדסת חשמל אלקטרוניקה בשבעה תחומי התמחות: ביו הנדסה, אלקטרואופטיקה ועיבוד תמונה, מיקרואלקטרוניקה וננו טכנולוגיה, בקרה ורובוטיקה, הנדסת תקשורת, מערכות הספק ואלקטרוניקת הספק (זרם חזק) ומערכות משובצות מחשב. בתכנית הלימודים לתואר השני מתקיימים שלושה מסלולי התמחות: א. מערכות הספק ואלקטרוניקת הספק ב. הנדסת תקשורת ג. אלקטרואופטיקה ועיבוד תמונה.

מטרות הפקולטה

המטרות העיקריות של הפקולטה להנדסה הן:

א. הכשרת סטודנטים לתואר ראשון ולתארים מתקדמים בהנדסה, ברמה הנדרשת בתעשיות המתקדמות.

ב. ביצוע מחקרים על ידי סגל הפקולטה והשגת קרנות מחקר.

ג. הפעלת מעבדות להוראה ולמחקר, כאשר לסטודנטים ניתנת האפשרות להשתלב במחקרים של חברי הסגל.

ד. בניית קשרי גומלין עם תעשיות החשמל, האלקטרוניקה והתקשורת בארץ.

הלימודים בפקולטה להנדסה משלבים שיטות אקדמיות קלאסיות - הרצאות, תרגול, מעבדות ופרויקטים - עם גישות מודרניות של למידה עצמית וקבוצתית ולמידה באמצעות האינטרנט, שימוש במכשירי מדידה חדישים, המצויים במפעלי היי-טק מן המתקדמים; וכן ביצוע סימולציות ותהליכי אופטימיזציה, הנדרשים ממהנדסי מחקר ופיתוח.

הסגל האקדמי

כיום בפקולטה להנדסה מלמדים כ-60 אנשי סגל אקדמי ומרצים מן החוץ. להלן רשימת חברי הסגל בפקולטה:

פרופ' גדי גולן	ד"ר יוסף בן-עזרא	ד"ר מיכאל וינוקור	ד"ר מאיר ארבל
פרופ' אהרן פלד	ד"ר אלכס אקסילביץ	ד"ר נוגל טירר	ד"ר עמוס ברדע
פרופ' אדריאן יינוביץ	ד"ר בוריס אקסלרוד	ד"ר דוד יצחק	ד"ר אמיר הנדלמן
פרופ' מוטי חרדים	ד"ר בוריס אפטר	ד"ר בוריס למבריקוב	מר מיכאל גנקין
פרופ' אורי מחלב	ד"ר דרור לדרמן	ד"ר רונן שושניק	מר דרור מלכה
פרופ' נינה מירצ'ין	ד"ר יובל בק	ד"ר דן קצין	מר משה שגיא
פרופ' חיים מצנר	ד"ר אלי גרשון	ד"ר דוד דהן	גב' ראיסה מרגולין

הסגל המינהלי בפקולטה

ראש מינהל הפקולטה להנדסה: אינג' יצחק בעל צדקה

רכזות הפקולטה להנדסה

רכזת תחומים מערכות הספק ואלקטרוניקה: טובית רוטש

רכזת תחום תקשורת: אסתי טל

רכזת דקאן הפקולטה ולימודי מוסמכים: מירי אסיאס

מהנדסי מעבדות

מנהל המעבדות: יצחק בעל צדקה (M.Sc.)

מרכז מעבדות תקשורת: שמשון לוי (B.Sc.)

מהנדס מעבדות אלקטרוניקה: מאיר זגון (B.Sc.)

מהנדס המעבדה לחשמל: איגור סמקובסקי (M.sc)

מהנדס מעבדות תקשורת: יורי יורצ'נקו

מהנדס מעבדות תקשורת: שגב זרקובסקי (B.Sc.)

תחומי מחקר והוראה של הסגל האקדמי התקני

שם	דרגה	תחומי מחקר והוראה
אהרן פלד	פרופ' מן המניין	אלקטרואופטיקה, לייזרים ויישומם, טכניקות של מיקרואלקטרוניקה
אדריאן יוינוביץ	פרופ' מן המניין	אלקטרוניקת הספק, ממירי מתח וזרם, ממיר מיתוג
גדי גולן	פרופ' חבר	מיקרואלקטרוניקה ושכבות דקות, התקנים פוטו-וולטאים
עוזי אפרון	פרופ' מן המניין	מערכי הדמיה, מערכי מעבדים מקביליים
נינה מירצ'ין	פרופ' חבר	מודלים מתמטיים, תהליכי תובלה חשמלית, התפשטות גלים, עיבוד תמונה
אורי מחלב	פרופ' חבר	אלקטרואופטיקה, תקשורת ספרתית ואופטית
מוטי חרדים	פרופ' חבר	תקשורת רדיו, תקשורת אופטית, פוטוניקת מיקרוגל
חיים מצנר	פרופ' חבר	אנטנות מיקרוסטרפ, פיזור גלים, מקרנים איזוטרופיים
יוסף בן-עזרא	מרצה בכיר	התקני מל"מ לתקשורת אופטית, אופטיקה לא-ליניארית, תופעות לא-ליניאריות במל"מ, תופעות כאוטיות, מבנים פרקטליים
בוריס למבריקוב	מרצה בכיר	מל"מ, גלים אלקטרומגנטיים, אופטיקה לא-ליניארית
בוריס אפטר	מרצה בכיר	אלקטרואופטיקה
אלי גרשון	מרצה בכיר	בקרה ושערוך בתנאי אי ודאות דטרמיניסטיים וסטוכסטיים, בקרה של מערכות ביולוגיות ורפואיות
בוריס אקסלרוד	מרצה בכיר	מערכות הספק אלקטרוניות, חקר ופיתוח אינורטורים ac-ac לשימושים תעשייתיים שונים
מיכאל וינוקור	מרצה בכיר	מערכות משובצות מחשב
יובל בק	מרצה בכיר	שדות אלקטרומגנטיים ומערכות הספק
נונל טירר	מורה בכיר	מערכות ממוחשבות
אלכס אקסלביץ	מרצה בכיר	טכנולוגיות המיקרואלקטרוניקה, חקר תכונות פיזיקליות של שכבות דקות, התקנים פוטו-וולטאים
דוד דהן	מרצה	תקשורת ספרתית ואופטי
מאיר ארבל	מרצה	
אמיר הנדלמן	מרצה	אלקטרואופטיקה ועיבוד תמונה
דרור לדרמן	מרצה	אותות ומערכות
עמוס ברדע	מרצה	טכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה ושכבות דקות
דוד יצחק	מורה משנה ב'	תכנון VLSI

תשתית המעבדות בפקולטה להנדסה

המעבדות

במשך השנים התפתחה בפקולטה להנדסה, בפרט, ובמכון, בכלל, תשתית מעבדתית רחבה, העומדת בכל הדרישות של מוסד להשכלה גבוהה בתחומים של ההנדסה והטכנולוגיה. המכון משקיע מדי שנה סכומים ניכרים לחידוש הציוד הנדרש ולהשלמתו, כך שהמעבדות מצוידות בציוד חדיש העומד לרשות הסטודנטים.

רשימת המעבדות בפקולטה להנדסה

א. מעבדות הוראה בסיסיות לסטודנטים

1. מבוא להנדסת חשמל
2. מעבדה למיקרובקרים
3. רכיבים לוגיים
4. מעבדה להתקנים אלקטרוניים
5. מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית
6. בקרה אוטומטית
7. תקשורת תקבילית
8. המרת אנרגיה
9. פרויקט גמר לתואר ראשון

ב. מעבדות התמחות לסטודנטים ולמחקר

1. המרת אנרגיה
2. מעבדה לאנרגיות חלופיות
3. טריבולוגיה
4. אלקטראופטיקה
5. מעבדה מתקדמת לבקרה
6. מיקרופרוססורים
7. אלקטרוניקת הספק
8. מיקרואלקטרוניקה ושכבות דקות
9. עיבוד אותות - DSP
10. תקשורת נתונים
11. תקשורת ספרתית
12. טכניקות קליטה שידור
13. RF
14. אנטנות
15. מיקרוגלים
16. תאימות אלקטרומגנטיות
17. תקשורת אופטית
18. מעבדה למכשור רפואי
19. מעבדה לאלקטראופטיקה לתואר שני
20. טכניקות מתח גבוה
21. מעבדה לתיכון רכיבים בעזרת VHDL
22. עבוד תמונה
23. מעבדה לעיבוד אותות פיזיולוגיים

ג. מעבדות בפקולטות אחרות העומדות לרשות הפקולטה

1. מעבדה בפיסיקה 1 ו-2

ד. מעבדות מחקר

בפקולטה פועלות מעבדות מחקר, המאפשרות לאנשי הסגל לבצע את מחקריהם ומהוות תשתית מוצקה להשגת מענקי מחקר ממוסדות ממשלתיים ומקרנות מחקר לאומיות ובינלאומיות.

1. המעבדה למיקרואלקטרוניקה ושכבות דקות
2. המעבדה לאלקטרואופטיקה ולייזרים
3. המעבדה למחקרים בתחום זרם חזק
4. המעבדה למחקרים באלקטרוניקת הספק ומעגלי מיתוג
5. מעבדה של מיקרוסקופ אלקטרוני-סורק
6. המעבדה ל- Opto-ULSI
7. המעבדות לאנטנות RF ומיקרוגלים
8. מעבדת פוטוניקה מיקרוגל
9. מעבדה לתקשורת אופטית
10. מעבדה לאנרגיות חלופיות

התכנית לתואר ראשון (B.Sc.) בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה

רציונל התכנית

תעשיות האלקטרוניקה, התקשורת והחשמל בישראל נמצאות בעיצומו של תהליך גידול, הרחבה ושיפור בשנים האחרונות. חלק משמעותי מגידול זה מושקע במאמצי פיתוח של מוצרי אלקטרוניקה ותקשורת וכן תחומי טכנולוגיה חשובים נוספים צפויים להמשיך ולהתפתח באופן מואץ, זאת גם במהלך 20 השנים הבאות, הן בתעשייה והן בשירותים, וסביר שיתבססו בעתיד הקרוב על טכנולוגיות מתקדמות יותר.

בשל מגמות אלו במשק הישראלי, הפער בין הביקוש למהנדסי פיתוח בתחומי האלקטרוניקה, תקשורת והחשמל לבין ההיצע גדל והולך. עדויות לפער זה ניתן למצוא בהתרחבותן של תכניות ההשכלה וההסבה שמציעה התעשייה, עם או ללא שיתוף האקדמיה. הפקולטה להנדסה הוקמה מתוך צפיית הצרכים העתידיים של תעשיית החשמל, האלקטרוניקה והתקשורת בארץ ובעולם.

לפיכך, היעד העיקרי של הפקולטה הוא להכשיר בוגרים, אשר עם סיום לימודיהם ישתלבו, דהיינו, יתרמו בתעשייה ובמערכות מתקדמות בארץ. בהתאם לכך, תכנית לימודים זו מקנה לסטודנטים השכלה רחבה בתחומים שונים של חשמל, אלקטרוניקה ותקשורת, כגון: מערכות משובצות מחשב, חשמל-זרם חזק, אלקטרוניקה, בקרה, אלקטרו אופטיקה, אלקטרומגנטיות, קרינה ותקשורת.

השלב הראשון בתכנית הלימודים מתמקד בהקניית ידע מעמיק במדעים, כמקובל בפקולטות להנדסה בארץ, כגון: פיסיקה, מתמטיקה ותכנות. שלב זה מתפרס על פני שלושת הסמסטרים הראשונים.

השלב השני, המתפרס על פני שלושת הסמסטרים הבאים, בהם נחשף הסטודנט למקצועות היסוד העיקריים בתחומי החשמל, האלקטרוניקה והתקשורת.

השלב השלישי, מתפרס בעיקר על פני שני הסמסטרים האחרונים, שלב זה כולל הרחבה והעמקת הידע בהתמחויות שונות בתחומי החשמל, האלקטרוניקה והתקשורת. בשלב זה לומד הסטודנט את המתודולוגיות, הטכנולוגיות והבעיות שבפניהן ניצבת התעשייה. נוסף על כך, רוכש הסטודנט ניסיון מעשי וידע עיוני, המאפשרים לו להשתלב בשטחי התעשייה השונים, הדרושים בתחומי החשמל, אלקטרוניקה והתקשורת. שלב זה כולל גם ביצוע פרויקט גמר מתקדם בהיקף שנתי.

דרישות לתואר ראשון

תכנית הלימודים בפקולטה להנדסה עונה על הדרישות והצרכים בהכשרת סטודנטים ברמה אקדמית המקובלת באוניברסיטאות בארץ ובח"ל. היא כוללת התמחות רחבה בתחומי החשמל, האלקטרוניקה והתקשורת.

תכנית הלימודים בהיקף של 161.5 נקודות זכות אקדמיות במקצועות המדעיים, ההנדסיים ובלימודים כלליים. התכנית משתרעת על פני ארבע שנות לימוד במסלול הרגיל ובמסלול הגמיש (ראה בהמשך).

חשיבות רבה ניתנת לביצוע פרויקט גמר, אשר יבוצע בהיקף של שש שעות במשך שני הסמסטרים האחרונים בשנה ד', שבו מיישמים הסטודנטים את הידע שצברו בתחומי החשמל, האלקטרוניקה והתקשורת.

תחומי התמחות

תכנית הלימודים לתואר ראשון של הפקולטה להנדסה מציעה לסטודנטים התמחות חלקית כבר בלימודי התואר הראשון.

על פי הנחיות המועצה להשכלה גבוהה, תעודת התואר שמעניק המכון אחידה לכל הסטודנטים. התעודה מציינת את התואר "B.Sc. בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה".

את תחומי הלימוד ניתן לזהות לפי רשימת הקורסים המופיעים בגיליון הציונים הרשמי של הסטודנט בסיום לימודיו.

הפקולטה להנדסה מציעה את תחומי הלימוד הבאים:

1. ביו הנדסה
2. אלקטרואופטיקה ועיבוד תמונה
3. מיקרואלקטרוניקה
4. בקרה ורובוטיקה
5. הנדסת תקשורת
6. מערכות הספק ואנרגיות חלופיות
7. מערכות משובצות מחשב

מבנה תכנית הלימודים

52.0 נ"ז	63 ש"ס	קורסי יסוד במקצועות מדעיים (מתמטיקה, פיסיקה ותכנות) קורסי יסוד הנדסיים קורסי ליבה ובחירה קורסי תשתית
64.0 נ"ז	76 ש"ס	
35.5 נ"ז	47 ש"ס	
10.0 נ"ז	10 ש"ס	
161.5 נ"ז	196 ש"ס	סה"כ שעות ונקודות זכות לתואר ראשון

הגדרות

קורס יסוד - קורס בסיסי בלימודי ההנדסה. מהווה קורס חובה לכלל הסטודנטים בפקולטה.

קורס ליבה - קורס בסיסי בתחום הלימודים שנבחר ע"י הסטודנט. מהווה קורס חובה רק לסטודנטים שבחרו בתחום ספציפי מתוך שלושת התחומים

קורס בחירה - קורס שהסטודנט יכול לבחור לפי תחום התעניינותו מתוך טבלת קורסי הבחירה כולל קורסים שאינם מתחום הלימוד שבו בחר.

קורסי תשתית - קורסים להשכלה כללית שאינם מתחום לימודי ההנדסה

תיאור הקורסים בכל תחום מופיע בטבלאות בהמשך. בכל אחד מהתחומים למעט תחום "מערכות הספק ואנרגיות חלופיות" 3 קורסי ליבה ושתי מעבדות שהם חובה בתחום. מעבר לכך הסטודנט צריך ללמוד 5 קורסי בחירה ושתי מעבדות בחירה. את קורסי הבחירה ומעבדות הבחירה ניתן לבחור

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידיעון תשע"ה](#)

מתוך רשימת קורסי הבחירה של אותו תחום או מתוך קורסי הבחירה והליבה של התחומים האחרים ובתנאי שיש לסטודנט את דרישות הקדם לקורס שבחר.

תחום "מערכות הספק ואנרגיות חלופיות" הינו תחום עם דרישות מיוחדות לסטודנטים המעוניינים ברישום בפנקס המהנדסים במדור "זרם חזק" ובקבלת רישיון עבודה ממשלתי "חשמלאי-מהנדס". הסטודנט מחויב ללמוד את כל שרשרת הקורסים המוכתבים ע"י רשם המהנדסים לצורך הזכאות לרישום בפנקס המהנדסים במדור "זרם חזק".

סטודנט רשאי לבחור במסלול "מערכות הספק ואנרגיות חלופיות" וללמוד רק חלק מהקורסים, אולם אז לא יוכל להירשם במדור זרם חזק ולא יהיה זכאי לקבל רישיון עבודה ממשלתי בתחום החשמל "זרם חזק".

בחירת תחום לימודים

1. לקראת סיום שנת הלימודים השנייה בפקולטה להנדסה על הסטודנט לבחור את תחום הלימודים אליו הוא רוצה להשתייך.
2. הפקולטה להנדסה מחייבת בחירת תחום לימודים עיקרי אחד. הסטודנט מחויב ללמוד בתחום העיקרי שבחר לפחות את קורסי הליבה. מעבר לקורסי הליבה שבתחום, הסטודנט רשאי לבחור כל אחד מקורסי הבחירה המוצעים בתחום שבחר או בכל אחד מהתחומים האחרים, כולל מקורסי הליבה של התחומים האחרים ובתנאי שעמד בדרישות הקדם לכל קורס שבכוונתו ללמוד.
3. בסמסטר הראשון של שנת הלימודים השלישית, על בסיס הרישום המוקדם לתחומי ההתמחות, תודיע הפקולטה על תחומי הלימוד שייפתחו.
6. תחום שלא נרשמו אליו מספיק סטודנטים לא ייפתח באותה שנת לימודים אך הפקולטה שומרת לעצמה את הזכות להציע קורס(ים) מהתחום בתור קורסי בחירה ללומדים בתחומים האחרים.
7. אם מספר הסטודנטים הנרשמים לתחום מסוים גדול מקיבולת התכנית, הפקולטה תרשום סטודנטים לתחום לפי קריטריוני סף קבלה נאותים.
8. הפקולטה להנדסה תפרסם רשימה של קורסי ליבה וקורסי בחירה, שיתקיימו באותם תחומים שייפתחו. עם זאת, הפקולטה שומרת לעצמה את הזכות לערוך שינויים בתכניות הלימודים של התחומים, אם יתקיימו אילוצים שיחייבו זאת.
9. סטודנט יבחר בנושא לפרויקט גמר לקראת סוף השנה השלישית ללימודיו. פרויקט הגמר יהיה בנושא הקרוב לתחום שבחר. הסטודנט יוכל לבצע פרויקט בתחום אחר רק לאחר קבלת אישור בכתב מהפקולטה. במידה והפרוייקט הוא רב תחומי תהיה הנחיה משותפת של שני מנחים מהתחומים הרלוונטיים. ראה הנחיות לפרוייקט הגמר.
10. כללים אלה חלים על כלל הסטודנטים בפקולטה לתואר B.Sc. כולל הלומדים במסלול הגמיש .

פירוט תכנית הלימודים לפי סמסטרים ולפי תחומים

1. תכנית הלימודים של הפקולטה כוללת את התחומים הבאים:

- א. מקצועות המדעים, בעיקר מתמטיקה ופיסיקה, ברמה ובהרכב המקובלים בפקולטות להנדסה בארץ - הנלמדים בסמסטרים 1-3.
- ב. מקצועות היסוד בחשמל-אלקטרוניקה, שבהם לומד הסטודנט נושאים בסיסיים בתחומי החשמל והאלקטרוניקה, הנלמדים בסמסטרים 3-5.
- ג. מקצועות מתקדמים בחשמל אלקטרוניקה ותקשורת, המהווים מקצועות ליבה ובחירה בהתאם לתחומי ההתמחות שהסטודנט בחר - הנלמדים בסמסטרים 6-8.

2. מקצועות היסוד והמקצועות המתקדמים העיקריים:

מקצועות היסוד: מבוא למערכות ליניאריות, אותות ומערכות, מוליכים למחצה, מבוא להנדסת חשמל, עבוד אותות ספרתי, מעגלים ספרתיים, שדות אלקטרומגנטיים, מיתוג ותכנון הלוגי, מעגלים אלקטרוניים ליניאריים, אותות אקראיים, גלים ומערכות מפולגות, בקרה ועוד.

בתחום ביו הנדסה נלמדים הקורסים: אנטומיה של גוף האדם, פרקים נבחרים בכימיה וביולוגיה, עקרונות מכשור רפואי, ביולוגיה של תא האדם, עיבוד נתונים ביולוגיים, עיבוד אותות פיזיולוגיים ועוד.

בתחום אלקטרואופטיקה נלמדים הקורסים: יסודות ההנדסה האופטית, מבוא לאלקטרואופטיקה ואופטיקה מודרנית, עיבוד תמונה, מבוא ללייזרים ומגבירי אור ועוד.

בתחום מיקרואלקטרוניקה נלמדים הקורסים: טכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה, טכנולוגיה של שכבות דקות, טכנולוגיות VLSI, תכן שבבי VLSI ועוד.

בתחום בקרה ורובוטיקה נלמדים הקורסים: בקרה אוטומטית מתקדמת, מבוא לבקרה ליניארית, מבוא לרובוטיקה ועוד.

בתחום הנדסת תקשורת נלמדים הקורסים: הנדסת תקשורת א, הנדסת תקשורת ב, טכניקות קליטה ושידור, מערכות אלחוט עדכניות, תקשורת אופטית, רשתות מחשבים, מבוא לתורת הצפינה עבוד אותות ספרתי, נושאים מתקדמים באינטרנט, תקשורת לוויינים, תקשורת סלולרית, עבוד אותות שמע ודבור, מעגלי RF, תקשורת רחבת סרט ועוד.

בתחום אנרגיה ומערכות הספק נלמדים הקורסים: מערכות הספק א ומערכות הספק ב, הינע חשמלי, התקני מתח גבוה ונמוך, טכניקות מתח גבוה, מערכות הספק אלקטרוניות ועוד לפי המפורט בתחום "אנרגיה ומערכות הספק".

בתחום אנרגיות חלופיות ומערכות הספק משולב בנוסף לקורסים בזרם חזק הנדרשים ע"י רשם המהנדסים, נלמדים גם קורסי בחירה בתחום אנרגיות חלופיות: מבוא לאנרגי חלופית, יסודות מדעיים באנרגיה חלופית, מערכות הספק לאנרגיה חלופית, מעבדה לאנרגיה חלופית ועוד.

בתחום מערכות משובצות מחשב נלמדים הקורסים: אלגוריתמים ומבנה נתונים, תכנון מערכות משובצות מחשב, תכנון חומרה באמצעות VHDL, ראייה ממוחשבת, מבוא לארכיטקטורת מחשבים ועוד.

לימודים במסלול הגמיש

תכנית הלימודים במסלול הגמיש מאפשרת לסטודנטים ללמוד ולעבוד בו-זמנית. התכנית מתאימה במיוחד לאנשי תעשייה וכוחות הביטחון, למורים במערכת החינוך הטכנולוגי, ולעובדי מוסדות מדעיים וטכנולוגיים. משך הלימודים במסלול הגמיש הוא ארבע שנים.

הלימודים מתפרסים על פני שלושה סמסטרים בשנה: סמסטר א' (סתיו), סמסטר ב' (אביב) וסמסטר ג' (קיץ). הסטודנט לומד בכל שבוע יום לימודים אחד ארוך ושני ימי לימודים מקוצרים בשעות אחר-הצהריים והערב.

המקצועות והמעבדות הנדרשות במסלול הגמיש זהים לחלוטין לאלה שבמסלול הרגיל.

סטודנט המעוניין ללמוד תחום מערכות הספק ואנרגיות חלופיות יוכל לעשות זאת במסלול הרגיל. סטודנט במסלול גמיש ישיי יוכל ללמוד תחום זה רק אם יש באפשרותו להגיע ללימודים יום נוסף בשעות הבוקר, עקב ריבוי קורסי החובה בתחום לא ניתן להתאים את פריסת הקורסים לשעות המוקצות למסלול גמיש.

סטודנטים בעלי תואר הנדסאי

סטודנט בעל דיפלומה של הנדסאי מבית-ספר להנדסאים, הנמצא בפיקוח של משרד החינוך או של משרד העבודה, זכאי לפטור מקורסים בתנאי שהציון הממוצע המשוקלל בדיפלומה אינו נמוך מ-80, ולא חלפו יותר מחמש שנים מתום לימודיו ועד קבלתו למכון. הזיכוי יהיה בהיקף שאינו עולה על סמסטר אחד, שהם כ-20 נ"ז, וזאת בתנאי שתואר ההנדסאי הוא בתחום ההתמחות של אחת מתחומי הלימוד בפקולטה להנדסה. הפטור הוא על בסיס אישי, והוא ייקבע על-ידי הפקולטה על בסיס

סילבוס הקורסים שלמד הסטודנט, ועל-פי הציונים שהשיג בהם. להלן בטבלה רשימת הקורסים שמתוכם יינתנו הפטורים:

קורס	שם הקורס	נ"ז	הקורס המעניק את הפטור
50008	מיתוג ותכנון לוגי	3.5	אלקטרוניקה ספרתית או תורת המיתוג והדפקים
50023	מעבדה ברכיבים לוגיים	1.5	מעבדת גרעין באלקטרוניקה או מעבדה במערכות ספרתיות
50005	מעבדה להנדסת חשמל	1.5	מעבדת גרעין באלקטרוניקה או מעבדת חשמל או מעבדה לחשמל ומדידות
50183	מעבדה להתקנים אלקטרוניים	1.0	מעבדת גרעין באלקטרוניקה או מעבדה באלקטרוניקה תקבילית
50016	מעגלים ספרתיים	3.5	אלקטרוניקה ספרתית ואלקטרוניקה תקבילית
50013	מערכות ספרתיות	3.5	מיתוג ותכנון לוגי
50184	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	1.5	מעבדת גרעין באלקטרוניקה או מעבדה באלקטרוניקה תקבילית
50028	מיקרופרוססורים	3.5	מחשבים ומחשבים זעירים/ או מיקרובקרים
50030	מעבדה במיקרופרוססורים	1.5	מעבדת גרעין במחשבים או מעבדה במחשבים ובמיקרו-מחשבים
60001	תכנות C	3.5	מחשבים ומיקרו מעבדים או תכנות מחשבים

קורסים ברמה מקבילה

סטודנט הלומד לתואר ראשון ראשי לקחת קורסים המוגדרים "קורסים ברמה מקבילה" ויוכל לקבל עליהם זיכוי בלימודים לתואר שני. סטודנט רשאי לקחת עד שני קורסים ברמה מקבילה לתואר שני וזאת בתנאי שהקורסים הללו הם מעבר למכסת 161.5 נ"ז הנדרשים לתואר ראשון.

קורסים ברמה מקבילה

50135 טכנולוגיה של שכבות דקות
 50154 בקרת מערכות חשמל
 50155 מבנה תחנות כוח והשנאה
 50112 עיבוד תמונה מתקדם
 51082- תקשורת אופטית לא ליניארית
 51090- תקשורת ספרתית מתקדם
 51071- מערכות תקשורת MIMO
 51277- רשתות מחשבים ב'
 50168 – מבוא לניורופרוטזות

קורסים ראשיים

חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים - 20151
 חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים - 20152
 פיסיקה 1 למהנדסים - 20148
 פיסיקה 2 למהנדסים - 20157
 מבוא להנדסת חשמל - 50090

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה](#)

- מבוא למערכות ליניאריות - 50009
- שדות אלקטרומגנטיים - 50015
- אותות ומערכות - 50014
- אותות אקראיים - 50074
- יסודות מוליכים למחצה - 50003
- התקני מוליכים למחצה - 50006
- עבוד אותות ספרתי - 50060
- בקרה א' - 50018
- מעגלים אלקטרוניים ליניאריים - 50011
- גלים ומערכות מפולגות - 50046

מבנה תכנית הלימודים - הפקולטה להנדסה

מקרא: ש' - שיעור; ת' - תרגיל; מ' - מעבדה; ש"ס - שעות סמסטריאליות; נ"ז - נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 1 למהנדסים	20148
-	-	6.5	8	-	3	5	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151
-	-	5.0	6	-	2	4	אלגברה ליניארית	20077
-	-	3.5	4	-	1	3	מיתוג ותכנון לוגי	50008
-	-	3.5	4	-	1	3	תכנות C	60001
		22	26	סה"כ				

שנה א' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	5.0	6	-	2	4	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות רגילות	20171
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	טורים והתמרות אינטגרליות	20173
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	1.0	2	2	-	-	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	20156
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	5.0	6	-	2	4	פיסיקה 2 למהנדסים	20157
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	84001
		20	24	סה"כ				

שנה ב' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	הסתברות למהנדסים	20019
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	1.5	3	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	20037
משוואות דיפרנציאליות רגילות	20171	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	20172
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 3 למהנדסים	20150
חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152	3.5	4	-	1	3	פונקציות מורכבות	20170
טורים והתמרות אינטגרליות	20173	5.5	6	-	1	5	מבוא להנדסת חשמל	50090
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		23	27	סה"כ				

שנה ב' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	50003
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3			מעבדה להנדסת חשמל	50005
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	50009
משוואות דיפרנ' רגילות חשבון אינפי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	50014
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטג'	20157 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים	50015
-	-	2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
		1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים	50193
		2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		21.5	27	סה"כ				

שנה ג' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה	50006
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים	50074
אותות אקראיים במקביל	50074	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת א'	50024
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	עבוד אותות ספרתי	50060
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')	50018
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	גלים ומערכות מפולגות	50046
		3.5	4	-	1	3	קורס ליבה בתחום הבחירה	
		24.5	28	סה"כ				

שנה ג' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים ספרתיים	50016
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011
		3.5	4	-	1	3	קורס ליבה בתחום הבחירה	
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה	50078
-	-	7.0	8	-	2	6	** שני קורסי בחירה	-
		2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		21	25	סה"כ				

** מטבלת קורסי הבחירה להלן המשותפת לכל התחומים

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
		1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	
		1.5	3	3	-	-	מעבדת ליבה בתחום	
מעגלים אלק' ליניאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	50184
-	-	2.0	2	-	-	-	פרויקט גמר	50076
-	-	3.5	4	-	1	3	קורס ליבה בתחום הבחירה	
-	-	7.0	8	-	2	6	** שני קורסי בחירה	-
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		19	25	סה"כ				

** מטבלת קורסי הבחירה להלן המשותפת לכל התחומים

שנה ד' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
-	-	4.0	4	-	-	-	פרויקט גמר	50076
-	-	3.5	4	-	1	3	** קורס בחירה	-
		1.5	3	3	-	-	** מעבדת בחירה	
-	-	1.5	3	3	-	-	מעבדת ליבה בתחום	-
		10.5	14	סה"כ				

** מטבלת קורסי הבחירה להלן המשותפת לכל התחומים

תכנית הלימודים תחום ביו הנדסה - מסלול רגיל

מקרא: ש' - שיעור; ת' - תרגיל; מ' - מעבדה; ש"ס - שעות סמסטריאליות; נ"ז - נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20148	פיסיקה 1 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	-	-
20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	5	3	-	8	6.5	-	-
20077	אלגברה ליניארית	4	2	-	6	5.0	-	-
50008	מיתוג ותכנון לוגי	3	1	-	4	3.5	-	-
60001	תכנות C	3	1	-	4	3.5	-	-
					26	22		

שנה א' סמסטר ב'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20171	משוואות דיפרנציאליות רגילות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20173	טורים והתמרות אינטגרליות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20156	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	-	-	2	2	1.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
20157	פיסיקה 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
84001	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
					24	20		

שנה ב' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20019	הסתברות למהנדסים	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20037	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	-	-	3	3	1.5	20157	פיסיקה 2 למהנדסים
20172	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	3	1	-	4	3.5	20171	משוואות דיפרנציאליות רגילות
20150	פיסיקה 3 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	20157	פיסיקה 2 למהנדסים

20170	פונקציות מורכבות	3	1	-	4	3.5	20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים
50090	מבוא להנדסת חשמל	5	1	-	6	5.5	20173	טורים והתמרות אינטגרליות
-	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
					27	23		סה"כ

שנה ב' סמסטר ב'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
50003	יסודות מוליכים למחצה	3	1	-	4	3.5	50090	מבוא להנדסת חשמל
50005	מעבדה להנדסת חשמל			3	3	1.5	50090	מבוא להנדסת חשמל
50009	מבוא למערכות ליניאריות	3	1	-	4	3.5	20173 50090	טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל
50014	אותות ומערכות	3	1	-	4	3.5	20171 20152	משוואות דיפרנ' רגילות חשבון אינפי' 2 למהנדסים
50015	שדות אלקטרומגנטיים	3	1	-	4	3.5	20157 20173	פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות
50106	מבוא לכלכלה הנדסית	2	1	-	3	2.5		
50193	מעבדה למיקרו בקרים	-	-	3	3	1.5		
-	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
					27	21.5		סה"כ

שנה ג' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
50006	התקני מוליכים למחצה	3	1	-	4	3.5	50003	יסודות מוליכים למחצה
50074	אותות אקראיים	3	1	-	4	3.5	50014	אותות ומערכות
50024	הנדסת תקשורת א'	3	1	-	4	3.5	50074	אותות אקראיים (במקביל)
50060	עבוד אותות ספרתי	3	1	-	4	3.5	50014	אותות ומערכות
50018	מבוא לתורת הבקרה	3	1	-	4	3.5	50009	מבוא למע' ליניאריות
50046	גלים ומערכות מפולגות	3	1	-	4	3.5	50015	שדות אלקטרומגנטיים
50205	פרקים בכימיה וביולוגיה	3	1	-	4	3.5	-	-
					27	24.5		סה"כ

שנה ג' סמסטר ב'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
50016	מעגלים ספרתיים	3	1	-	4	3.5	50006	התקני מוליכים למחצה
50011	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	3	1	-	4	3.5	50006	התקני מוליכים למחצה
50143	אנטומיה של גוף האדם	3	1	-	4	3.5		
50078	מעבדה לבקרה	-	-	3	3	1.5	50018	בקרה א'
	# קורס בחירה בתחום מתוך הרשימה בתחתית הטבלה	3	1	-	4	3.5		
-	## קורס בחירה	3	1	-	4	3.5	-	-
-	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
					25	21		סה"כ

קורסי בחירה לתחום ביו הנדסה:

- מבוא לעיבוד אותות דיבור 51120
- פיזיולוגיה מערכתית 50142
- עיבוד אותות פיזיולוגיים 50171
- מבנה ביומולקולות 50207
- תכנון מחקר ביו רפואי 50210
- הדמיה רפואית 50166
- עיבוד נתונים ביולוגיים 50212
- מבוא לנוירופרטוזות 50168
- עבוד תמונה 50087
- יזמות עסקית בביו רפואה 50208

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
		1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה/ סמינריון	
		1.5	3	3	-	-	מעבדה למכשור רפואי	51278
מעגלים אלק' ליניאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	50184
		3.5	4	-	1	3	עקרונות מכשור רפואי	50140
-	-	2.0	2	-	-	-	פרויקט גמר	50076
		3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה בתחום מתוך הרשימה בתחתית הטבלה	
-	-	3.5	4	-	1	3	## קורס בחירה	-
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		19	25	סה"כ				

קורסי בחירה לתחום ביו הנדסה:

- מבוא לעיבוד אותות דיבור 51120
 - פיזיולוגיה מערכתית 50142
 - עיבוד אותות פיזיולוגיים 50171
 - מבנה ביומולקולות 50207
 - תכנון מחקר ביו רפואי 50210
 - הדמיה רפואית 50166
 - עיבוד נתונים ביולוגיים 50212
 - מבוא לנוירופרטוזות 50168
 - עבוד תמונה 50087
 - יזמות עסקית בביו רפואה 50208
- ## מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

שנה ד' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	4.0	4	-	-	-	פרויקט גמר	50076
-	-	3.5	4	-	1	3	## קורס בחירה	-
		1.5	3	3	-	-	## מעבדת בחירה	
עיבוד אותות פיזיולוגיים	50171	1.5	3	3	-	-	מעבדה לעיבוד אותות פיזיולוגיים	
		10.5	14	סה"כ				

תכנית הלימודים תחום אלקטרואופטיקה - מסלול רגיל

מקרא: ש' - שיעור; ת' - תרגיל; מ' - מעבדה; ש"ס - שעות סמסטריאליות; נ"ז - נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20148	פיסיקה 1 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	-	-
20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	5	3	-	8	6.5	-	-
20077	אלגברה ליניארית	4	2	-	6	5.0	-	-
50008	מיתוג ותכנון לוגי	3	1	-	4	3.5	-	-
60001	תכנות C	3	1	-	4	3.5	-	-
					26	22		

שנה א' סמסטר ב'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20171	משוואות דיפרנציאליות רגילות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20173	טורים והתמרות אינטגרליות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20156	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	-	-	2	2	1.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
20157	פיסיקה 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
84001	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
					24	20		

שנה ב' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20019	הסתברות למהנדסים	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20037	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	-	-	3	3	1.5	20157	פיסיקה 2 למהנדסים
20172	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	3	1	-	4	3.5	20171	משוואות דיפרנציאליות רגילות
20150	פיסיקה 3 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	20157	פיסיקה 2 למהנדסים
20170	פונקציות מורכבות	3	1	-	4	3.5	20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים
50090	מבוא להנדסת חשמל	5	1	-	6	5.5	20173	טורים והתמרות אינטגרליות
-	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
					27	23		

שנה ב' סמסטר ב'

שם הקורס	מס' קורס	נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
				ש'	ת'	מ'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	50003
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3			מעבדה להנדסת חשמל	50005
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	50009
משוואות דיפרנ' רגילות חשבון אינפי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	50014
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות	20157 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים	50015
		2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
		1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים	50193
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		21.5	27	סה"כ				

שנה ג' סמסטר א'

שם הקורס	מס' קורס	נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
				ש'	ת'	מ'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה	50006
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים	50074
אותות אקראיים (במקביל)	50074	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת א'	50024
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	עבוד אותות ספרתי	50060
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')	50018
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	גלים ומערכות מפולגות	50046
גלים ומערכות מפולגות במקביל	50046	3.5	4	-	1	3	יסודות ההנדסה האופטית	50134
		24.5	28	סה"כ				

שנה ג' סמסטר ב'

שם הקורס	מס' קורס	נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
				ש'	ת'	מ'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים ספרתיים	50016
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011
יסודות ההנדסה האופטית	50134	3.5	4	-	1	3	מבוא לאלקטרואופטיקה ואופטיקה מודרנית	50103
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה	50078
-	-	7.0	8	-	2	6	# שני קורסי בחירה	-
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		21	25	סה"כ				

הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
יסודות ההנדסה האופטית או פוטוניקה	50134 50035	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרואופטיקה	50067
		1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	
מעגלים אלק' ליניאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	50184
-	-	2.0	2	-	-	-	פרויקט גמר	50076
עבוד אותות ספרתי	50060	3.5	4	-	1	3	עבוד תמונה א'	50087
-	-	7.0	8	-	2	6	# שני קורסי בחירה	-
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		19	25	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

שנה ד' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	4.0	4	-	-	-	פרויקט גמר	50076
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
עבוד תמונה	50087	1.5	3	3	-	-	מעבדה לעיבוד תמונה	50161
-	-	1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	-
		10.5	14	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

תכנית הלימודים תחום מיקרואלקטרוניקה - מסלול רגיל

מקרא: ש' - שיעור; ת' - תרגיל; מ' - מעבדה; ש"ס - שעות סמסטריאליות; נ"ז - נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 1 למהנדסים	20148
-	-	6.5	8	-	3	5	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151
-	-	5.0	6	-	2	4	אלגברה ליניארית	20077
-	-	3.5	4	-	1	3	מיתוג ותכנון לוגי	50008
-	-	3.5	4	-	1	3	תכנות C	60001
		22	26	סה"כ				

שנה א' סמסטר ב'

הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	5.0	6	-	2	4	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות רגילות	20171
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	טורים והתמרות אינטגרליות	20173
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	1.0	2	2	-	-	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	20156
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	5.0	6	-	2	4	פיסיקה 2 למהנדסים	20157
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	84001
		20	24	סה"כ				

שנה ב' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	הסתברות למהנדסים	20019
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	1.5	3	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	20037
משוואות דיפרנציאליות רגילות	20171	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	20172
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 3 למהנדסים	20150
חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152	3.5	4	-	1	3	פונקציות מורכבות	20170
טורים והתמרות אינטגרליות	20173	5.5	6	-	1	5	מבוא להנדסת חשמל	50090
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		23	27	סה"כ				

שנה ב' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	50003
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3			מעבדה להנדסת חשמל	50005
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	50009
משוואות דיפרנ' רגילות חשבון אינפי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	50014
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות	20157 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים	50015
		2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
		1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים	50193
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		21.5	27	סה"כ				

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה](#)

שנה ג' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	50006	התקני מוליכים למחצה
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	50074	אותות אקראיים
אותות אקראיים (במקביל)	50074	3.5	4	-	1	3	50024	הנדסת תקשורת א'
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	50060	עבוד אותות ספרתי
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	50018	מבוא לתורת הבקרה
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	50046	גלים ומערכות מפולגות
יסודות מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	50077	טכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה
		24.5	28	סה"כ				

שנה ג' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	50016	מעגלים ספרתיים
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	50011	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים
טכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה	50077	3.5	4	-	1	3	50135	טכנולוגיה של שכבות דקות
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	50078	מעבדה לבקרה
-	-	7.0	8	-	2	6	-	# שני קורסי בחירה
-	-	2.0	2	-	-	2	-	לימודי תשתית
		21	25	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
טכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה	50077	1.5	3	3	-	-	50082	מעבדה למיקרואלקטרוניקה
-	-	1.5	3	3	-	-		מעבדת בחירה
מעגלים אלק' ליניאריים	50011	1.5	3	3	-	-	50184	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית
-	-	2.0	2	-	-		50076	פרויקט גמר
תכנות C	60001	3.5	4	-	1	3	51111	תקן רכיבים בעזרת VHDL
-	-	7.0	8	-	2	6	-	# שני קורסי בחירה
-	-	2.0	2	-	-	2	-	לימודי תשתית
		19	25	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

שנה ד' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	4.0	4	-	-	-	פרויקט גמר	50076
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
תכן רכיבים בעזרת VHDL	51111	1.5	3	3	-	-	מעבדת VHDL	50164
-	-	1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	-
		10.5	14	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

תכנית הלימודים תחום בקרה ורובוטיקה - מסלול רגיל

מקרא: ש' - שיעור; ת' - תרגיל; מ' - מעבדה; ש"ס - שעות סמסטריאליות; נ"ז - נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 1 למהנדסים	20148
-	-	6.5	8	-	3	5	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151
-	-	5.0	6	-	2	4	אלגברה ליניארית	20077
-	-	3.5	4	-	1	3	מיתוג ותכנון לוגי	50008
-	-	3.5	4	-	1	3	תכנות C	60001
		22	26	סה"כ				

שנה א' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	5.0	6	-	2	4	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות רגילות	20171
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	טורים והתמרות אינטגרליות	20173
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	1.0	2	2	-	-	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	20156
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	5.0	6	-	2	4	פיסיקה 2 למהנדסים	20157
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	84001
		20	24	סה"כ				

שנה ב' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	הסתברות למהנדסים	20019
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	1.5	3	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	20037
משוואות דיפרנציאליות רגילות	20171	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	20172
פיסיקה 3 למהנדסים	20157	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 3 למהנדסים	20150
חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152	3.5	4	-	1	3	פונקציות מורכבות	20170
טורים והתמרות אינטגרליות	20173	5.5	6	-	1	5	מבוא להנדסת חשמל	50090
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		23	27	סה"כ				

שנה ב' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	50003
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3			מעבדה להנדסת חשמל	50005
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	50009
משוואות דיפרנ' רגילות חשבון אינפי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	50014
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות	20157 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים	50015
		2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
		1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים	50193
	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		21.5	27	סה"כ				

שנה ג' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה	50006
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים	50074
אותות אקראיים (במקביל)	50074	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת א'	50024
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	עבוד אותות ספרתי	50060
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	מבוא לתורת הבקרה	50018
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	גלים ומערכות מפולגות	50046
		3.5	4	-	1	3	קורס בחירה	
		24.5	28	סה"כ				

שנה ג' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים ספרתיים	50016
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011
בקרה א'	50018	3.5	4	-	1	3	בקרה אוטומטית מתקדמת	50052
בקרה א'	50018	3.5	4	-	1	3	מבוא לבקרה ליניארית מתקדמת	50099
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה	50078
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		21	25	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
בקרה מתקדמת עבוד אותות ספרתי	50052 50060	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה מתקדמת או מעבדה לעיבוד אותות ספרתי	50163 50085
		1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	
מעגלים אלק' ליניאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	50184
-	-	2.0	2	-	-	-	פרויקט גמר	50076
בקרה א'	50018	3.5	4	-	1	3	מבוא לרובוטיקה	50109
-	-	7.0	8	-	2	6	# שני קורסי בחירה	-
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		19	25	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

שנה ד' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	4.0	4	-	-	-	פרויקט גמר	50076
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
יסודות מוליכים למחצה	50003	1.5	3	3	-	-	מעבדה להתקנים אלקטרוניים	50183
-	-	1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	-
		10.5	14	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

תכנית הלימודים תחום "תקשורת" - מסלול רגיל

מקרא: ש' - שיעור; ת' - תרגיל; מ' - מעבדה; ש"ס - שעות סמסטריאליות; נ"ז - נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20148	פיסיקה 1 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	-	-
20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	5	3	-	8	6.5	-	-
20077	אלגברה ליניארית	4	2	-	6	5.0	-	-
50008	מיתוג ותכנון לוגי	3	1	-	4	3.5	-	-
60001	תכנות C	3	1	-	4	3.5	-	-
		סה"כ			26	22		

שנה א' סמסטר ב'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20171	משוואות דיפרנציאליות רגילות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20173	טורים והתמרות אינטגרליות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20156	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	-	-	2	2	1.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
20157	פיסיקה 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
84001	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
		סה"כ			24	20		

שנה ב' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20019	הסתברות למהנדסים	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20037	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	-	-	3	3	1.5	20157	פיסיקה 2 למהנדסים
20172	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	3	1	-	4	3.5	20171	משוואות דיפרנ' רגילות
20150	פיסיקה 3 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	20157	פיסיקה 2 למהנדסים
20170	פונקציות מורכבות	3	1	-	4	3.5	20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים
50090	מבוא להנדסת חשמל	5	1	-	6	5.5	20173	טורים והתמרות אינטגרליות
-	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
		סה"כ			27	23		

שנה ב' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	50003
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3			מעבדה להנדסת חשמל	50005
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	50009
משוואות דיפר' רגילות חשבון אינפי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	50014
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות	20157 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים	50015
		2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
		1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים	50193
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		21.5	27	סה"כ				

שנה ג' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה	50006
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים	50074
אותות אקראיים במקביל	50074	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת א'	50024
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	עבוד אותות ספרתי	50060
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')	50018
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	גלים ומערכות מפולגות	50046
		21	24	סה"כ				

שנה ג' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים ספרתיים	50016
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011
הנדסת תקשורת א'	50024	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת ב'	51031
		3.5	4	-	1	3	* בחר קורס ליבה מהקורסים מתחת לטבלה	-
		3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה	50078
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		21	25	סה"כ				

* קורס ליבה : נושאים נבחרים בעבוד אותות 50148 – דרישת קדם עבוד אותות ספרתי 50060 או מעגלי רדיו משולבים 51017 דרישת קדם גלים ומערכות מפולגות 50046
קורס בחירה מטבלת קורסי הבחירה לכלל התחומים

שנה ד' סמסטר א'

שם הקורס	מס' קורס	נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
				ש'	ת'	מ'		
-	-	3.5	4	-	1	3	* בחר קורס ליבה מהקורסים מתחת לטבלה	-
-	-	3.5	4	-	1	3	** בחר אחד מקורסי הבחירה בתקשורת שמתחת לטבלה	-
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
הנדסת תקשורת א'	50024	1.5	3	3	-	-	מעבדה לתקשורת אנלוגית	51278
מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	50184
-	-	1.5	3	3	-	-	## מעבדת בחירה בתקשורת מהמעבדות בתחתית הטבלה	-
-	-	2.0	2	-	-	-	פרויקט גמר	50076
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
				19	25	סה"כ		

* קורס ליבה: מערכות תקשורת ניידות ותאיות דרישת קדם הנדסת תקשורת ב' או טכניקות קליטה ושידור 51032 דרישת קדם מעגלים אלקטרוניים ליניאריים 50011 או רשתות מחשבים 51105 דרישת קדם 50024 הנדסת תקשורת א'

** קורס בחירה מתחום תקשורת: מבוא לתקשורת אופטית 51081 דרישת קדם הנדסת תקשורת ב' 51031 או מודלים בתכנון מערכות תקשורת 51088 דרישת קדם הנדסת תקשורת א' 50024 ומעגלים אלקטרוניים ליניאריים 50011 או תקשורת ספרתית מתקדמת 51090 דרישת קדם הנדסת תקשורת ב' 51031 או מערכות תקשורת MIMO 51071 דרישת קדם הנדסת תקשורת ב' 51031 אלגוריתמים ומבני נתונים 50226
קורס בחירה מטבלת קורסי הבחירה לכלל התחומים
מעבדת בחירה בתקשורת: מעבדה לעיבוד אותות 50085 או מעבדה למיקרוגלים 50064 או מעבדה ל-RF 51056 או מעבדה לאנטנות 51279 או מעבדה לעיבוד תמונה 50161 מעבדה לחישובים נומריים 51101

שנה ד' סמסטר ב'

שם הקורס	מס' קורס	נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
				ש'	ת'	מ'		
-	-	4.0	4	-	-	-	פרויקט גמר	50076
-	-	3.5	4	-	1	3	** בחר אחד מקורסי הבחירה בתקשורת שמתחת לטבלה	-
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
-	-	1.5	3	3	-	-	## מעבדת בחירה בתקשורת מהמעבדות בתחתית הטבלה	-
הנדסת תקשורת ב'	51031	1.5	3	3	-	-	מעבדה לתקשורת ספרתית	51068
				14	18	סה"כ		

** קורס בחירה מתחום תקשורת: מבוא לתקשורת אופטית 51081 דרישת קדם הנדסת תקשורת ב' 51031 או מודלים בתכנון מערכות תקשורת 51088 דרישת קדם הנדסת תקשורת א' 50024 ומעגלים אלקטרוניים ליניאריים 50011 או תקשורת ספרתית מתקדמת 51090 דרישת קדם הנדסת תקשורת ב' 51031 או מערכות תקשורת MIMO 51071 דרישת קדם הנדסת תקשורת ב' 51031 אלגוריתמים ומבני נתונים 50226

קורס בחירה מטבלת קורסי הבחירה לכלל התחומים
מעבדת בחירה בתקשורת : מעבדה לעיבוד אותות 50085 או
מעבדה למיקרוגלים 50064 או
מעבדה ל-RF 51056 או
מעבדה לאנטנות 51279 או
מעבדה לעיבוד תמונה 50161

תכנית הלימודים של תחום "אנרגיה ומערכות הספק" - מסלול רגיל

מקרא: ש' - שיעור; ת' - תרגיל; מ' - מעבדה; ש"ס - שעות סמסטריאליות; נ"ז - נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 1 למהנדסים	20148
-	-	6.5	8	-	3	5	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151
-	-	5.0	6	-	2	4	אלגברה ליניארית	20077
-	-	3.5	4	-	1	3	מיתוג ותכנון לוגי	50008
-	-	3.5	4	-	1	3	תכנות C	60001
		22	26	סה"כ				

שנה א' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	5.0	6	-	2	4	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות רגילות	20171
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	טורים והתמרות אינטגרליות	20173
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	1.0	2	2	-	-	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	20156
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	5.0	6	-	2	4	פיסיקה 2 למהנדסים	20157
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	84001
		20	24	סה"כ				

שנה ב' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	הסתברות למהנדסים	20019
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	1.5	3	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	20037
משוואות דיפרנציאליות רגילות	20171	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	20172
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 3 למהנדסים	20150
חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152	3.5	4	-	1	3	פונקציות מורכבות	20170
טורים והתמרות אינטגרליות	20173	5.5	6	-	1	5	מבוא להנדסת חשמל	50090
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		23	27	סה"כ				

שנה ב' סמסטר ב'

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה](#)

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	50003
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3			מעבדה להנדסת חשמל	50005
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	50009
משוואות דיפרנ' רגילות חשבון אינפי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	50014
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות	20157 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים	50015
-	-	2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
-	-	1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים	50193
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
-	-	21.5	27	סה"כ				

שנה ג' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה	50006
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים	50074
אותות אקראיים במקביל	50074	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת א'	50024
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	עבוד אותות ספרתי	50060
מבוא להנדסת חשמל שדות אלקטרומגנטיים	50090 50015	3.5	4	-	1	3	המרת אנרגיה א'	50012
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')	50018
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	גלים ומערכות מפולגות	50046
		24.5	28	סה"כ				

שנה ג' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים ספרתיים	50016
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה	50078
המרת אנרגיה א'	50012	3.5	4	-	1	3	מערכות הספק א'	50043
המרת אנרגיה א'	50012	3.5	4	-	1	3	הינע חשמלי	50025
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		21	25	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
מערכות הספק א'	50043	3.5	4	-	1	3	מערכות הספק ב'	50053
מעגלים אלק לינאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	50184
המרת אנרגיה א	50012	1.5	3	3	-	-	מעבדה להמרת אנרגיה	50047
מערכות הספק א'	50043	3.5	4	-	1	3	טכניקות מתח גבוה	50054
מעגלים אלק לינאריים	50011	3.5	4	-	1	3	מערכות הספק אלקטרוניות	50051
-	-	1.5	3	-	-	3	מעבדת בחירה	-
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
-	-	2.0	2	-	-	-	פרויקט גמר	50076
		19	25	סה"כ				

שנה ד' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	1.5	3	-	-	3	מעבדת בחירה	-
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
טכניקות מתח גבוה	50054	1.5	3	-	-	3	* מעבדה בתחום מערכות הספק	-
-	-	4.0	4	-	-	-	פרויקט גמר	50076
		10.5	14	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

* 50162 – מעבדה לטכניקות מתח גבוה דרישת קדם 50054 טכניקות מתח גבוה
50066 – מעבדה למערכות הספק אלקטרוניות דרישת קדם 50051 מערכות הספק אלקטרוניות

תכנית הלימודים של תחום " אנרגיה חלופית ומערכות הספק משולב" - מסלול רגיל

מקרא: ש' – שיעור; ת' – תרגיל; מ' – מעבדה; ש"ס – שעות סמסטריאליות; נ"ז – נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
-	-	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 1 למהנדסים	20148
-	-	6.5	8	-	3	5	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151
-	-	5.0	6	-	2	4	אלגברה ליניארית למהנדסים	20158
-	-	3.5	4	-	1	3	מיתוג ותכנון לוגי	50008
-	-	3.5	4	-	1	3	תכנות C	60001
		22	26	סה"כ				

שנה א' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	5.0	6	-	2	4	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות רגילות	20171
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	טורים והתמרות אינטגרליות	20173
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	1.0	2	2	-	-	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	20156
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	5.0	6	-	2	4	פיסיקה 2 למהנדסים	20157
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	84001
		20	24	סה"כ				

שנה ב' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	הסתברות למהנדסים	20019
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	1.5	3	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	20037
משוואות דיפרנציאליות רגילות	20171	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	20172
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 3 למהנדסים	20150
חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152	3.5	4	-	1	3	פונקציות מורכבות	20170
טורים והתמרות אינטגרליות	20173	5.5	6	-	1	5	מבוא להנדסת חשמל	50090
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		23	27	סה"כ				

שנה ב' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	50003
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3			מעבדה להנדסת חשמל	50005
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	50009
משוואות דיפרנ' רגילות חשבון אינפי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	50014
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות	20157 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים	50015
-	-	2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
-	-	1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים	50193
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
-	-	21.5	27	סה"כ				

שנה ג' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה	50006
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים	50074
אותות אקראיים במקביל	50074	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת א'	50024
		3.5	4	-	1	3	עבוד אותות ספרתי	50060
מבוא להנדסת חשמל שדות אלקטרומגנטיים	50090 50015	3.5	4	-	1	3	המרת אנרגיה א'	50012
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')	50018
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	גלים ומערכות מפולגות	50046
		24.5	28	סה"כ				

שנה ג' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים ספרטיים	50016
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה	50078
המרת אנרגיה א'	50012	3.5	4	-	1	3	מערכות הספק א'	50043
המרת אנרגיה א'	50012	3.5	4	-	1	3	הינע חשמלי	50025
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות אנרגיה חלופית או תכן מערכות סולאריות	50175 50187
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		21	25	סה"כ				

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
מערכות הספק א'	50043	3.5	4	-	1	3	מערכות הספק ב'	50053
מעגלים אלק ליניאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	50184
המרת אנרגיה א	50012	1.5	3	3	-	-	מעבדה להמרת אנרגיה	50047
מערכות הספק א'	50043	3.5	4	-	1	3	טכניקות מתח גבוה	50054
מעגלים אלק ליניאריים	50011	3.5	4	-	1	3	מערכות הספק אלקטרוניות	50051
יסודות אנרגיה חלופית	50175	1.5	3	-	-	3	מעבדה לאנרגיות חלופיות	50190
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
-	-	2.0	2	-	-		פרויקט גמר	50076
		19	25	סה"כ				

שנה ד' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	1.5	3	-	-	3	מעבדת בחירה	
-	-	3.5	4	-	1	3	רשת חכמה או עקרונות ותכן של תאי דלק או יסודות מדעיים לאנרגיה חלופית	50202 50189 50204
טכניקות מתח גבוה	50054	1.5	3	-	-	3	* מעבדה בתחום מערכות הספק	
-	-	4.0	4	-	-		פרויקט גמר	50076
		10.5	14	סה"כ				

* 50162 – מעבדה לטכניקות מתח גבוה דרישת קדם 50054 טכניקות מתח גבוה
 50066 – מעבדה למערכות הספק אלקטרוניות דרישת קדם 50051 מערכות הספק אלקטרוניות

תכנית הלימודים תחום מערכות משובצות מחשב - רגיל

מקרא: ש' - שיעור; ת' - תרגיל; מ' - מעבדה; ש"ס - שעות סמסטריאליות; נ"ז - נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 1 למהנדסים	20148
-	-	6.5	8	-	3	5	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151
-	-	5.0	6	-	2	4	אלגברה ליניארית למהנדסים	20158
-	-	3.5	4	-	1	3	מיתוג ותכנון לוגי	50008
-	-	3.5	4	-	1	3	תכנות C	60001
		22	26	סה"כ				

שנה א' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	5.0	6	-	2	4	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות רגילות	20171
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	טורים והתמרות אינטגרליות	20173
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	1.0	2	2	-	-	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	20156
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	5.0	6	-	2	4	פיסיקה 2 למהנדסים	20157
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	84001
		20	24	סה"כ				

שנה ב' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	הסתברות למהנדסים	20019
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	1.5	3	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	20037
משוואות דיפרנציאליות רגילות	20171	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	20172
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 3 למהנדסים	20150
חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152	3.5	4	-	1	3	פונקציות מורכבות	20170
טורים והתמרות אינטגרליות	20173	5.5	6	-	1	5	מבוא להנדסת חשמל	50090
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		23	27	סה"כ				

שנה ב' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	50003	יסודות מוליכים למחצה
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3			50005	מעבדה להנדסת חשמל
טורים והתמרות אינטגרליות	20173	3.5	4	-	1	3	50009	מבוא למערכות ליניאריות
מבוא להנדסת חשמל	50090							
משוואות דיפרנ' רגילות חשבון אינפי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	50014	אותות ומערכות
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטג'	20157 20173	3.5	4	-	1	3	50015	שדות אלקטרומגנטיים
-	-	2.5	3	-	1	2	50106	מבוא לכלכלה הנדסית
		1.5	3	3	-	-	50193	מעבדה למיקרו בקרים
-	-	2.0	2	-	-	2	-	לימודי תשתית
		21.5	27					סה"כ

שנה ג' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	50006	התקני מוליכים למחצה
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	50074	אותות אקראיים
אותות אקראיים במקביל	50074	3.5	4	-	1	3	50024	הנדסת תקשורת א'
עבוד אותות ספרתי	50014	3.5	4	-	1	3	50060	
מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')	50009	3.5	4	-	1	3	50018	מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')
גלים ומערכות מפולגות	50015	3.5	4	-	1	3	50046	גלים ומערכות מפולגות
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	50226	אלגוריתמים ומבני נתונים
תכנות C	60001	3.5	4	-	1	3		
		24.5	28					סה"כ

שנה ג' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	50016	מעגלים ספרתיים
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	50011	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים
מיתוג ותכנון לוגי תכנות C	50008 60001	3.5	4	-	1	3	50224	מערכות הפעלה בזמן אמת
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	50078	מעבדה לבקרה
תכנות C	60001	3.5	4	-	1	3	51111	תיכון חומרה בעזרת VHDL
-	-	3.5	4	-	1	3		**קורס בחירה
-	-	2.0	2	-	-	2	-	לימודי תשתית
		21	25					סה"כ

** מטבלת קורסי הבחירה להלן המשותפת לכל התחומים

שנה ד' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
	מעבדת בחירה	-	-	3	1.5			
50075	מעבדה מיקרופרוססורים עם רכיבי FPGA	-	-	3	1.5	51111	תיכון חומרה בעזרת VHDL	
50184	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	-	-	3	1.5	50011	מעגלים אלק' ליניאריים	
50076	פרויקט גמר	-	-	-	2.0	-	-	
50223	אפיון ותכנון ממ"מ	3	1	-	3.5	50008	מיתוג ותכנון לוגי	
-	*קורס בחירה בתחום מהרשומים מטה	3	1	-	3.5	-	-	
	** קורס בחירה	3	1	-	3.5	-	-	
-	לימודי תשתית	2	-	-	2.0	-	-	
	סה"כ			25	19			

* קורס בחירה מתחום ממ"מ:

- ראייה ממוחשבת במערכות זמן אמת 50227 – דרישת קדם אינפי 2 20152 ואלגברה ליניארית 20158
 - מבוא ל-CYBER 50213 – דרישת קדם רשתות מחשבים א' 51105
 - כלי פיתוח למערכות משובצות מחשב 50225 – דרישת קדם אפיון ותכנון מערכות משובצות מחשב
 - מערכות אירועים בדידים 50228 - דרישת קדם אלגברה ליניארית 20158
 - מבוא לארכיטקטורת מחשבים 50229 - דרישת קדם מיתוג ותכנון לוגי 50008
- ** מטבלת קורסי הבחירה להלן המשותפת לכל התחומים

שנה ד' סמסטר ב'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
50076	פרויקט גמר	-	-	-	4.0	-	-	
-	*קורס בחירה בתחום מהרשומים מטה	3	1	-	3.5	-	-	
	** מעבדת בחירה	-	-	3	1.5	-	-	
-	מעבדה למערכות משובצות - זמן אמת \ מעבדה לתכנון רכיבי מחשב	-	-	3	1.5	-	-	
	סה"כ			14	10.5			

* קורס בחירה מתחום ממ"מ:

- ראייה ממוחשבת במערכות זמן אמת 50227 – דרישת קדם אינפי 2 20152 ואלגברה ליניארית 20158
 - CYBER במערכות משובצות 50213 – דרישת קדם רשתות מחשבים א' 51105
 - כלי פיתוח למערכות משובצות מחשב 50225 – דרישת קדם אפיון ותכנון מערכות משובצות מחשב
 - מערכות אירועים בדידים 50228 - דרישת קדם אלגברה ליניארית 20158
 - מבוא לארכיטקטורת מחשבים 50229 - דרישת קדם מיתוג ותכנון לוגי 50008
- ** מטבלת קורסי הבחירה להלן המשותפת לכל התחומים

תכנית הלימודים של המסלול הגמיש

מקרא: ש' - שיעור; ת' - תרגיל; מ' - מעבדה; ש"ס - שעות סמסטריאליות; נ"ז - נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
-	-	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 1 למהנדסים	20148
-	-	6.5	8	-	3	5	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151
-	-	3.5	4	-	1	3	מיתוג ותכנון לוגי	50008
-	-	3.5	4	-	1	3	תכנות C	60001
		17	20	סה"כ				

שנה א' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	5.0	6	-	2	4	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	טורים והתמרות אינטגרליות	20173
-	-	5.0	6	-	2	4	אלגברה ליניארית	20077
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	84001
		15.5	18	סה"כ				

שנה א' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152	3.5	4	-	1	3	פונקציות מורכבות	20170
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות רגילות	20171
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	5.0	6	-	2	4	פיסיקה 2 למהנדסים	20157
		12	14	סה"כ				

שנה ב' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
טורים והתמרות אינטגרליות	20173	5.5	6	-	1	5	מבוא להנדסת חשמל	50090
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 3 למהנדסים	20150
משוואות דיפר' רגילות	20171	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	20172
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	1.0	2	2	-	-	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	20156
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		15.5	18	סה"כ				

שנה ב' סמסטר ב'

מס'	שם הקורס	סוג שיעור	ש"ס	נ"ז	דרישות קדם
-----	----------	-----------	-----	-----	------------

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה](#)

שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'	קורס
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	הסתברות למהנדסים
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות	20157 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	1.5	3	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים
		1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים
		13.5	18	סה"כ			

שנה ב' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3	-	-	מעבדה להנדסת חשמל	
משואות דיפרנציאליות רגילות חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	גלים ומערכות מפולגות	
		12	15	סה"כ				

שנה ג' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה	
		3.5	4	-	1	3	קורס ליבה בתחום	
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')	
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים	
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	
		16	18	סה"כ				

שנה ג' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	עיבוד אותות ספרתי	
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה	
אותות אקראיים במקביל	50074	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת א'	
		3.5	4	-	1	3	קורס ליבה בתחום	
		15.5	19	סה"כ				

שנה ג' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים ספרתיים	
מעגלים אלק' ליניאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	

הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה

		2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
		1.5	3	3			מעבדה בתחום	
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		11	15	סה"כ				

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	2.0	2	-	-	2	פרויקט גמר	50076
		3.5	4	-	1	3	קורס ליבה בתחום	
		7.0	8	-	2	6	2 קורסי בחירה	-
-	-	1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		16	19	סה"כ				

שנה ד' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	4.0	4	-	-	4	פרויקט גמר	50076
-	-	7.0	8	-	2	6	2 קורסי בחירה	-
		1.5	3	3			מעבדה בתחום	
		12.5	15	סה"כ				

שנה ד' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	3.5	4	-	1	3	קורס בחירה	-
-	-	1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	-
		5	7	סה"כ				

תכנית הלימודים תחום ביו הנדסה - גמיש

מקרא: ש' - שיעור; ת' - תרגיל; מ' - מעבדה; ש"ס - שעות סמסטריאליות; נ"ז - נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20148	פיסיקה 1 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	-	-
20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	5	3	-	8	6.5	-	-
50008	מיתוג ותכנון לוגי	3	1	-	4	3.5	-	-
60001	תכנות C	3	1	-	4	3.5	-	-
		סה"כ			20	17		

שנה א' סמסטר ב'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20173	טורים והתמרות אינטגרליות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20077	אלגברה ליניארית	4	2	-	6	5.0	-	-
84001	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
		סה"כ			18	15.5		

שנה א' סמסטר קיץ

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20170	פונקציות מורכבות	3	1	-	4	3.5	20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים
20171	משוואות דיפרנציאליות רגילות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20157	פיסיקה 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
		סה"כ			14	12		

שנה ב' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
50090	מבוא להנדסת חשמל	5	1	-	6	5.5	20173	טורים והתמרות אינטגרליות
20150	פיסיקה 3 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	20157	פיסיקה 2 למהנדסים
20172	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	3	1	-	4	3.5	20171	משוואות דיפר' רגילות
20156	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	-	-	2	2	1.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
-	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
		סה"כ			18	15.5		

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה](#)

שנה ב' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	הסתברות למהנדסים	20019
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	50009
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות	20157 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים	50015
		1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים	50193
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	1.5	3	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	20037
		13.5	18	סה"כ				

שנה ב' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	50003
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3	-	-	מעבדה להנדסת חשמל	50005
משואות דיפי' רגילות חשבון אינפי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	50014
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	גלים ומערכות מפולגות	50046
		12	15	סה"כ				

שנה ג' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה	50006
		3.5	4	-	1	3	פרקים בכימיה ובבולוגיה	50205
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')	50018
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים	50074
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		16	18	סה"כ				

שנה ג' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	עיבוד אותות ספרתי	50060
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה	50078
אותות אקראיים במקביל	50074	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת א'	50024
		3.5	4	-	1	3	אנטומיה של גוף האדם	50143
		15.5	19	סה"כ				

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה](#)

שנה ג' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים ספרתיים	50016
מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	50184
		2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
		1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה/סמינריון	-
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		11	15	סה"כ				

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
-	-	2.0	2	-	-	2	פרויקט גמר	50076
		3.5	4	-	1	3	עקרונות מכשור רפואי	50140
		3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה בתחום מתוך הרשימה בתחתית הטבלה	3.5
		3.5	4	-	1	3	## קורס בחירה	3.5
אנטומיה של גוף האדם	50143	1.5	3	3	-	-	מעבדה למכשור רפואי	50139
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		16	19	סה"כ				

קורסי בחירה לתחום ביו הנדסה:

- מבוא לעיבוד אותות דיבור 51120
- פיזיולוגיה מערכתית 50142
- עיבוד אותות פיזיולוגיים 50171
- מבנה ביומולקולות 50207
- תכנון מחקר ביו רפואי 50210
- הדמיה רפואית 50166
- עיבוד נתונים ביולוגיים 50212
- מבוא לנוירופורטוזות 50168
- עבוד תמונה 50087
- יזמות עסקית בביו רפואה 50208

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

שנה ד' סמסטר ב

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
-	-	4.0	4	-	-	4	פרויקט גמר	50076
		3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה בתחום מתוך הרשימה בתחתית הטבלה	3.5
		3.5	4	-	1	3	## קורס בחירה	3.5
עיבוד אותות פיזיולוגיים	50171	1.5	3	3	-	-	מעבדה לעיבוד אותות פיזיולוגיים	-
		12.5	15	סה"כ				

קורסי בחירה לתחום ביו הנדסה:

- מבוא לעיבוד אותות דיבור 51120

פיזיולוגיה מערכתית 50142
 עיבוד אותו פיזיולוגיים 50171
 מבנה ביומולקולות 50207
 תכנון מחקר ביו רפואי 50210
 הדמיה רפואית 50166
 עיבוד נתונים ביולוגיים 50212
 מבוא לנוירופרוטזות 50168
 עבוד תמונה 50087
 יזמות עסקית בביו רפואה 50208
 ## מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

שנה ד' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	3.5	4	-	1	3	## קורס בחירה	-
-	-	1.5	3	3	-	-	## מעבדת בחירה	-
		5	7	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

תכנית הלימודים תחום אלקטרואופטיקה - גמיש

מקרא: ש' - שיעור; ת' - תרגיל; מ' - מעבדה; ש"ס - שעות סמסטריאליות; נ"ז - נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20148	פיסיקה 1 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	-	-
20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	5	3	-	8	6.5	-	-
50008	מיתוג ותכנון לוגי	3	1	-	4	3.5	-	-
60001	תכנות C	3	1	-	4	3.5	-	-
	סה"כ				20	17		

שנה א' סמסטר ב'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20173	טורים והתמרות אינטגרליות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20077	אלגברה ליניארית	4	2	-	6	5.0	-	-
84001	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
	סה"כ				18	15.5		

שנה א' סמסטר קיץ

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20170	פונקציות מורכבות	3	1	-	4	3.5	20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים
20171	משוואות דיפרנציאליות רגילות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20157	פיסיקה 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
	סה"כ				14	12		

שנה ב' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
50090	מבוא להנדסת חשמל	5	1	-	6	5.5	20173	טורים והתמרות אינטגרליות
20150	פיסיקה 3 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	20157	פיסיקה 2 למהנדסים
20172	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	3	1	-	4	3.5	20171	משוואות דיפר' רגילות
20156	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	-	-	2	2	1.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
-	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
	סה"כ				18	15.5		

שנה ב' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	הסתברות למהנדסים	20019
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	50009
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות	20157 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים	50015
		1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים	50193
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	1.5	3	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	20037
		13.5	18	סה"כ				

שנה ב' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	50003
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3	-	-	מעבדה להנדסת חשמל	50005
משואות דיפ' רגילות חשבון אינפי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	50014
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	גלים ומערכות מפולגות	50046
		12	15	סה"כ				

שנה ג' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה	50006
גלים ומערכות מפולגות	50046	3.5	4	-	1	3	יסודות ההנדסה האופטית	50134
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')	50018
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים	50074
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		16	18	סה"כ				

שנה ג' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	עיבוד אותות ספרתי	50060
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה	50078
אותות אקראיים במקביל	50074	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת א'	50024
גלים ומערכות מפולגות	50046	3.5	4	-	1	3	מבוא לאלקטרואופטיקה ואופטיקה מודרנית	50103
		15.5	19	סה"כ				

שנה ג' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים ספרתיים	50016
מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	50184
		2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
יסודות ההנדסה האופטית או פוטוניקה	50134 50035	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרואופטיקה	50067
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		11	15	סה"כ				

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	2.0	2	-	-	2	פרויקט גמר	50076
עבוד אותות ספרתי	50060	3.5	4	-	1	3	עבוד תמונה א'	50087
		7.0	8	-	2	6	# שני קורסי בחירה	
		1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	-
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		16	19	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

שנה ד' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	4.0	4	-	-	4	פרויקט גמר	50076
-	-	7.0	8	-	2	6	# שני קורסי בחירה	-
עבוד תמונה	50087	1.5	3	3	-	-	מעבדה לעיבוד תמונה	50161
		12.5	15	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

שנה ד' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
-	-	1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	-
		5	7	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

תכנית הלימודים תחום מיקרואלקטרוניקה - גמיש

מקרא: ש' - שיעור; ת' - תרגיל; מ' - מעבדה; ש"ס - שעות סמסטריאליות; נ"ז - נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20148	פיסיקה 1 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	-	-
20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	5	3	-	8	6.5	-	-
50008	מיתוג ותכנון לוגי	3	1	-	4	3.5	-	-
60001	תכנות C	3	1	-	4	3.5	-	-
	סה"כ				20	17		

שנה א' סמסטר ב'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20173	טורים והתמרות אינטגרליות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20077	אלגברה ליניארית	4	2	-	6	5.0	-	-
84001	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
	סה"כ				18	15.5		

שנה א' סמסטר קיץ

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20170	פונקציות מורכבות	3	1	-	4	3.5	20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים
20171	משוואות דיפרנציאליות רגילות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20157	פיסיקה 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
	סה"כ				14	12		

שנה ב' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
50090	מבוא להנדסת חשמל	5	1	-	6	5.5	20173	טורים והתמרות אינטגרליות
20150	פיסיקה 3 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	20157	פיסיקה 2 למהנדסים
20172	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	3	1	-	4	3.5	20171	משוואות דיפר' רגילות
20156	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	-	-	2	2	1.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
-	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
	סה"כ				18	15.5		

שנה ב' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	הסתברות למהנדסים	20019
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	50009
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות	20157 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים	50015
		1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים	50193
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	1.5	3	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	20037
		13.5	18	סה"כ				

שנה ב' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	50003
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3	-	-	מעבדה להנדסת חשמל	50005
משואות דיפי' רגילות חשבון אינפי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	50014
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	גלים ומערכות מפולגות	50046
		12	15	סה"כ				

שנה ג' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה	50006
יסודות מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	טכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה	50077
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')	50018
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים	50074
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		16	18	סה"כ				

שנה ג' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	עיבוד אותות ספרתי	50060
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה	50078
אותות אקראיים במקביל	50074	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת א'	50024
טכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה	50077	3.5	4	-	1	3	טכנולוגיה של שכבות דקות	50135
		15.5	19	סה"כ				

הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה

שנה ג' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים ספרתיים	50016
מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	50184
		2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
טכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה	50077	1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרואלקטרוניקה	50082
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		11	15	סה"כ				

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	2.0	2	-	-	2	פרויקט גמר	50076
תכנות C	60001	3.5	4	-	1	3	תן רכיבים בעזרת VHDL	51111
		7.0	8	-	2	6	# שני קורסי בחירה	
		1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	-
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		16	19	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

שנה ד' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	4.0	4	-	-	4	פרויקט גמר	50076
-	-	7.0	8	-	2	6	# שני קורסי בחירה	-
תן רכיבים בעזרת VHDL	51111	1.5	3	3	-	-	מעבדת VHDL	50164
		12.5	15	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

שנה ד' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
-	-	1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	-
		5	7	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה

תכנית הלימודים תחום בקרה ורובוטיקה- גמיש

מקרא: ש' – שיעור; ת' – תרגיל; מ' – מעבדה; ש"ס – שעות סמסטריאליות; נ"ז – נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20148	פיסיקה 1 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	-	-
20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	5	3	-	8	6.5	-	-
50008	מיתוג ותכנון לוגי	3	1	-	4	3.5	-	-
60001	תכנות C	3	1	-	4	3.5	-	-
		סה"כ			20	17		

שנה א' סמסטר ב'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20173	טורים והתמרות אינטגרליות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20077	אלגברה ליניארית	4	2	-	6	5.0	-	-
84001	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
		סה"כ			18	15.5		

שנה א' סמסטר קיץ

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20170	פונקציות מורכבות	3	1	-	4	3.5	20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים
20171	משוואות דיפרנציאליות רגילות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20157	פיסיקה 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
		סה"כ			14	12		

שנה ב' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
50090	מבוא להנדסת חשמל	5	1	-	6	5.5	20173	טורים והתמרות אינטגרליות
20150	פיסיקה 3 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	20157	פיסיקה 2 למהנדסים
20172	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	3	1	-	4	3.5	20171	משוואות דיפר' רגילות
20156	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	-	-	2	2	1.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
-	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
		סה"כ			18	15.5		

שנה ב' סמסטר ב'

שם הקורס	מס' קורס	נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
				ש'	ת'	מ'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	הסתברות למהנדסים	20019
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	50009
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות	20157 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים	50015
		1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים	50193
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	1.5	3	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	20037
		13.5	18	סה"כ				

שנה ב' סמסטר קיץ 1.

שם הקורס	מס' קורס	נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
				ש'	ת'	מ'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	50003
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3	-	-	מעבדה להנדסת חשמל	50005
משואות דיפי' רגילות חשבון אינפי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	50014
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	גלים ומערכות מפולגות	50046
		12	15	סה"כ				

שנה ג' סמסטר א'

שם הקורס	מס' קורס	נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
				ש'	ת'	מ'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה	50006
		3.5	4	-	1	3	קורס בחירה	
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')	50018
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים	50074
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		16	18	סה"כ				

שנה ג' סמסטר ב'

שם הקורס	מס' קורס	נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
				ש'	ת'	מ'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	עיבוד אותות ספרתי	50060
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה	50078
אותות אקראיים במקביל	50074	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת א'	50024
בקרה א'	50018	3.5	4	-	1	3	בקרה אוטומטית מתקדמת	50052
		15.5	19	סה"כ				

שנה ג' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים ספרתיים	50016
מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	50184
		2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
בקרה א' עבוד אותות ספרתי	50018 50060	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה מתקדמת או מעבדה לעיבוד אותות ספרתי	50163 50085
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		11	15	סה"כ				

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	2.0	2	-	-	2	פרויקט גמר	50076
בקרה א'	50018	3.5	4	-	1	3	מבוא לרובוטיקה	50109
		7.0	8	-	2	6	# שני קורסי בחירה	
		1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	-
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		16	19	סה"כ				

שנה ד' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	4.0	4	-	-	4	פרויקט גמר	50076
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
יסודות מוליכים למחצה	50003	1.5	3	3	-	-	מעבדה להתקנים אלקטרוניים	50183
בקרה א'	50018	3.5	4	-	1	3	מבוא לבקרה ליניארית מתקדמת	50099
		12.5	19	סה"כ				

שנה ד' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
-	-	1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	-
		5	7	סה"כ				

תכנית הלימודים תחום "תקשורת" - מסלול גמיש

מקרא: ש' - שיעור; ת' - תרגיל; מ' - מעבדה; ש"ס - שעות סמסטריאליות; נ"ז - נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			מס' קורס	שם הקורס
20148	פיסיקה 1 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	-	-
20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	5	3	-	8	6.5	-	-
50008	מיתוג ותכנון לוגי	3	1	-	4	3.5	-	-
60001	תכנות C	3	1	-	4	3.5	-	-
	סה"כ				20	17		

שנה א' סמסטר ב'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			מס' קורס	שם הקורס
20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20173	טורים והתמרות אינטגרליות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20077	אלגברה ליניארית	4	2	-	6	5.0	-	-
84001	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
	סה"כ				18	15.5		

שנה א' סמסטר קיץ

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			מס' קורס	שם הקורס
20170	פונקציות מורכבות	3	1	-	4	3.5	20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים
20171	משוואות דיפרנציאליות רגילות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20157	פיסיקה 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
	סה"כ				14	12		

שנה ב' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			מס' קורס	שם הקורס
50090	מבוא להנדסת חשמל	5	1	-	6	5.5	20173	טורים והתמרות אינטגרליות
20150	פיסיקה 3 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	20157	פיסיקה 2 למהנדסים
20172	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	3	1	-	4	3.5	20171	משוואות דיפר' רגילות
20156	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	-	-	2	2	1.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
-	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
	סה"כ				18	15.5		

שנה ב' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	הסתברות למהנדסים	20019
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	50009
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות	20157 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים	50015
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	1.5	3	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	20037
		1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים	50193
		13.5	18	סה"כ				

שנה ב' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	50003
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3	-	-	מעבדה להנדסת חשמל	50005
משואות דיפרנ' רגילות חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	50014
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	גלים ומערכות מפולגות	50046
		12	15	סה"כ				

שנה ג' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה	50006
-	-	2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')	50018
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים	50074
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		15	17	סה"כ				

שנה ג' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	עיבוד אותות ספרתי	50060
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה	50078
אותות אקראיים במקביל	50074	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת א'	50024
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		14	17	סה"כ				

שנה ג' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים ספרתיים	50016
מעגלים אלק' ליניאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	50184
הנדסת תקשורת א'	50024	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת ב'	51031
הנדסת תקשורת א'	50024	1.5	3	3	-	-	מעבדה לתקשורת אנלוגית	51278
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		12	16	סה"כ				

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
-	-	2.0	2	-	-	2	פרויקט גמר	50076
-	-	3.5	4	-	1	3	* בחר קורס ליבה מהקורסים מתחת לטבלה	-
-	-	3.5	4	-	1	3	** בחר אחד מקורסי הבחירה בתקשורת שמתחת לטבלה	-
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
-	-	1.5	3	3	-	-	## מעבדת בחירה בתקשורת מהמעבדות בתחתית הטבלה	-
		14	17	סה"כ				

* קורס ליבה: מערכות תקשורת ניידות ותאיות דרישת קדם הנדסת תקשורת ב' או טכניקות קליטה ושידור 51032 דרישת קדם מעגלים אלקטרוניים ליניאריים 50011 או תקשורת מחשבים 51105 דרישת קדם 50024 הנדסת תקשורת א'

** קורס בחירה מתחום תקשורת: מבוא לתקשורת אופטית 51081 דרישת קדם הנדסת תקשורת ב' 51031 או מודלים בתכנון מערכות תקשורת 51088 דרישת קדם הנדסת תקשורת א' 50024 ומעגלים אלקטרוניים ליניאריים 50011 או תקשורת ספרתית מתקדמת 51090 דרישת קדם הנדסת תקשורת ב' 51031 או מערכות תקשורת MIMO 51071 דרישת קדם הנדסת תקשורת ב' 51031

קורס בחירה מטבלת קורסי הבחירה לכלל התחומים

מעבדת בחירה בתקשורת : מעבדה לעיבוד אותות 50085 או מעבדה למיקרוגלים 50064 או מעבדה ל-RF 51056 או מעבדה לאנטנות 51279 או מעבדה לעיבוד תמונה 50161

שנה ד' סמסטר ב

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	4.0	4	-	-	4	פרויקט גמר	50076
		3.5	4	-	1	3	* בחר קורס ליבה מהקורסים מתחת לטבלה	-
		3.5	4	-	1	3	** בחר אחד מקורסי הבחירה בתקשורת שמתחת לטבלה	-
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
הנדסת תקשורת ב'		1.5	3	3	-	-	מעבדה לתקשורת ספרתית	51068
		16	19	סה"כ				

* קורס ליבה: נושאים נבחרים בעבוד אותות 50148 – דרישת קדם עבוד אותות ספרתי 50060 או מעגלי רדיו משולבים 51017 - דרישת קדם גלים ומערכות מפולגות 50046

** קורס בחירה מתחום תקשורת: מבוא לתקשורת אופטית 51081 דרישת קדם הנדסת תקשורת ב' 51031 או מודלים בתכנון מערכות תקשורת 51088 דרישת קדם הנדסת תקשורת א' 50024 ומעגלים אלקטרוניים ליניאריים 50011 או תקשורת ספרתית מתקדמת 51090 דרישת קדם הנדסת תקשורת ב' 51031 או מערכות תקשורת MIMO 51071 דרישת קדם הנדסת תקשורת ב' 51031

קורס בחירה מטבלת קורסי הבחירה לכלל התחומים

שנה ד' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
-	-	1.5	3	3	-	-	## מעבדת בחירה בתקשורת מהמעבדות בתחתית הטבלה	-
		5	7	סה"כ				

קורס בחירה מטבלת קורסי הבחירה לכלל התחומים

מעבדת בחירה בתקשורת : מעבדה לעיבוד אותות 50085 או מעבדה למיקרוגלים 50064 או מעבדה ל-RF 51056 או מעבדה לאנטנות 51279 או מעבדה לעיבוד תמונה 50161

תכנית הלימודים תחום "אנרגיה ומערכות הספק" – מסלול גמיש

מקרא: ש' – שיעור; ת' – תרגיל; מ' – מעבדה; ש"ס – שעות סמסטריאליות; נ"ז – נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20148	פיסיקה 1 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	-	-
20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	5	3	-	8	6.5	-	-
50008	מיתוג ותכנון לוגי	3	1	-	4	3.5	-	-
60001	תכנות C	3	1	-	4	3.5	-	-
		סה"כ			20	17		

שנה א' סמסטר ב'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20173	טורים והתמרות אינטגרליות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20077	אלגברה ליניארית	4	2	-	6	5.0	-	-
84001	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
		סה"כ			18	15.5		

שנה א' סמסטר קיץ

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20170	פונקציות מורכבות	3	1	-	4	3.5	20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים
20171	משוואות דיפרנציאליות רגילות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20157	פיסיקה 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
-	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
		סה"כ			16	14		

שנה ב' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
50090	מבוא להנדסת חשמל	5	1	-	6	5.5	20173	טורים והתמרות אינטגרליות
20150	פיסיקה 3 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	20157	פיסיקה 2 למהנדסים
20172	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	3	1	-	4	3.5	20171	משוואות דיפר' רגילות
20156	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	-	-	2	2	1.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
-	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
		סה"כ			18	15.5		

שנה ב' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	הסתברות למהנדסים	20019
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	50009
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות	20149 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים	50015
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	1.5	3	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	20037
		1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים	50193
		13.5	18	סה"כ				

שנה ב' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	50003
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3	-	-	מעבדה להנדסת חשמל	50005
משואות דיפרנ' רגילות חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	50014
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	גלים ומערכות מפולגות	50046
		12	15	סה"כ				

שנה ג' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה	50006
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	המרת אנרגיה א'	50012
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')	50018
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים	50074
		14	16	סה"כ				

שנה ג' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים לינאריים	50011
אותות אקראיים במקביל	50074	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת א'	50024
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה	50078
המרת אנרגיה א'	50012	3.5	4	-	1	3	מערכות הספק א'	50043
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	עיבוד אותות ספרתי	50060
		15.5	19	סה"כ				

שנה ג' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים ספרתיים	50016
מעגלים אלק' ליניאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	50184
-	-	2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
המרת אנרגיה א'	50012	1.5	3	3	-	-	מעבדה להמרת אנרגיה	50047
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		11	15	סה"כ				

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
-	-	2.0	2	-	-	-	פרויקט גמר	50076
מערכות הספק א'	50043	3.5	4	-	1	3	מערכות הספק ב'	50053
מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011	3.5	4	-		3	מערכות הספק אלקטרוניות	50051
מערכות הספק א'	50043	3.5	4	-	1	3	טכניקות מתח גבוה	50054
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		14.5	16	סה"כ				

שנה ד' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
-	-	4.0	4	-	-	-	פרויקט גמר	-
-	-	1.5	3	3	-	-	* מעבדה בתחום מערכות הספק	
-	-	1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
המרת אנרגיה א'	50012	3.5	4	-	1	3	הינע חשמלי	50025
		14	18	סה"כ				

* 50162 – מעבדה לטכניקות מתח גבוה דרישת קדם 50054 טכניקות מתח גבוה

50066 – מעבדה למערכות הספק אלקטרוניות דרישת קדם 50051 מערכות הספק אלקטרוניות

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה **שנה ד' סמסטר קיץ**

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
-	-	1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	
-	-	3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה	-
		5.0	7	סה"כ				

מתוך כלל קורסי הבחירה של הפקולטה

תכנית הלימודים – אנרגיות חלופיות ומערכות הספק משולב - גמיש

מקרא: ש' – שיעור; ת' – תרגיל; מ' – מעבדה; ש"ס – שעות סמסטריאליות; נ"ז – נקודות זכות

שנה א' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20148	פיסיקה 1 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	-	-
20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	5	3	-	8	6.5	-	-
50008	מיתוג ותכנון לוגי	3	1	-	4	3.5	-	-
60001	תכנות C	3	1	-	4	3.5	-	-
		סה"כ			20	17		

שנה א' סמסטר ב'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20173	טורים והתמרות אינטגרליות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20077	אלגברה ליניארית	4	2	-	6	5.0	-	-
84001	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
		סה"כ			18	15.5		

שנה א' סמסטר קיץ

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
20170	פונקציות מורכבות	3	1	-	4	3.5	20152	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים
20171	משוואות דיפרנציאליות רגילות	3	1	-	4	3.5	20151	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים
20157	פיסיקה 2 למהנדסים	4	2	-	6	5.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
-	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
		סה"כ			16	14		

שנה ב' סמסטר א'

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
50090	מבוא להנדסת חשמל	5	1	-	6	5.5	20173	טורים והתמרות אינטגרליות
20150	פיסיקה 3 למהנדסים	3	1	-	4	3.5	20157	פיסיקה 2 למהנדסים
20172	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	3	1	-	4	3.5	20171	משוואות דיפר' רגילות
20156	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	-	-	2	2	1.0	20148	פיסיקה 1 למהנדסים
-	לימודי תשתית	2	-	-	2	2.0	-	-
		סה"כ			18	15.5		

שנה ב' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	הסתברות למהנדסים	20019
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	50009
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות	20149 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים	50015
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	1.5	3	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	20037
		1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים	50193
		13.5	18	סה"כ				

שנה ב' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	50003
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3	-	-	מעבדה להנדסת חשמל	50005
משואות דיפרנ' רגילות חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	50014
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	גלים ומערכות מפולגות	50046
		12	15	סה"כ				

שנה ג' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה	50006
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	המרת אנרגיה א'	50012
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')	50018
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים	50074
		14	16	סה"כ				

שנה ג' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים לינאריים	50011
אותות אקראיים במקביל	50074	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת א'	50024
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה	50078
המרת אנרגיה א'	50012	3.5	4	-	1	3	מערכות הספק א'	50043
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	עיבוד אותות ספרתי	50060
		15.5	19	סה"כ				

שנה ג' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים ספרתיים	50016
מעגלים אלק' לינאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	50184
-	-	2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
המרת אנרגיה א'	50012	1.5	3	3	-	-	מעבדה להמרת אנרגיה	50047
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		11	15	סה"כ				

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	2.0	2	-	-	-	פרויקט גמר	50076
מערכות הספק א'	50043	3.5	4	-	1	3	מערכות הספק ב'	50053
מעגלים אלקטרוניים לינאריים	50011	3.5	4	-		3	מערכות הספק אלקטרוניות	50051
מערכות הספק א'	50043	3.5	4	-	1	3	טכניקות מתח גבוה	50054
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		14.5	16	סה"כ				

שנה ד' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	4.0	4	-	-		פרויקט גמר	-
-	-	1.5	3	3	-	-	* מעבדה בתחום מערכות הספק	
-	-	3.5	4	-	1	3	יסודות אנרגיה חלופית או תכן מערכות סולאריות	50175 50187
-	-	1.5	3	3	-	-	מעבדת בחירה	
המרת אנרגיה א'	50012	3.5	4	-	1	3	הינע חשמלי	50025
		14	18	סה"כ				

הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה

* 50162 – מעבדה לטכניקות מתח גבוה דרישת קדם 50054 טכניקות מתח גבוה
 50066 – מעבדה למערכות הספק אלקטרוניות דרישת קדם 50051 מערכות הספק אלקטרוניות

שנה ד' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
יסודות אנרגיה חלופית	50175	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאנרגיה חלופית	50190
-	-	3.5	4	-	1	3	רשת חכמה/ תאי דלק/ יסודות מדעיים לאנרגיה חלופית	
		5.0	7	סה"כ				

תכנית הלימודים תחום מערכות משובצות מחשב - גמיש

מקרא: ש' - שיעור; ת' - תרגיל; מ' - מעבדה; ש"ס - שעות סמסטריאליות; נ"ז - נקודות זכות.

שנה א' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
-	-	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 1 למהנדסים	20148
-	-	6.5	8	-	3	5	חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151
-	-	3.5	4	-	1	3	מיתוג ותכנון לוגי	50008
-	-	3.5	4	-	1	3	תכנות C	60001
		17	20	סה"כ				

שנה א' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	5.0	6	-	2	4	חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	טורים והתמרות אינטגרליות	20173
-	-	5.0	6	-	2	4	אלגברה ליניארית למהנדסים	20158
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	84001
		15.5	18	סה"כ				

שנה א' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
חשבון אינפיניטסימלי 2 למהנדסים	20152	3.5	4	-	1	3	פונקציות מורכבות	20170
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות רגילות	20171
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	5.0	6	-	2	4	פיסיקה 2 למהנדסים	20157
		12	14	סה"כ				

שנה ב' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			ש'	ת'	מ'		
טורים והתמרות אינטגרליות	20173	5.5	6	-	1	5	מבוא להנדסת חשמל	50090
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	3.5	4	-	1	3	פיסיקה 3 למהנדסים	20150
משוואות דיפרנציאליות רגילות	20171	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות חלקיות	20172
פיסיקה 1 למהנדסים	20148	1.0	2	2	-	-	מעבדה לפיסיקה 1 למהנדסים	20156
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		15.5	18	סה"כ				

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה](#)

שנה ב' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
חשבון אינפיניטסימלי 1 למהנדסים	20151	3.5	4	-	1	3	הסתברות למהנדסים	20019
טורים והתמרות אינטגרליות מבוא להנדסת חשמל	20173 50090	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות ליניאריות	50009
פיסיקה 2 למהנדסים טורים והתמרות אינטגרליות	20157 20173	3.5	4	-	1	3	שדות אלקטרומגנטיים	50015
		1.5	3	3	-	-	מעבדה למיקרו בקרים	50193
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	1.5	3	3	-	-	מעבדה לפיסיקה 2 למהנדסים	20037
		13.5	18				סה"כ	

שנה ב' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
מבוא להנדסת חשמל	50090	3.5	4	-	1	3	יסודות מוליכים למחצה	50003
מבוא להנדסת חשמל	50090	1.5	3	3	-	-	מעבדה להנדסת חשמל	50005
משואות דיפי' רגילות חשבון אינפי 2 למהנדסים	20171 20152	3.5	4	-	1	3	אותות ומערכות	50014
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	גלים ומערכות מפולגות	50046
		12	15				סה"כ	

שנה ג' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה	50006
תכנות C	60001	3.5	4	-	1	3	אלגוריתמים ומבני נתונים	50226
מבוא למע' ליניאריות	50009	3.5	4	-	1	3	מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')	50018
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים	50074
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		16	18				סה"כ	

שנה ג' סמסטר ב'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011
אותות ומערכות	50014	3.5	4	-	1	3	עיבוד אותות ספרתי	50060
בקרה א'	50018	1.5	3	3	-	-	מעבדה לבקרה	50078
אותות אקראיים במקביל	50074	3.5	4	-	1	3	הנדסת תקשורת א'	50024
מיתוג ותכנון לוגי תכנות C	50008 60001	3.5	4	-	1	3	מערכות הפעלה בזמן אמת	50224
		15.5	19	סה"כ				

שנה ג' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
התקני מוליכים למחצה	50006	3.5	4	-	1	3	מעגלים ספרתיים	50016
מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011	1.5	3	3	-	-	מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית	50184
		2.5	3	-	1	2	מבוא לכלכלה הנדסית	50106
תכנות C	60001	3.5	4	-	1	3	תיכון חומרה בעזרת VHDL	51111
		11	14	סה"כ				

שנה ד' סמסטר א'

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	2.0	2	-	-	2	פרויקט גמר	50076
מיתוג ותכנון לוגי	50008	3.5	4	-	1	3	אפיין ותכנון ממ"מ	50223
-	-	3.5	4	-	1	3	*קורס בחירה בתחום מהרשומים מטה	-
		3.5	4	-	1	3	** קורס בחירה	
תיכון חומרה בעזרת VHDL	51111	1.5	3	3	-	-	מעבדה מיקרופרוססורים עם רכיבי FPGA	50075
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		16	19	סה"כ				

* קורס בחירה מתחום ממ"מ:

- ראה ממוחשבת במערכות זמן אמת – דרישת קדם אינפי 2 20152 ואלגברה ליניארית 20158
- CYBER במערכות משובצות – דרישת קדם רשתות מחשבים א' 51105
- כלי פיתוח למערכות משובצות מחשב – דרישת קדם אפיין ותכנון מערכות משובצות מחשב
- מערכות אירועים בידיים - דרישת קדם אלגברה ליניארית 20158
- מבוא לארכיטקטורת מחשבים - דרישת קדם מיתוג ותכנון לוגי 50008
- ** מטבלת קורסי הבחירה להלן המשותפת לכל התחומים

הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה

שנה ד' סמסטר ב

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
-	-	4.0	4	-	-	4	פרויקט גמר	50076
		3.5	4	-	1	3	# קורס בחירה בתחום מתוך הרשימה בתחתית הטבלה	-
-	-	2.0	2	-	-	2	לימודי תשתית	-
		3.5	4	-	1	3	** קורס בחירה	-
-	-	1.5	3	3	-	-	מעבדה למערכות משובצות - זמן אמת \ מעבדה לתכונ רכיבי מחשב	-
		14.5	17	סה"כ				

* קורס בחירה מתחום ממ"מ:

- ראייה ממוחשבת במערכות זמן אמת – דרישת קדם אינפי 2 20152 ואלגברה ליניארית 20158
- CYBER במערכות משובצות – דרישת קדם רשתות מחשבים א' 51105
- כלי פיתוח למערכות משובצות מחשב – דרישת קדם אפיון ותכנון מערכות משובצות מחשב
- מערכות אירועים בידיים - דרישת קדם אלגברה ליניארית 20158
- מבוא לארכיטקטורת מחשבים - דרישת קדם מיתוג ותכנון לוגי 50008

** מטבלת קורסי הבחירה להלן המשותפת לכל התחומים

שנה ד' סמסטר קיץ

דרישות קדם		נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
שם הקורס	מס' קורס			מ'	ת'	ש'		
		3.5	4	-	1	3	** קורס בחירה	
-	-	1.5	3	3	-	-	** מעבדת בחירה	-
		5	7	סה"כ				

** מטבלת קורסי הבחירה להלן המשותפת לכל התחומים

רשימת קורסים ומעבדות בחירה לכל התחומים

הקורסים המסומנים ב-# מוגדרים כקורסי ליבה בתחום לימוד ספציפי אך מהווים קורסי בחירה לשאר התחומים.

לנוחות הסטודנטים הקורסים מחולקים לפי תחומים אך כאמור ניתן לקחת קורסי בחירה מכל התחומים.

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
קורסים מתחום אנרגיה ומערכות הספק								
50012	# המרת אנרגיה א'	3	1	-	4	3.5	50015	שדות אלקטרומגנטיים
50025	# הינע חשמלי	3	1	-	4	3.5	50012	המרת אנרגיה א'
50043	# מערכות הספק א'	3	1	-	4	3.5	50012	המרת אנרגיה א'
50047	# מעבדה להמרת אנרגיה	-	-	3	3	1.5	50012	המרת אנרגיה א'
50051	# מערכות הספק אלקטרוניות	3	1	-	4		50011	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים
50053	# מערכות הספק ב'	3	1	-	4	3.5	50043	מערכות הספק א'
50054	# טכניקות מתח גבוה	3	1	-	4	3.5	50043	מערכות הספק א'
50066	# מעבדה למערכות הספק אלקטרוניות	-	-	3	3	1.5	50051	מערכות הספק אלקטרוניות
50162	# מעבדת טכניקות מתח גבוה	-	-	3	3	1.5	50054	טכניקות מתח גבוה
50048	תכן מסננים	3	1	-	4	3	50011	מעגלים אלקטרוניים ליניאריים
50073	המרת אנרגיה ב'	3	1	-	4	3.5	50012	המרת אנרגיה א'
50081	תורת הרשתות	3	1	-	4	3.5	50090	מבוא להנדסת חשמל
50123	התקני מתח גבוה ונמוך	3	1	-	4	3.5	50015	מערכות הספק א'
50133	תכנון תפעול ופיקוד של מערכות לאספקת חשמל	2	-	-	2	2	50043	מערכות הספק א'
50153	מדידות חשמל	2	-	-	2	2	50090	מבוא להנדסת חשמל
50154	בקרת מערכות חשמל	2	-	-	2	2	50043	מערכות הספק א'
50155	מבנה תחנות כוח והשנאה	3	-	-	3	3	50043	מערכות הספק א'
50158	ספקי כח למתקני חשמל	2	-	-	2	2	50043	מערכות הספק א'
50159	חוק החשמל	2	-	-	2	2	-	אין
50160	מעבדת הינע חשמלי	-	-	3	3	1.5	50025	הינע חשמלי
קורסים מתחום הנדסת אלקטרוניקה								
50052	# בקרה אוטומטית מתקדמת (בקרה ב')	3	1	-	4	3.5	50018	בקרה א'
50077	# טכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה	3	1	-	4	3.5	50003	יסודות מוליכים למחצה
50087	# עיבוד תמונה	3	1	-	4	3.5	50060	עבוד אותות ספרתי
50143	# אנטומיה של גוף האדם	3	1	-	4	3.5	-	אין
50103	# מבוא לאלקטרואופטיקה ואופטיקה מודרנית	3	1	-	4	3.5	50046	גלים ומערכות מפולגות
50134	# יסודות ההנדסה האופטית	3	1	-	4	3.5	50046	גלים ומערכות מפולגות במקביל
50135	# טכנולוגיה של שכבות דקות	-	-	3	3	1.5	50077	טכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה
50109	# מבוא לרובוטיקה	3	1	-	4	3.5	50018	בקרה א'
50140	עקרונות מכשור רפואי	3	1	-	4	3.5	50142	פיזיולוגיה מערכתית

רשימת קורסים ומעבדות בחירה לכל התחומים - המשך

הקורסים המסומנים ב-# מוגדרים כקורסי ליבה בתחום לימוד ספציפי אך מהווים קורסי בחירה לשאר התחומים.
לנוחות הסטודנטים הקורסים מחולקים לפי תחומים אך כאמור ניתן לקחת קורסי בחירה מכל התחומים.

שם הקורס	מס' קורס	נ"ז	ש"ס	סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
				ש'	ת'	מ'		
קורסים מתחום הנדסת אלקטרוניקה								
התקני מוליכים למחצה טכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה	50006 50077	1.5	3	3	-	-	# מעבדה מתקדמת לשכבות דקות	50082
פוטוניקה ומערכות אלקטרואופטיות או יסודות ההנדסה האופטית	50035 50134	1.5	3	3	-	-	# מעבדה לאלקטרואופטיקה	50067
עקרונות מכשור רפואי במקביל	50140	1.5	3	3	-	-	# מעבדה למכשור רפואי	50139
עבוד אותות ספרתי	50060	1.5	3	3	-	-	# מעבדה לעיבוד אותות ספרתי	50085
אנטומיה של גוף האדם במקביל	50143	3.5	4	-	1	3	פיזיולוגיה מערכתית	50142
תכן רכיבים בעזרת VHDL	51111	1.5	3	3	-	-	# מעבדת VHDL	50164
תכנות C	60001	3.5	4	-	1	3	# תכן רכיבים בעזרת VHDL	51111
מיתוג ותכנון לוגי	50008	3.5	4	-	1	3	מערכות ספרתיות	50013
מיתוג ותכנון לוגי	50008	1.5	3	3	-	-	מעבדה לרכיבים לוגיים	50023
מיתוג ותכנון לוגי	50008	3.5	4	-	1	3	מיקרופרוססורים	50028
מיקרופרוססורים	50028	1.5	3	3	-	-	מעבדה במיקרופרוססורים	50030
שדות אלקטרומגנטיים	50015	3.5	4	-	1	3	פוטוניקה ומערכות אלקטרואופטיות	50035
מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011	3.5	4	-	1	3	טכנולוגיות VLSI	50061
מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50011	3.5	4	-	1	3	מודלים ותכנון מעגלים אלקטרוניים	50070
מבוא למערכות ליניאריות מיתוג ותכנון לוגי	50009 50008	3.5	4	-	1	3	רשתות עצביות	50093
בקרה א'	50018	3.5	4	-	1	3	מבוא למערכות בקרה ספרתיות	50098
בקרה א'	50018	3.5	4	-	1	3	מבוא לבקרה ליניארית מודרנית	50099
בקרה א'	50018	3.5	4	-	1	3	דינאמיקה ובקרה של לוויינים	50101
התקני מוליכים למחצה לאלקטרואופטיקה	50006	3.5	4	-	1	3	התקני מוליכים למחצה לאלקטרואופטיקה	50102
גלים ומערכות מפולגות פיסיקה 3 למהנדסים	50046 20150	3.5	4	-	1	3	מבוא ללייזרים ומגברי אור	50111
עבוד תמונה	50087	3.5	4	-	1	3	עבוד תמונה מתקדם	50112
פיסיקה 2 למהנדסים	20157	3.5	4	-	1	3	מבוא לחומרים אלקטרוניים	50115
מבוא לרובוטיקה	50109	3.5	4	-	1	3	דינאמיקה ובקרה של רובוטים	50116
מעבדה למכשור רפואי	50139	2.5	3	-	1	2	אלקטרוניקה רפואית מתקדמת	50136
מבוא לביו-מכניקה	50141	2	2	-	-	2	ביו-מכניקה מתקדמת	50137
פיזיולוגיה מערכתית בקרה א'	50142 50018	2.5	3	-	1	2	בקרה של תהליכים פיזיולוגיים	50138
עבוד תמונה	50087	1.5	3	3	-	-	מעבדה לעיבוד תמונה	50161
התקני מוליכים למחצה	50006	1.5	3	3	-	-	מעבדה להתקנים אלקטרוניים	50183

רשימת קורסים ומעבדות בחירה לכל התחומים - המשך

הקורסים המסומנים ב-# מוגדרים כקורסי ליבה בתחום ספציפי אך מהווים קורסי בחירה לשאר התחומים.

לנוחות הסטודנטים הקורסים מחולקים לפי תחומים אך כאמור ניתן לקחת קורסי בחירה מכל התחומים.

מס' קורס	שם הקורס	סוג שיעור			ש"ס	נ"ז	דרישות קדם	
		ש'	ת'	מ'			שם הקורס	מס' קורס
קורסים מתחום הנדסת אלקטרוניקה								
50157	מעבדה לאלקטרואופטיקה ואופטיקה מודרנית	-	-	3	3	1.5	50103	מבוא לאלקטרואופטיקה ואופטיקה מודרנית
50163	מעבדה מתקדמת בבקרה אוטומטית	-	-	3	3	1.5	50078	מעבדה לבקרה
50167	מבוא לבקרה מתקדמת ורובוטית	3	1	-	-	3.5	50018	בקרה א'
קורסים מתחום הנדסת תקשורת								
51031	# הנדסת תקשורת ב'	3	1	-	-	3.5	50024	הנדסת תקשורת א'
50096	# עבוד אותות ספרתי מתקדם	3	1	-	-	3.5	50060	עבוד אותות ספרתי
51105	# רשתות מחשבים	3	1	-	-	3.5	50024	הנדסת תקשורת א'
51094	# מערכות תקשורת ניידות ותאיות	3	1	-	-	3.5	51031	הנדסת תקשורת ב'
51032	# טכניקות קליטה ושידור	3	1	-	-	3.5	50024 50011	הנדסת תקשורת א' מעגלים אלקטרוניים ליניאריים
51278	# מעבדה לתקשורת אנלוגית	3	-	3	3	1.5	50024	הנדסת תקשורת א'
51068	# מעבדה לתקשורת ספרתית	3	-	3	3	1.5	51031	הנדסת תקשורת ב'
51091	טכניקות בתקשורת נתונים	3	1	-	-	3.5	50014	אותות ומערכות
50017	מעבדה לעיבוד אותות ספרתי בזמן אמת	3	1	-	-	3.5	50060 50085	עיבוד אותות ספרתי מעבדה DSP
50029	מבוא למיקרוגלים	3	1	-	-	3.5	50046	גלים ומערכות מפולגות
50033	התפשטות גלים	3	1	-	-	3.5	50046	גלים ומערכות מפולגות
50036	אנטנות וקרינה	3	1	-	-	3.5	50046	גלים ומערכות מפולגות
50046	מעבדה מתקדמת למיקרוגלים	-	-	3	3	1.5	50029 51075	מבוא למיקרוגלים או מבוא למעגלי תדרי רדיו
50107	מבוא לתאימות אלקטרומגנטית	3	1	-	-	3.5	50036	אנטנות וקרינה
50108	מערכות להמרה ולעיבוד של אותות בזמן	3	1	-	-	3.5	50028 50060	מיקרופרוססורים עיבוד אותות ספרתי
50148	נושאים נבחרים בעיבוד אותות	3	1	-	-	3.5	50060	עיבוד אותות ספרתי
51004	רשתות גישה מהירה	3	1	-	-	3.5	51105	רשתות מחשבים
51029	תקשורת לוויינים	3	1	-	-	3.5	51031	הנדסת תקשורת ב'
51037	רשתות מקומיות ומרחביות	3	1	-	-	3.5	51105	רשתות מחשבים
51038	מעבדה לתקשורת נתונים	-	-	3	3	1.5	51105	רשתות מחשבים
51041	מערכות חוזי	3	-	-	-	3	50060	עיבוד אותות ספרתי
51053	מעבדת טכניקות קליטה ושידור	-	-	3	3	1.5	51032	טכניקות קליטה ושידור במקביל
51056	מעבדה ל-RF	3	-	3	3	1.5	50046	גלים ומערכות מפולגות
51071	מערכות תקשורת MIMO	3	1	-	-	3.5	50046 51031	גלים ומערכות מפולגות הנדסת תקשורת ב'
51075	מבוא למעגלי תדרי רדיו	3	1	-	-	3.5	50046 50011	גלים ומערכות מפולגות מעגלים אלקט' ליניאריים

רשימת קורסים ומעבדות בחירה לכל התחומים - המשך

הקורסים המסומנים ב-# מוגדרים כקורסי ליבה בתחום לימוד ספציפי אך מהווים קורסי בחירה לשאר התחומים.
לנוחות הסטודנטים הקורסים מחולקים לפי תחומים אך כאמור ניתן לקחת קורסי בחירה מכל התחומים.

שם הקורס	מס' קורס	דרישות קדם			סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
		נ"ז	ש"ס	מ'	ת'	ש'			
קורסים מתחום תקשורת									
גלים ומערכות מפולגות	50046	3.5	4	-	1	3	מעגלי רדיו משולבים	51077	
הנדסת תקשורת ב'	51031		4	-	1	3	מבוא לתורת הצפינה	51078	
הנדסת תקשורת ב' במקביל	51031	3.5	4	-	1	3	מבוא לתקשורת אופטית	51081	
מבוא לתקשורת אופטית הנדסת תקשורת ב'	51081 51031	3.5	4	-	1	3	מבוא לתקשורת אופטית לא-ליניארית	51082	
הנדסת תקשורת ב'	51031	3.5	4	-	1	3	מבוא לרשתות אופטיות	51083	
הנדסת תקשורת ב'	51031	3.5	4	-	1	3	מבוא לשיטות אפנון בתקשורת אופטית	51084	
מבוא לתקשורת אופטית	51081	1.5	3	3	-	-	מעבדה לתקשורת אופטית	51085	
רשתות מחשבים	51105	3.5	4	-	1	3	תכן וניתוח רשתות תקשורת	51087	
הנדסת תקשורת א' מעגלים אלקטרוניים ליניאריים	50024 50011	3.5	4	-	1	3	מודולים בתכנון מערכות תקשורת	51088	
הנדסת תקשורת ב'	51031	3.5	4	-	1	3	תקשורת ספרתית מתקדם	51090	
תכנות C	60001	3.5	4	-	1	3	מערכות תוכנה להנדסת תקשורת	51098	
יסודות מוליכים למחצה	50003	3.5	4	-	1	3	התקנים קוונטיים לתקשורת	51099	
הנדסת תקשורת ב' עיבוד אותות ספרתי	51031 50060	3.5	4	-	1	3	סימולציה של מערכות תקשורת	51100	
גלים ומערכות מפולגות	50046	1.5	3	3	-	3	מעבדה לחישובים נומריים	51101	
עיבוד אותות ספרתי	50060	3.5	4	-	1	3	מבוא לעיבוד אותות דיבור	51120	
עיבוד אותות ספרתי	50060	3.5	4	-	1	3	מערכות שמע	51122	
הנדסת תקשורת ב'	51031	3.5	4	-	1	3	טכניקות בתקשורת רחבת סרט	51276	
רשתות מחשבים	51105	3.5	4	-	1	3	רשתות מחשבים ב'	51277	
אנטנות וקרניה	50036	1.5	3	3	-	3	מעבדה לאנטנות	51279	

שם הקורס	מס' קורס	דרישות קדם			סוג שיעור			שם הקורס	מס' קורס
		נ"ז	ש"ס	מ'	ת'	ש'			
קורסים מתחום מערכות משובצות מחשב									
מיתוג ותכנון לוגי	50008	3.5	4	-	1	3	אפיון ותכנון מערכות מ"מ	50223	
תכנות C	60001		4	-	1	3	מערכות הפעלה זמן אמת	50224	
אפיון ותכנון מערכות מ"מ	50223	3.5	4	-	1	3	כלי פיתוח למערכות מ"מ	50225	
תכנות C	60001	3.5	4	-	1	3	אלגוריתמים ומבנה נתונים	50226	
אלגברה ליניארית אינפי 1	20077 20151	3.5	4	-	1	3	ראיה ממוחשבת	50227	
אלגברה ליניארית אינפי 1	20077 20151	3.5	4	-	1	3	מערכות אירועים בדידים	50228	
-	-	3.5	4	-	1	3	מבוא לארכיטקטורת מחשבים	50229	
תכנות C	60001	1.5	3	3	-	-	מעבדה למערכות זמן אמת מ"מ	50230	

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה](#)

התכנית לתואר שני (M.Sc.) בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה

תכנית הלימודים

תכנית הלימודים לתואר שני בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה (ללא תזה) כוללת שלושה תחומי לימוד:

- א. תחום מערכות ואלקטרוניקת הספק
- ב. תחום אלקטרוניקה (אלקטרואופטיקה, ובקרה)
- ג. תחום תקשורת

מבנה תכנית הלימודים

תכנית הלימודים נפרסת על פני שנתיים. הקורסים מרוכזים ליומיים בשבוע – יום אחד בשעות אחה"צ והערב, ויום שישי. בסמסטר הקיץ מוצעים בדרך כלל מספר קורסי בחירה.

תכנית הלימודים מורכבת משנים עשר קורסי חובה ובחירה, סמינר מחלקתי ופרויקט גמר. התכנית מחייבת צבירת 42 נקודות זכות.

תכנית הלימודים

נ"ז	הקורסים
3	קורס חובה במתמטיקה
9	שלושה קורסי חובה בעלי אוריינטציה פיסיקלית מתמטית
6	שני קורסי חובה במסלול שנבחר
18	ששה קורסי בחירה מתוך קורסי הבחירה לתואר שני
6	פרויקט גמר
42 נ"ז	סה"כ לתואר

תכנית הלימודים – פירוט לפי תחומים ושנות לימוד

תחום מערכות ואלקטרוניקת הספק

שנה	סמ'	מספר קורס	קורס	נ"ז/שעות	דרישת קדם
א'	א'	55003	מתמטיקה מתקדמת	3	-
		55203	מערכות בקרה של הינע חשמלי	3	-
		55011	בקרה אוטומטית מתקדמת	3	-
	ב'	55013	מיתוג רך וממירים עם קבלי מיתוג	3	-
		55028	מערכות הספק מתקדמות	3	-
		55204	התקני מערכות הספק	3	-
ב'	א'	-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
	ב'	55501	פרויקט גמר	6	-
		-	קורס בחירה	3	-
		-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		55501	פרויקט גמר	-	-
		55502	סמינר טכנולוגי*	-	-

תחום אלקטרוניקה

שנה	סמ'	מספר קורס	קורס	נ"ז/שעות	דרישת קדם
א'	א'	55003	מתמטיקה מתקדמת	3	-
		55014	עבוד אותות ספרתי מתקדם	3	-
		55031	תורת הקוונטים	3	-
	ב'	55017	אופטיקה קוונטית	3	תורת הקוונטים (55031)
		55016	עיבוד תמונה מתקדם	3	-
		55032	נושאים נבחרים באופטיקה	3	-
ב'	א'	-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		55501	פרויקט גמר	6	-
	ב'	-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		55501	פרויקט גמר	-	-
		55502	סמינר טכנולוגי*	-	-

תחום הנדסת תקשורת

שנה	סמ'	מספר קורס	קורס	נ"ז/שעות	דרישת קדם
א'	א'	55003	מתמטיקה מתקדמת	3	-
		55014	עבוד אותות ספרתי מתקדם	3	-
		55411	נושאים בתקשורת ספרתית	3	-
	ב'	55034	תקשורת אופטית מודרנית	3	-
		55024	תורת המידע	3	-
		55025	מערכות תקשורת רדיו	-	-
ב'	א'	-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		55501	פרויקט גמר	6	-
	ב'	-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		-	קורס בחירה	3	בהתאם לקורס שנבחר
		55501	פרויקט גמר	-	-
		55502	סמינר טכנולוגי*	-	-

קורסי בחירה בתואר שני

מס' הקורס	קורס	נ"ז/שעות	דרישת קדם
55004	ניתוח מטריציאלי ותהליכים אקראיים במערכות הספק	3	-
55010	שיטות חישוביות באלקטרומגנטיות	3	-
55011	# בקרה אוטומטית מתקדמת	3	-
55012	מערכות חלוקה במתח גבוה	3	-
55013	# מיתוג רך וממירים עם קבלי מיתוג	3	-
55014	# עבוד אותות ספרתי מתקדם	3	-
55015	התפשטות גלים מתקדם	3	מתמטיקה מתקדמת (55003)
55016	# עבוד תמונה מתקדם	3	-
55017	# אופטיקה קוונטית	3	-
55022	# התקנים משולבים לתקשורת אופטית	3	-
55023	נושאים נבחרים בהתפשטות גלים	3	-
55024	# תורת המידע	3	-
55025	# מערכות תקשורת רדיו	3	-
55028	מערכות הספק מתקדמות	3	-
55031	תורת הקוונטים	3	-
50032	# נושאים נבחרים באופטיקה	3	-
55102	מאפני אור מרחביים	3	-
55103	נושאים נבחרים בסיבים אופטיים	3	-
55104	מעבדה מתקדמת לאלקטרואופטיקה	3	-
55105	רשתות עצביות מתקדמות	3	-
55106	מיקרו-אופטיקה ואופטיקה דיפרקטיבית	3	-
55202	רכיבים ומעגלים מגנטיים	3	-
55203	מערכות בקרה של הינע חשמלי	3	-
55204	התקני מערכות הספק	3	-
55205	מערכות הגנה בפני ברקים	3	-
55206	אמינות של מערכות הספק	3	-
55207	מעבדה מתקדמת למערכות הספק אלקטרוניות	3	-
55208	שיטות הגנה במערכות הספק	3	-
55209	ממירים FB, TL	3	מיתוג רך וממירים עם קבלי מיתוג (55013)

מס' הקורס	קורס	נ"ז/שעות	דרישת קדם
55210	אנרגיות חילופיות	3	-
55301	חומרים אלקטרוניים	3	-
55303	מיקרוסקופיה אלקטרונית	3	-
55305	מערכות מיקרו-אלקטרו-מכניות	3	-
55307	דיודות לייזר	3	-
55308	קוד אופטימאלי	3	-
55309	חיישנים היו רפואיים	3	-
55314	יישומים של סיבים אופטיים	3	-
55401	תאימות אלקטרומגנטית מתקדמת	3	-
55402	יסודות תקשורת קוונטית	3	-
55403	נושאים נבחרים בתהליכים אקראיים	3	-
55404	נושאים מתקדמים בהתקנים קוונטיים לתקשורת	3	-
55405	תקשורת אופטית לא ליניארית	3	-
55406	נושאים מתקדמים בתקשורת ניידת ותאית	3	-
55407	מערכות תקשורת לוויינים	3	-
55408	תכן מעגלי מיקרוגל משולבים	3	-
55409	שיטות סנכרון בתקשורת ספרתית	3	-
55410	מעבדה מתקדמת לתקשורת	3	-
55411	# מערכות תקשורת מתקדמות	3	-
55412	אנטנות חכמות במערכות רדיו	3	-
55415	תכן מודולים בתקשורת אלחוטית	3	-

קורסי חובה בתחום ספציפי אך ניתן לקחת כקורסי בחירה בתחומים האחרים

נוהל הלימודים לתואר שני בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה

מעודכן לתאריך 22.7.2010

מבוא

תכנית הלימודים לתואר שני ללא תזה בפקולטה להנדסה במכון טכנולוגי חולון נועדה לאפשר לימודי המשך מתקדמים לבוגרי תואר ראשון מצטיינים של מוסדות אקדמיים המוכרים ע"י המועצה להשכלה גבוהה. תכנית הלימודים לתואר שני פותחה ע"י הסגל הבכיר של המכון יחד עם אנשי מפתח בתעשיות האלקטרוניקה המתקדמות ומטרתה לספק מהנדסים ברמה גבוהה לתעשיות העילית (High-Tech) בתחומי המחקר והפיתוח.

הכללים המופיעים בנוהל זה מהווים הרחבה, השלמה וביאורים של תקנון הלימודים לתואר שני של המכון הטכנולוגי חולון. במידה שתימצא סתירה בין האמור במסמך זה לבין תקנון הלימודים המוסדי לתואר שני, יגברו הוראות תקנון הלימודים המוסדי לתואר שני של המכון הטכנולוגי חולון.

במסמך זה, תקנון הלימודים לתואר שני של המכון הטכנולוגי חולון מופיע במלואו באות רגילה. הכללים הייחודיים לפקולטה להנדסה מופיעים במסגרת ובאות מודגשת.

נוהל זה יחול על סטודנטים שנרשמו ללימודים בתואר שני לשנת הלימודים תש"ע או לאחר מכן.

הגדרת התואר ומסלולי ההתמחות

תכנית הלימודים לתואר שני המתוארת במסמך זה מעניקה למסיימים תואר "מוסמך במדעים להנדסת חשמל ואלקטרוניקה" ללא תזה (M.Sc. – Master of Science in Electrical and Electronic Engineering). התכנית כוללת שלושה מסלולי התמחות:

אלקטרו-אופטיקה ועיבוד תמונה.

הנדסת תקשורת.

מערכות הספק ואלקטרוניקת הספק.

בעת ההרשמה ידרג המועמד את סדר העדיפויות שלו למסלול התמחות בטופס הרישום, אך ההחלטה הסופית נתונה בידי וועדת הקבלה שעשויה, עקב אילוצים, לבחור עבורו מסלול שאינו בראש הדירוג שביקש (לדוגמה, כאשר יש רישום יתר למסלול מסוים, או שמסלול לא יפתח כתוצאה מביקוש נמוך).

תכניות הלימודים והדרישות בכל אחד ממסלולי ההתמחות מפורטים בידיעון.

1. כללי

1.1. תקנון זה בא לקבוע את כללי הלימוד בתכניות לתואר שני במכון טכנולוגי חולון, ובכללם כללי הרישום ללימודים, קבלה ללימודים, עמידה בדרישות מעבר משנה לשנה ואת הדרישות לקבלת התואר.

1.2. בסמכות כל פקולטה לקבוע כללים נוספים, המרחיבים והמשלימים תקנון זה, ובכללם, בין השאר, החמרה ו/או הרחבה של דרישות לתואר, תנאי הרישום, הקבלה ותנאי המעבר משנה לשנה, דרישות לקבלת התואר, כללים לביצוע עבודת הגמר, התאמת דרישות הלימוד לתוכן ופילוסופית הלימודים בתכנית וכן נהלי עבודה פנימיים ללימודי התואר השני. כללים אלה יפורסמו בידיעון הלימודים של הפקולטה לאחר אישורם ע"י

הרשויות האקדמיות של המכון. במידה שתימצא סתירה בין הכללים לבין תקנון זה, יקבעו הוראות תקנון זה.

1.3. בנוסף לאמור בתקנון זה יחולו על הסטודנט לתואר שני שאר התקנות הרלוונטיות של המכון ובהם תקנון משמעת סטודנטים, נוהל בחינות (כפוף לשינויים שיופיעו בתקנון זה ולנאמר בנהלי תואר שני של הפקולטה), הנוהל למניעת הטרדה מינית וכל נוהל אחר המחייב את כלל הסטודנטים במכון.

2. הוועדה ללימודי מוסמכים

- 2.1. כל פקולטה במכון שבה תכנית לימודים לתואר שני מפעילה מטעמה ועדה ללימודי מוסמכים (להלן "הוועדה"). הרכב הוועדה וסדרי עבודתה ייקבעו ע"י הפקולטה.
- 2.2. הוועדה ללימודי מוסמכים פועלת כוועדת הקוריקולום וועדת ההוראה של הלימודים לתואר שני.
- 2.3. הוועדה ללימודי מוסמכים פועלת גם כוועדת הקבלה ללימודי התואר השני ובתוקף תפקידה זה קובעת את מעמדו האקדמי של הסטודנט שהתקבל ללימודים ואת הדרישות להשלמת לימודים לפני לימודי התואר, במידה ותידרשנה.
- 2.4. הוועדה ללימודי מוסמכים אחראית למעקב אחר עמידתו של הסטודנט בדרישות הלימודים, מחליטה על מצבו האקדמי של הסטודנט, ובסמכותה לאשר תכנית לימודים חריגה של סטודנט, ולאשר מקרים חריגים של מעמד הסטודנט בלימודים ולאשר לימודים חלקיים במכון.
- 2.5. הוועדה ללימודי מוסמכים, בשיבתה כוועדת הלימודים, מחליטה על הרחקה מלימודים מסיבות אקדמיות, כמפורט בסעיף 16 להלן.

הוועדה ללימודי מוסמכים בפקולטה להנדסה

הלימודים לתואר שני בפקולטה להנדסה ינוהלו ע"י הוועדה ללימודי מוסמכים של הפקולטה, כמוגדר בסעיף 2 של תקנון הלימודים לתואר שני של המכון הטכנולוגי חולון, שתהיה רשאית להעביר חלק מסמכויותיה למי שימונה מטעמה. הוועדה ללימודי מוסמכים תהווה, בכל ענייני התוכנית ללימודי מוסמכים, גם ועדת הוראה וועדת קוריקולום.

במידה וראש התוכנית ללימודי מוסמכים לא יהיה זמין לתקופה העולה על שבועיים, ימלא את מקומו דקאן הפקולטה או מי שימונה ע"י דקאן הפקולטה כמחליף זמני.

3. רישום מועמדים ללימודי התואר השני

- 3.1. רשאים להירשם ללימודים לקראת התואר השני מועמדים בעלי תואר "בוגר" בתחום הלימודים לתואר שני, או בעלי תואר זהה, המוענק ע"י מוסד להשכלה גבוהה מוכר בישראל, בציון גמר 80 לפחות.
- 3.2. רשאים להירשם ללימודים בעלי תואר ראשון בתחום שונה, ובלבד שתחום התואר הראשון שלהם יהיה רלוונטי לתחום התואר השני, כמפורט בנהלי הפקולטה. סטודנט שיתקבל על פי סעיף זה, יהיה מעמדו "סטודנט שלא מן המניין", כמפורט בסעיף 4.2 ויהיה עליו להשלים חובות שיוטלו עליו ע"י הוועדה, תוך פרק זמן שייקבע על ידה.
- 3.3. במקרים חריגים, יוכלו להירשם ללימודים מועמדים אשר ציון הגמר שלהם נמוך מ-80 אך לא נמוך מ-75. סטודנט שיתקבל על פי סעיף זה, יהיה מעמדו "סטודנט במעמד על

תנאי" והוא יחויב להשלים חובות שיוטלו עליו ע"י הוועדה, תוך פרק זמן שייקבע על ידה, ושלא יעלה על שנת לימודים אחת.

3.4. כל פקולטה או יחידת לימוד, מוסמכת לקבוע תנאי קבלה מיוחדים לאמור לעיל.

תנאי רישום וקבלה

הוועדה ללימודי מוסמכים תמנה, לפי הצורך, וועדת קבלה או וועדות קבלה למועמדים חדשים ללימודי תואר שני בפקולטה.

תנאי הרישום אינם תנאי קבלה – ועדת הקבלה של הפקולטה תשקול את קבלתו של כל מועמד ע"פ שיקולים שונים הכוללים, בנוסף לכישוריו את מספר המועמדים הכללי והישגיהם ואת מספר המקומות המוצע. הוועדה רשאית לדחות את קבלתם של מועמדים גם אם עמדו בתנאי סף הרישום.

מועמד לתואר שני בפקולטה להנדסה חייב לעמוד בדרישות הקבלה המתפרסמות ב"מדריך לנרשם" בתחילת כל שנה אקדמית. כתנאי סף לרישום על המועמד לקיים את התנאים הבאים:

א. הוא בעל תואר ראשון בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה ממוסד אקדמי המוכר ע"י המועצה להשכלה גבוהה.

ב. ממוצע ציוניו בתואר ראשון אינו נופל מסף הרישום ועומד כיום על 80. לצורך חישוב הממוצע לתואר ראשון ישוקלל כל ציון ע"פ מספר נקודות הזכות שלו.

ג. מועמד מצטיין שסיים תואר ראשון בציון העומד בתנאי ב' לעיל, אך תחום לימודיו היה במקצוע הנדסי אחר או בפיזיקה, יוכל להגיש בקשה מיוחדת שתישקל ע"י וועדת הקבלה.

ד. ועדת הקבלה עשויה לשקול, במקרים מיוחדים וחריגים, לאפשר רישום סטודנט שממוצע ציוניו נמוך במקצת מסף הרישום.

4. מעמד (סטאטוס) של סטודנט לתואר שני

בכפוף לנוהלי הפקולטה אליה הוא משתייך, מועמד ללימודים לתואר שני, יסווג ע"י הוועדה באחד מקבוצות המעמד (סטאטוס) הבאות:

4.1 "סטודנט מן המניין"

4.1.1. סטודנט בעל תואר "בוגר" בציון גמר 80 לפחות, שנרשם ללימודים לקראת תואר שני, עמד בתנאי הקבלה הכלליים של המכון ובתנאים המיוחדים של יחידת הלימוד אליה ביקש להתקבל וועדת הקבלה של יחידת הלימוד אישרה את קבלתו ללימודים ללא צורך בהשלמות.

4.1.2. סטודנט שעבר ממעמד "על תנאי" או לומד שעבר ממעמד "שלא מן המניין" למעמד מן המניין, כמפורט בסעיפים 4.2.3 או 4.3.2 בהתאם.

4.2 "סטודנט במעמד על תנאי"

4.2.1. במעמד זה ימצאו סטודנטים שהתקבלו ללימודים בתכנית לתואר שני והעונים על אחד מהקריטריונים הבאים:

4.2.1.1. סטודנט בעל תואר ראשון, אשר הוועדה התנתה את קבלתו ללימודים במספר השלמות מצומצם מלימודי התואר הראשון, או סטודנט שחסרות לו דרישות קדם לקורס(ים) בתואר השני. סטודנט שיתקבל על פי סעיף זה,

הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה

יהיה עליו להשלים קורסים בתחום ו/או קורסי השלמה, כפי שיוטלו עליו ע"י הוועדה, תוך פרק זמן שייקבע על ידה ובלבד שלא יעלה על שנת לימודים אחת.

4.2.1.2. סטודנט שציונו הסופי בלימודי התואר הראשון הינו נמוך מ-80 אך לא נמוך מ-75, ואשר הוועדה אישרה את קבלתו ללימודים, יהיה עליו להשלים מטלות שתטיל עליו הוועדה, כגון השגת ממוצע ציונים מסוים בלימודי השנה הראשונה וכיוצא בזה ובלבד שפרק הזמן לא יעלה על שנת לימודים אחת.

4.2.1.3. מועמד ללימודים שוועדת הקבלה אישרה את קבלתו ללימודים ולא המציא את כל מסמכי זכאות לתואר "בוגר" ו/או גיליון ציונים סופי. מסמכי הזכאות יומצאו תוך פרק הזמן שקבעה ועדת הקבלה ובלבד שפרק הזמן לא יעלה על שנת לימודים אחת.

4.2.2. הוועדה תציין במכתב הקבלה של "סטודנט במעמד על תנאי" את פרוט ההשלמות, התנאים והמועד לסיימם ואת פרוט המסמכים החסרים.

4.2.3. "סטודנט במעמד על תנאי" יעבור למעמד "סטודנט מן המניין" אם יעמוד בתנאים שהותנה בעת קבלתו ללימודים ובדרישות האקדמיות של יחידת הלימוד בה הוא לומד ולימודיו יוכרו בתוקף למפרע (רטרואקטיבית).

4.2.4. "סטודנט במעמד על תנאי" יהיה זכאי לקבל אישור על הישגיו בלימודים (גיליון ציונים) בציון מעמדו.

4.2.5. לא עמד "סטודנט במעמד על תנאי" בתנאים שהוטלו עליו בתוך פרק הזמן שנקבע – לא יורשה להמשיך בלימודיו.

4.3. מעמד "שלא מן המניין"

4.3.1. במעמד זה יימצאו מועמדים העונים על אחד מהקריטריונים הבאים:

4.3.1.1. בעל תואר ראשון בתחום שונה מתחום התכנית לתואר שני, ובלבד שתחום התואר הראשון שלו יהיה רלוונטי לתחום התואר השני, כמפורט בנהלי הפקולטה. מועמד שיתקבל על פי סעיף זה, יהיה עליו להשלים קורסים מלימודי התואר הראשון בתחום ו/או קורסי השלמה, כפי שיוטלו עליו ע"י הוועדה, תוך פרק זמן שייקבע על ידה.

4.3.1.2. בעל תואר ראשון, כמוגדר בסעיף 4.2.1.1 לעיל, שנתוני הקבלה שלו גבוהים במיוחד. הוועדה, לפי שיקול דעתה, תאפשר לו לקחת, בנוסף ללימודי ההשלמה, קורסי תואר שני כלימודי צבירה, להבחן בהם ולקבל עבורם נקודות זכות. בכל מקרה, לימודי הצבירה לא יעלו על שליש מסך נקודות הזכות הנדרשות לתואר שני. הדרישות במעמד זה, ותנאי המעבר למעמד "סטודנט מן המניין" יקבעו בנהלי הפקולטה.

4.3.1.3. סטודנט לתואר ראשון במכון, הלומד בשנת הלימודים האחרונה לקראת התואר, שהממוצע המצטבר שלו גבוה במיוחד. הוועדה, לפי שיקול דעתה, תאפשר לו לקחת, קורסי תואר שני כלימודי צבירה, להבחן בהם ולקבל עבורם נקודות זכות. בכל מקרה, לימודי הצבירה לא יעלו על שליש מסך נקודות הזכות הנדרשות לתואר שני. הדרישות במעמד זה, ותנאי המעבר למעמד "סטודנט מן המניין" יקבעו בנהלי הפקולטה.

4.3.1.4. סטודנט שוועדת הקבלה אישרה את קבלתו ללימודים לקראת תואר שני וביקש ללמוד בהיקף לימודים חלקי בלבד והוועדה אישרה את בקשתו. סטודנט זה אינו נחשב לסטודנט "מן המניין". במעמד זה הוא רשאי לקחת

קורסי תואר שני כלימודי צבירה, להבחן בהם, ולקבל עבורם נקודות זכות. בכל מקרה, לימודי הצבירה לא יעלו על שליש מסך נקודות הזכות הנדרשות לתואר שני. הדרישות במעמד זה, ותנאי המעבר למעמד "סטודנט מן המניין" יקבעו בנהלי הפקולטה.

לימודי צבירה בפקולטה להנדסה

ראה פרוט של לימודי הצבירה בהמשך – תחת הכותרת "שלבי הלימודים"

4.3.2. לומד במעמד "שלא מן המניין" יאושר כסטודנט "מן המניין" על פי החלטת הוועדה ולימודיו יוכרו בתוקף למפרע (רטרואקטיבית) אם עמד בתנאים שהותנו בעת קבלתו ללימודים בתוך פרק הזמן שנקבע.

4.3.3. לומד במעמד "שלא מן המניין" שלא עמד בתנאי שהוטל עליו בתוך פרק הזמן שנקבע – לא יורשה להמשיך בלימודיו.

דרישות השלמה

וועדת הקבלה רשאית להתנות את קבלתו של תלמיד בקורסי השלמה מתוכנית תואר ראשון במקרים הבאים:

א. לסטודנט חסרים קורסים מסוימים שאינם מאפשרים לסטודנט להתמודד עם קורסי מסלול ההתמחות אליו התקבל הסטודנט.

ב. התואר הראשון של הסטודנט אינו בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה, וע"פ דעת הוועדה הוא זקוק להשלמות מתחום הנדסת חשמל ואלקטרוניקה.

ג. הסטודנט התקבל כמקרה חריג עם ממוצע ציוני תואר ראשון נמוך מסף הרישום.

ד. כל שיקול אחר לפי ראות עיניה של וועדת הקבלה.

וועדת הקבלה רשאית לקבוע תקבע מהו ציון המינימום שעל הסטודנט להשיג בכל אחד מקורסי ההשלמה, מהו הממוצע שעליו להשיג בכל קורסי ההשלמה, ותוך כמה זמן עליו להשלים קורסים אלו, כלומר להשתתף בהם, להבחן בהם, ולקבל ציונים.

סטודנט הלומד בשנה ד' של התואר הראשון בפקולטה להנדסה שבמכון הטכנולוגי חולון, ושמוצע ציוניו עד כה הוא 90 ומעלה רשאי להירשם ללימודי התואר השני. הרישום יהיה אך ורק באישור דקאן הפקולטה להנדסה. סטודנט שיתקבל ללימודי צבירה יהיה רשאי ללמוד בשנה האחרונה ללימודי התואר הראשון לא יותר משני קורסים של התואר שני.

הלימודים בקורסי ההשלמה אינם נכללים במניין נקודות הזכות שעל הסטודנט לצבור במהלך לימודיו לתואר השני, והציונים בהם לא יהוו חלק ממוצע הציונים שלו לתואר שני.

5. דרישות בשפה האנגלית ו/או בשפה העברית

5.1. בסמכות הפקולטה לחייב סטודנט שגמר את התואר הראשון במוסד אקדמי מחוץ למדינת ישראל, בלימודי השלמה בעברית ו/או באנגלית. הדרישות השלמה אלו יקבעו ע"י הוועדה ללימודי מוסמכים של הפקולטה.

5.2. בכל מקרה, מובהר בזאת כי ידיעת השפות העברית והאנגלית הכרחית ללימודי תואר שני, ואי שליטה באחת מהן או בשתייהן לא תהווה עילה להקלות לימודים כלשהן.

6. הכרה בלימודים קודמים לקראת תואר שני

6.1. סטודנט, אשר סיים בהצלחה קורס או קורסים לתואר שני במוסד אקדמי מוכר רשאי להגיש בקשה לוועדה ללימודי מוסמכים בפקולטה אליה הוא משתייך בבקשה להכיר בקורסים אלו.

6.2. הזכאות לפטור תינתן בתנאים הבאים:

6.2.1. הסטודנט לא קיבל תואר שני במוסד אחר על סמך הקורס(ים).

6.2.2. רמת הקורס אינה נופלת מרמת קורסים לתואר שני בפקולטה.

6.2.3. פטור מקורס חובה בתואר שני על סמך קורס שנלקח במוסד אחר יינתן רק אם קיימת התאמה בתוכן הקורסים.

6.2.4. פטור מקורס בחירה יינתן אם תוכן הקורס רלוונטי למסלול ההתמחות של הסטודנט.

6.2.5. לא חלה על קורס זה התיישנות, כמפורט בסעיף 10 (התיישנות לימודים) להלן.

6.2.6. הציון שהושג בקורס אינו נמוך מ- 65 ואינו נמוך מסף המעבר בתוכנית/מוסד בו נלמד, או סף מעבר אחר כפי שקבעה הפקולטה.

6.3. הוועדה תקבע אם נתקיימו הכללים לעיל.

6.4. בסמכות הפקולטה לקבוע החמרה בכללים לעיל.

6.5. סטודנט שקיבל פטור מקורסים יחויב בכל מקרה ללמוד במכון לפחות שליש מתכנית הלימודים ולא פחות משנת לימודים אחת וכן יחויב בביצוע פרויקט גמר.

פטור מקורסים

סטודנט בתואר השני ראשי לבקש פטור מקורס אותו למד במסגרת לימודי המשך במוסד אקדמי מוכר אחר. בקשה לאישור יש להגיש בליווי המלצת ראש התכנית ללימודי מוסמכים או וועדת ההוראה של הפקולטה. הוועדה ללימודי מוסמכים תשקול בקשה זאת בתנאים הבאים:

א. הסטודנט קיבל בקורס זה ציון 75 לפחות.

ב. לבקשת הפטור צורפו הנתונים הבאים: סילבוס, היקף שעות, מקום ומועד הלימוד.

ג. לא חלה התיישנות על קורס זה.

ד. הסטודנט לא ניצל את נקודות הזכות של הקורס שלמד בעבר לצורך תואר אקדמי קודם.

במידה ובקשת הסטודנט תאושר, יחולו עליו הכללים הבאים:

א. סטודנט שקיבל פטור מקורסים יחויב בכל מקרה ללמוד במכון לפחות שליש מתכנית הלימודים ולא פחות משנת לימודים אחת וכן יחויב בביצוע פרויקט גמר.

ב. לא ניתן לקבל פטור על פרויקט הגמר.

ג. הציונים בקורסים המהווים בסיס לפטור אינם נכללים בשקלול של ציון הגמר.

למרות האמור לעיל, סטודנט שלמד בלימודים קודמים קורס אשר הוועדה תמצא אותו כשקול לקורס חובה לתואר שני בפקולטה ולא חלה עליו התיישנות, אך ניצל את נקודות הזכות שלו לתואר קודם, יוכל לקבל פטור מקורס החובה אך יצטרך לקחת במקומו קורס בחירה נוסף.

שלב הלימודים

הלימודים לתואר שני בפקולטה להנדסה כוללים בדרך כלל שני שלבים:

שלב הצבירה – בשלב זה הלומד יבצע את כל ההשלמות שנדרש לבצע ע"י ועדת הקבלה או ועדת הוראה. כמו כן יסיים הלומד בשלב זה חלק מקורסי החובה, כולל קורסי חובה מסלוליים בתחום הלימודים שבחר. בשלב הצבירה, מעמדו של הלומד יהיה "שלא מן המניין" כמוגדר בתקנון הלימודים לתואר שני. האפשרות להתקבל ללימודים בשלב הצבירה כפופה לאישור המכון על פי שיקוליו.

שלב הלימודים מן המניין – בשלב זה ישלים הסטודנט את יתרת הדרישות לקבלת התואר.

על הסטודנט לצבור בהצלחה, בשני השלבים יחד, 42 נקודות זכות (נ"ז), כולל עבודת הגמר.

שלב הצבירה

בשלב זה הלומד נרשם לקורסי תואר שני, אך אינו נחשב עדיין כסטודנט מן המניין. על הלומד לעמוד בתנאים הבאים:

א. הלומד רשאי להיות בשלב הצבירה שנתיים לכל היותר.

ב. על הלומד לסיים בהצלחה לפחות שני קורסים לשנה בתקופת שלב הצבירה.

ג. על הלומד לסיים בהצלחה חלק מקורסי החובה, כולל קורסי חובה במסלול ההתמחות אליו הוא רשום, לרבות רישום חוזר לקורס חובה לאחר כישלון וסימומו מחדש בהצלחה. הלומד לא יוכל לעבור ולהיות סטודנט מן המניין עם כישלון בקורס חובה.

ד. בשלב הצבירה יכול התלמיד ללמוד עד שליש מנקודות הזכות של תכנית הלימודים.

ה. כדי שיוכל להמשיך לשלב הבא, ממוצע הציונים של הסטודנט בשלב הצבירה חייב להיות 75 לפחות.

לצורך לימודי תואר שני בתוכנית זאת, ציון "עובר" מוגדר כ-65 ומעלה

הלומד יכול לעבור משלב הצבירה למעמד סטודנט מן המניין כשיעמוד בדרישות המעבר שפורטו למעלה. על הלומד להגיש בקשה לשינוי סטאטוס למרכז ללימודי מוסמכים. מעבר כזה יכול להתבצע בתחילת כל סמסטר.

אין מעבר "אחורה" מסטאטוס "מן המניין" לשלב הצבירה לאחר תחילת הסמסטר הראשון של שנת הלימודים הראשונה בסטאטוס "מן המניין".

קורסי ההשלמה, במידה והוטלו על הסטודנט, יש להשלים בתקופת הצבירה, אלא עם נקבע בעת קבלת הלומד אחרת. קורסי השלמה אינם מקנים נ"ז, אינם מחושבים בממוצע הציונים, ואינם נמנים על הקורסים לצורך סעיף ב' לעיל, אלא נוספים להם.

הלומד יוכל להגיש בקשה למעבר לסטאטוס "מן המניין" לפני תום שנתיים בשלב זה אם הוא עומד בשאר דרישות המעבר, ואם יצהיר כי יוכל להקדיש את מרבית זמנו ללימודים; בקשות מנומקות מסוג זה יבחנו ע"י הוועדה ללימודי מוסמכים בפקולטה, או נציגה, והחלטת הוועדה תהיה סופית.

7. מכסת הלימודים לתואר השני

7.1. מכסת הלימודים לתואר שני תהיה כפי שנקבעה ואושרה לכל תכנית לימודים.

8. משך הלימודים לתואר השני

8.1. משך הלימודים לתואר שני לסטודנט מהמניין הוא שנתיים.

8.2. במקרים מיוחדים וע"פ שיקול דעתה של הוועדה ניתן להאריך את הלימודים בשנה נוספת אחת.

מהלך הלימודים

הלימודים בשלב "מן המניין" כפופים לכללים הבאים:

א. בשלב זה ישלים התלמיד את יתרת הדרישות לקבלת התואר, כולל סיום ובחינה בכל הקורסים ופרויקט הגמר והשלמה של מכסת נקודות הזכות הנדרשת.

ב. הסטודנט חייב למצוא מנחה, ולהגיש הצעה לפרויקט גמר, לא יאוחר מתום הסמסטר הראשון לקבלתו לשלב "מן המניין". אי עמידה בתנאי זה יגרום להרחקתו מהלימודים.

רישום לקורסים

בידיעון מפורטים קורסי החובה וקורסי הבחירה המוצעים ע"י הפקולטה בכל מסלולי ההתמחות. לכל קורס מצוינים דרישות הקדם, מספר שעות הלימוד ומספר נקודות הזכות שהקורס מקנה. לפני תחילת כל סמסטר הסטודנט ירכיב לעצמו מערכת לימודים לפי הקורסים המוצעים ויבצע רישום לקורסים דרך אתר האינטרנט או במזכירות מוסמכים. מומלץ כי סטודנט שיש לו מנחה לעבודת הגמר יתייעץ אתו לגבי בחירת הקורסים. מנחה עבודת הגמר רשאי לחייב את הסטודנטים לקחת קורס, או קורסים, הקשורים לדעתו לתחום עבודת הגמר. ניתן לבצע רישום רק לאחר הסדרת תשלום שכר לימוד. תלמיד שלא הסדיר התשלומים המערכת תחסום אוטומטית אפשרות להזנת רישום לקורסים. בנוסף, עשויה המערכת לחסום בפני הסטודנט את הרישום אם לא מצא מנחה בתום הסמסטר הראשון לקבלתו מן המניין או שלא עמד בהוראות תקנון זה, או שהוכרז כסטודנט במצב אקדמי לא תקין.

שינויים בתכנית הלימודים

א. ניתן לבצע שינוי רישום לקורסים (רישום וביטול) במשך השבועיים הראשונים של כל סמסטר.
ב. הוספה והסרה של קורסים מותנות באישור ראש התכנית ללימודי מוסמכים או הוועדה ללימודי מוסמכים. במקרה של הוספת רישום קורס, על הסטודנט להשלים את החומר שהחסיר באחריותו.

ג. ביטול רישום לקורס מותנה בהגשת בקשה בכתב למרכז ללימודי מוסמכים עד תום השבוע השני לסמסטר ובקבלת אשור לשינוי.

ד. אם לא הגיעה בקשת ביטול לקורס, או שהיא נדחתה, והסטודנט לא השתתף בקורס כנדרש ו/או לא ניגש לבחינה, ייחשב כאילו השתתף בקורס וקיבל בו ציון "נכשל". לסטודנט תהיה אפשרות לרישום חוזר לאותו קורס, (או לקורס חלופי עבור קורס בחירה), באישור ראש התכנית ללימודי מוסמכים או הוועדה ללימודי מוסמכים. ציון "נכשל" ייחשב ככישלון לצורך סיום התואר.

רישום חוזר לקורס

רישום חוזר לקורס יאושר במקרים הבאים:

א. סטודנט שנכשל בקורס חובה רשאי להירשם לאותו קורס פעם נוספת אחת בלבד.

- ב. סטודנט אינו רשאי לחזור על יותר מקורס חובה אחד.
- ג. סטודנט שלמד ונבחן בקורס מסוים רשאי לחזור ולהירשם אליו, על מנת לשפר את ציונו. במקרה כזה הציון האחרון שיקבל יהיה הציון הקובע (גם אם יהיה נמוך מהציון הראשון) והוא ישמש לחישוב הממוצע המשוקלל. אישור רישום חוזר בקורס בחירה, לצורך שיפור ציון, יינתן רק פעם אחת.
- ד. סטודנט שנכשל בקורס בחירה יכול להגיש בקשה לראש התכנית ללימודי מוסמכים או הוועדה ללימודי מוסמכים לרישום חוזר לאותו קורס או לקורס חלופי.
- ה. לא יינתנו אישורים לקורס חוזר או לקורס חלופי (לאחר כישלון או לשיפור ציון) ביותר משני קורסי בחירה.
- ו. לצורך תקנון זה יחשב ציון "לא נבחן" כציון "נכשל".
- ז. רישום לקורס חוזר מכל סיבה שהיא מחויב בתשלום כפי שיקבע ע"י מנהלת המכון.
- ח. רישום לקורס חלופי במקום קורס בו הסטודנט נכשל מחויב בתשלום כפי שיקבע ע"י מנהלת המכון.
- ט. במניין הקורסים שהסטודנט חזר בהם או החליף אותם יכללו סך הקורסים הן משלב הצבירה והן משלב "מן-המניין".

לתשומת לב הסטודנט:
לא ניתן לחזור על קורס יותר מפעם אחת.
ניתן לחזור רק על קורס חובה אחד.
ניתן לחזור, או להחליף, עד שני קורסי בחירה בלבד.

9. חופשה מלימודים

- 9.1. סטודנט מן המניין המבקש חופשה מלימודים, יפנה בכתב את בקשתו למינהל הסטודנטים, יפרט את בקשתו בצירוף המלצת המנחה או ראש המסלול. הבקשה תועבר לאישור הוועדה.
- 9.2. החופשה מהלימודים תהיה לתקופה שלא תפחת מסמסטר אחד. סך החופשות שסטודנט רשאי לקבל בכל במהלך לימודיו לתואר שני לא יעלה על 12 חודשים.
- 9.3. סטודנט שאושרה לו חופשה מלימודים לא יורשה להשתתף בקורסי תואר שני בזמן החופשה.
- 9.4. סטודנט שלא ישוב ללימודים עם תום החופשה המאושרת, יופסקו לימודיו.
- 9.5. תקופת או תקופות החופשה מלימודים לא יכללו בתחשיב משך הזמן לסיום התואר.

10. התיישנות לימודים

- 10.1. חופשה מלימודים של עד 12 חודשים, כמפורט בסעיף 9 (חופשה מלימודים) לעיל, לא תגרום להתיישנות הקורסים בהם עמד הסטודנט בהצלחה לפני הפסקת לימודיו.
- 10.2. סטודנט שהפסיק לימודיו במכון ביזמתו, רשאי להגיש בקשה לוועדה. בסמכות הוועדה להורות על קבלתו ולקבוע היקף ההכרה בקורסים בהם עמד בעבר בהצלחה.
- 10.3. הפסקת לימודים של למעלה מחמש שנים אקדמיות תגרום להתיישנות כל הקורסים בהם למד הסטודנט לפני הפסקת לימודיו. ההתיישנות זאת תחול גם על קורסים שנלמדו בלימודי המשך או במוסד אקדמי אחר עוד לפני לימודיו במכון.

11. סדרי הלימודים

סדרי הלימודים לתואר שני במכון יהיו על פי סעיף "סדרי הלימודים" בתקנון הלימודים לתואר ראשון.

12. בחינות וציונים בקורסים

- 12.1. בלימודי התואר השני לא יתקיימו מועדי ב'. לכל קורס ייקבע מועד בחינה סופית אחד.
- 12.2. ציון המעבר הנמוך ביותר הוא 65. בסמכות הפקולטה לקבוע ציון מעבר גבוה יותר.
- 12.3. קורסי השלמה מתואר ראשון ו/או קורסי השלמה מיוחדים, כאמור בסעיפים 4.2.1.1 ו-4.3.1.1 לעיל, אינם מזכים בנקודות זכות וציונם לא יהווה מרכיב בציון המשוקלל לתואר.

13. הכרה בקורסים מתכנית לימודים לתואר ראשון

- 13.1. בסמכות ועדת הלימודים של התואר השני לאשר קורסים נבחרים מלימודי התואר הראשון כעומדים בדרישות לתואר שני, להלן "קורסים ברמה מקבילה".
- 13.2. לא יוכרו יותר משני קורסים ברמה מקבילה. קורס ברמה מקבילה יקנה ללומדים לתואר שני 3 נקודות זכות לכל היותר.
- 13.3. קורס ברמה מקבילה לא יוכר לתואר שני אם הסטודנט כבר קיבל עבורו זיכוי לקראת התואר הראשון.
- 13.4. סטודנט אשר למד לתואר ראשון בקורס הזהה בתכניו לקורס הניתן בתכנית לתואר שני, לא ילמד את הקורס מחדש. במידת הצורך, הועדה תציע קורס חלופי.

קורסי רמה מקבילה

מספר קורסים בתוכנית הלימודים של הפקולטה להנדסה במכון הטכנולוגי חולון מוגדרים כקורסי רמה מקבילה. סטודנט לתואר ראשון רשאי (בכפוף לתנאים בהמשך סעיף זה) להשתתף בקורסים אלו.

סטודנט לתואר שני רשאי להגיש בקשה להכרה בקורסי "ברמה מקבילה" שנלמדו על ידיו במסגרת התואר ראשון, בתנאים הבאים:

א. הקורסים לא נכללו במניין נקודות הזכות והממוצע המשוקלל של התואר ראשון.

ב. הציון בכל אחד מקורסים אלו יהיה לפחות 75.

ג. לא חלה על קורסים אלו התיישנות.

על קורסי רמה מקבילה יחול הכלל הבא: סטודנט שלמד בלימודים קודמים קורס אשר הוועדה תמצא אותו כשקול לקורס חובה לתואר שני בפקולטה ולא חלה עליו התיישנות, אך ניצל את נקודות הזכות שלו לתואר קודם, יוכל לקבל פטור מקורס החובה אך יצטרך לקחת במקומו קורס בחירה נוסף.

כל קורס רמה מקבילה יכול להקנות לתואר שני 3 נ"ז לכל היותר.

14. כישלון בקורסים

- 14.1. סטודנט שלא נרשם לו ציון של לפחות 65 בקורס יקבל ציון "נכשל" בקורס.
- 14.2. סטודנט שלא ניגש לבחינה ולא אושר לו מועד מיוחד יקבל ציון "נכשל" בקורס.
- 14.3. סטודנט שנכשל בקורס חובה יוכל להירשם לאותו קורס פעם נוספת אחת בלבד. כישלון חוזר באותו קורס יקרא "כישלון סופי בקורס" והסטודנט לא יורשה להמשיך בלימודיו.
- 14.4. סעיף 16.2 (תנאי הפסקת לימודים מסיבות אקדמיות) להלן מפרט את תנאי ההרחקה מלימודים בגין כישלון בקורסים.
- 14.5. סטודנט המעוניין לחזור על קורס שעבר אותו בהצלחה, על מנת לשפר את ציוניו, ירשם מחדש לקורס. במקרה כזה הציון האחרון שקיבל ייחשב לממוצע המשוקלל. רישום חוזר לקורס לצורך שיפור ציון, יתאפשר רק פעם אחת לאותו קורס ולא יותר מאשר בשני מקרים במהלך הלימודים לתואר.

בחילות וציונים בקורס

- א. בכל קורס, בתום כל סמסטר, תתקיים בחינה מסכמת על כל חומר הלימוד של הקורס.
- ב. לכל קורס יקבע מועד בחינה אחד בלבד – אין מועד ב' לבחילות בתואר השני.
- ג. לצורך לימודי תואר שני בתוכנית זאת, ציון "עובר" מוגדר כ-65 ומעלה.
- ד. בדרך כלל, לפחות 70% מהציון הסופי בקורס ייקבע ע"פ בחינת הגמר. בקורסים מסוימים ניתן לתת יותר מ-30% מציון הקורס ע"פ עבודת קורס או סמינר: על כל קורס כזה לקבל אישור של הוועדה ללימודי מוסמכים (כוועדת קוריקולום לתואר שני) לפני פתיחת הסמסטר. אופן חישוב הציון של כל קורס יופיע בסיבוס שיחולק לסטודנטים בתחילתו.
- ה. על מרצה הקורס להודיע בתחילת הקורס איזה חומר עזר, אם בכלל, יותר בבחינה. במידה וחומר עזר זה יהיה דף או מספר דפי נוסחאות, הם יצורפו לשאלון הבחינה ותוכנם יפורסם לפני סיום הסמסטר ולפני הבחינה.
- ו. סטודנט אשר לא יוכל לגשת לבחינה ו/או להגיש עבודה במקצוע מסוים במועד הרגיל עקב סיבה שתוכר כמוצדקת על-ידי הוועדה ללימודי מוסמכים (למשל: מילואים, מחלה, וכו'), יהיה זכאי לגשת לבחינה ו/או להגיש עבודה (בהתאם לנדרש משאר הסטודנטים בקורס) ב"מועד מיוחד". לבחילות ו/או עבודות ב"מועד מיוחד" יש להגיש בקשה באמצעות המרכז ללימודי מוסמכים.
- ז. סטודנט הרשום לקורס, נעדר מהבחינה, והיעדרותו לא תוכר כמוצדקת, יקבל בקורס זה ציון "נכשל".
- ח. הבחילות בקורסים יתקיימו בדרך כלל בתקופת הבחילות המוגדרת במכון.

15. תנאי המעבר משנה לשנה

- הוועדה ללימודי מוסמכים תבצע הערכת הישגים לכל סטודנט בתום כל שנה ממועד קבלתו למעמד סטודנט "מן המניין". על פי ההערכה ייקבע מצבו האקדמי של הסטודנט:
- 15.1. מצב אקדמי "תקין": הסטודנט עמד בדרישות המעבר כפי שנקבעו בנהלי הפקולטה.
- 15.2. מצב אקדמי "לא תקין":

15.2.1. סטודנט שלא עמד, מסיבות אקדמיות ו/או מנהליות, בדרישות הנקובות בתקנון זה ו/או בנהלי הפקולטה. הועדה רשאית לקבוע, על פי שיקול דעתה, שהוא במצב אקדמי "לא תקין". מצב אקדמי "לא תקין" יחול ממועד החלטת הועדה בנדון.

15.2.2. על סטודנט במצב אקדמי "לא תקין" לשפר הישגיו לפי הנחיות הועדה או מי שנקבע מטעמה.

15.2.3. מצב אקדמי "לא תקין" יהיה מוגבל לתקופה של לא יותר משנה אחת. לא עמד הסטודנט בדרישות – לא יורשה להמשיך בלימודיו.

סטודנט במצב אקדמי לא תקין בפקולטה להנדסה

בנוסף להנחיות הכלליות, מצב אקדמי לא תקין יוכרז במקרים הבאים:

א. סטודנט שנכשל בקורס חובה אחד וטרם חזר עליו בהצלחה.

ב. סטודנט שנכשל בשני קורסי בחירה.

ג. סטודנט שלא אושרה לו בקשה לפרויקט גמר עד תחילת הסמסטר השני של לימודיו כסטודנט מן המניין.

ד. סטודנט שסיים את הסמסטר השני של השנה השנייה של לימודיו כסטודנט מהמניין, אך לא סיים את מכסת נקודות הזכות לתואר ולא אושרה לו (או לא הוגשה) בקשת הארכה לשנה שלישית.

ה. סטודנט שנכשל בדו"ח הביניים לעבודת הגמר וטרם הגיש דו"ח ביניים מתוקן בציון עובר.

ו. סטודנט שנותרה לו חצי שנה או פחות למועד סיום התואר, אך טרם הגיש דו"ח ביניים שני לעבודת הגמר.

ז. סטודנט שנכשל בבחינת עבודת הגמר וטרם עבר בהצלחה בחינה חוזרת.

המרכז ללימודי מוסמכים יקיים מעקב אחרי מצבם של כל הסטודנטים, ולקראת תחילת הסמסטר הראשון והסמסטר השני בכל שנה ידווח לראש התוכנית ללימודי מוסמכים על כל הסטודנטים הנמצאים ע"פ כללים אלו במצב אקדמי לא תקין. לאחר בדיקה, ישלח ראש התוכנית ללימודי מוסמכים הודעות לכל הסטודנטים הנמצאים במצב אקדמי לא תקין.

לסטודנטים במצב אקדמי לא תקין תחסם האפשרות לרישום עצמאי לקורסים באמצעות המערכת הממוחשבת, והם יחויבו להגיש את רשימת הקורסים שהם מעוניינים להירשם אליהם לאישור מנחה עבודת הגמר שלהם, אשר יעבור עליה ויכין רשימה סופית של קורסים שעליהם לקחת בסמסטר, אותה יעביר לרישום ידני לרכזת התוכנית ללימודי מוסמכים.

לסטודנטים במצב אקדמי לא תקין שאין להם מנחה לעבודת גמר ימונה מנחה זמני מבין חברי הסגל הקשורים למסלול התמחות זה ע"י ראש מסלול ההתמחות שלהם. במידת האפשר, איש הסגל שימונה כמנחה זמני יהפוך למנחה עבודת הגמר של אותו סטודנט.

תנאי מעבר משנה לשנה

בנוסף להנחיות הכלליות על תנאי המעבר משנה לשנה, על הסטודנט לעמוד בתנאים הבאים:

א. סטודנט שהתקבל לסטאטוס מן המניין ישירות עם קבלתו לתואר שני חייב לסיים לפחות ארבעה קורסים (12 נ"ז) בשנה. סטודנט שעבר לסטאטוס מן-המניין לאחר שעבר בהצלחה את שלב הצבירה חייב לסיים לפחות שלושה קורסים (9 נ"ז) בשנה. חישוב הקורסים לעניין זה אינו כולל את עבודת הגמר.

ב. ממוצע הציונים המשוקלל המצטבר של הסטודנט (כולל שלב הצבירה) חייב להיות 75 או יותר.

ג. לצורך לימודי תואר שני בתוכנית זאת, ציון "עובר" מוגדר כ-65 ומעלה.

ד. עליו למצוא מנחה לפרויקט הגמר, להגיש הצעה לפרויקט גמר ולקבל עליה את אישור רכז הפרויקטים לתואר שני עד סוף הסמסטר השני של שנת הלימודים הראשונה במעמד "מן המניין".

ה. עליו להציג בכתב את הסכמת מנחה הפרויקט, הממליץ על המעבר לשנה הבאה. מנחה הפרויקט יכול להתנות הסכמה זאת בלקיחת או אי-לקיחת קורסים ספציפיים, בכפוף לתוכנית הקורסים המוצעים, ומכסת הקורסים (נ"ז) שנשארה לסטודנט.

16. הפסקת לימודים מסיבות אקדמיות

16.1. הוועדה תפסיק את לימודיו של סטודנט שלא עמד בדרישות שהוגדרו בתוכנית הלימודים ו/או הישגיו במקצועות הלימוד ו/או בעבודת הגמר לא יהיו ברמה הנדרשת לקבלת התואר.

16.2. לימודי הסטודנט יופסקו במקרים הבאים:

16.2.1. לא עמד בתנאי הקבלה שהוטלו עליו.

16.2.2. לא עמד באחד או יותר מתנאי המעבר משנה לשנה.

16.2.3. נכשל "כישלון סופי" בקורס חובה או שנכשל בשני קורסי חובה שונים.

16.2.4. צבר ארבעה כישלונות בסה"כ. במניין הכישלונות יכללו גם כישלונות בקורסי בחירה ושני כישלונות באותו קורס.

16.2.5. לא עמד בדרישות עבודת הגמר.

16.2.6. לא עמד בלוח הזמנים הנדרש לסיום התואר.

16.3. סטודנט שהופסקו לימודיו מסיבות אקדמיות וסבר שהחלטה להפסיק לימודיו שגויה, רשאי לבקש תוך שבועיים ממועד מסירת ההודעה אודות ההחלטה דיון חוזר בוועדה. סגן הנשיא ישתתף בדיון החוזר. החלטת הוועדה בדיון החוזר תהיה סופית.

16.4. סטודנט שלימודיו הופסקו מסיבות אקדמיות, יוכל להירשם מחדש לפקולטה בתום שנה להפסקת לימודיו, בכפוף לכללי הקבלה וההתיישנות.

17. עבודת הגמר

17.1. נהלי הפקולטה מפרטים את כללי הכנת עבודת הגמר (פרויקט הגמר), שלביה, סדרי ההנחיה, כתיבת ספר הפרויקט, כתיבת הדו"ח הסופי וההגנה עליו.

17.2. הדו"ח הסופי של עבודת הגמר יוגש בדרך כלל בשפה העברית. סטודנט יהיה רשאי להגיש בקשה לכתיבת עבודת הגמר בשפה האנגלית. בקשה כזאת חייבת להיות מלווה בהמלצת המנחה, ותידון ע"י הוועדה. בכל מקרה דו"ח העבודה יכלול תקציר בעברית.

17.3. הדו"ח הסופי לעבודת הגמר חייב להיות בר-פרסום וחשוף לציבור הרחב.

17.4. על הסטודנט המגיש עבודת גמר לוודא שהעבודה עומדת בכללי הקניין הרוחני.

17.5. המכון מאפשר לסטודנט ומעודד אותו לבצע עבודת גמר מחקרית, גם במסגרת הדרישות לתואר שני ללא תזה.

פרויקט גמר (עבודת גמר)

פרויקט הגמר הנו חלק מרכזי בדרישת הלימודים לתואר שני ללא תזה. הוא מזכה את הסטודנט ב-6 נ"ז, ומהווה "קורס" חובה. נושא זה מטופל בהרחבה ב**בנהל הגשת פרויקטי גמר**, המהווה את נספח א' למסמך זה.

18. קבלת התואר

סטודנט "מן המניין" זכאי לקבלת תואר אם עמד בדרישות הבאות:

- 18.1. עמד בכל דרישות התכנית וסיים בהצלחה את לימודי כל הקורסים בתוכנית בציון ממוצע של 75 לפחות.
- 18.2. מילא אחר כל התחייבויותיו למכון, עמד בכל הדרישות הלימודיות והסדיר את כל ענייני המנהליים.

19. ציון סופי לתואר השני

- 19.1. כל פקולטה מוסמכת לקבוע את אופן שקלול הציון הסופי לתואר השני. מרכיבי הציון הם: ציון פרויקט הגמר ו/או ציון בחינת הגמר (בתכנית או במסלול בו נדרשת בחינת גמר) וכן ציוני הסטודנט בקורסים, בעבודות הסמינריוניות וכיו"ב. עם קבלת אישור הזכאות לתואר הציון הופך לסופי.
- 19.2. סטודנט שלא נזקף לחובתו כישלון כלשהו, ולמד קורסי בחירה עודפים, רשאי לבקש שלא לכלול בציון הגמר קורס אחד, בתנאי שקורס זה אינו נמנה על קורסי החובה. קורס זה לא יכלל בשקלול הציון הסופי. הבקשה תוגש לפני מועד אישור הזכאות לתואר.

20. הענקת תואר שני בהצטיינות או בהצטיינות יתרה

- 20.1. תנאי מינימאלי לבדיקת זכאותו של סטודנט לקבל תעודת תואר שני בהצטיינות הוא ציון סופי 90 ומעלה, ובהצטיינות יתרה – 95 ומעלה.
- 20.2. כללים אלה הם בבחינת כללי מינימום. כל פקולטה רשאית לקבוע כללים מחמירים מאלה.
- 20.3. רישום ההצטיינות או הצטיינות יתרה בתעודת התואר השני על פי סעיף זה אינה זכות מוקנית. המכון רשאי לקבוע את אחוז הבוגרים הזכאים להצטיינות או הצטיינות יתרה.

21. תחולה

תחולת תקנון זה מיום פרסומו.

תוכן הקורסים (סילבוסים) בתכנית לתואר ראשון

הסילבוסים מסודרים בסדר עולה של מספרי הקורסים

50003 – יסודות מוליכים למחצה Semiconductors A

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 20150 פיסיקה 3

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט את היסודות הפיסיקליים של המוליכים למחצה. מטרת הקורס היא להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בתופעות הפיסיקליות במל"מ ושיקולים בניתוח התקני מל"מ.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא לפיסיקה של מצב מוצק.
2. מודל קוונטי של מצב מוצק, מבנה גבישי, פסי אנרגיה.
3. מושגי יסוד במל"מ - תכונות חשמליות של מל"מ.
4. רמות פרמי, צפיפות מצבים במל"מ.
5. מל"מ עצמותי ולא-עצמותי, היינון ונושאי מטען חופשיים.
6. ניידות נושאי מטען ומוליכות חשמלית.
7. פעפוע של נושאי המטען, משוואת הרציפות.
8. מדידות חשמליות במל"מ, תופעת הול.
9. תכונות אופטיות של מל"מ, ניסוי היינס-שוקלי.
10. צומת PN – ריכוז נושאי מטען ניידים.
11. אופייניים סטטיים של דיודת PN.
12. פריצות צומת PN, בקיעה, מפולת וזנר.
13. מגע מתכת מל"מ, דיודת שוטקי.
14. התנהגות דינאמית של דיודה, מודל אות קטן ואת גדול, קיבול צומת וקיבול דיפוזיה, מיתוג דיודות.

ספרי לימוד:

1. אדיר בר-לב וגדי גולן, "מוליכים למחצה", 20402, בהוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 1996.
2. אדיר בר-לב וגדי גולן, "התקני מוליכים למחצה ומיקרואלקטרוניקה", 20403, בהוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 2000.

ספרי עיון:

1. D. A. Neamen, Semiconductor Physics and Devices, 3rd edition, McGraw Hill, New York, 2003.
2. Kasper S. O., Principles of Electrical Engineering Materials and Devices, McGraw-Hill Boston, 1997.
3. Van Zeghbroeck, Bart J., "Principles of Semiconductor Devices", University of Colorado at Boulder, 1999. 5. <http://ece-www.colorado.edu/~bart/book>

50005 - מעבדה להנדסת חשמל Electrical Engineering Laboratory

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50090 מבוא להנדסת חשמל

מטרת הקורס:

מטרת הקורס להקנות לסטודנט ידע בביצוע ניסויים במעגלים חשמליים בסיסיים. בקורס זה יכיר הסטודנט את מכשירי המדידה החשמליים: אנלוגיים וספרתיים, וילמד את חוקי מעגלי החשמל ומשפטי רשת באופן ניסיוני.

הנושאים שיילמדו במעבדה:

1. הכרת מכשירי מדידה ושיטות מדידה בזרם וברמת חילופין.
2. הכרת מחולל אותות ומשקף תנודות.
3. מעגלים פשוטים בזרם ישר.
4. משפטי רשת.
5. מעגלים בזרם חילופין.
6. גשרים בזרם ישר וברמת חילופין.
7. תנודות במעגל טורי.
8. תנודות במעגל מקבילי.
9. רשתות הדדיות.
10. תהליכי מעבר במעגלים ליניאריים עם רכיב ראקטיבי אחד.
11. תהליכי מעבר במעגלים ליניאריים עם שני רכיבים ראקטיביים.

ספרי לימוד:

1. א. שנקמן, עורך, מעבדה להנדסת חשמל (מערכת ניסויים), המרכז לחינוך טכנולוגי, חולון, 1995
2. Hayt, W.H., Kemmerly, J.E., "Engineering Circuit Analysis", McGraw-Hill, 1986.

50006 - התקני מוליכים למחצה

Semiconductor Devices - B

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50003 יסודות מוליכים למחצה

מטרות הקורס :

מטרת הקורס היא להקנות ידע תיאורטי ויישומי בתכונות החשמליות והאופטיות של חומרים, התקנים חל-קטבים ודו-קטבים, התקנים קולטי אור ופולטי אור. דגש יושם על הפיסיקה של פעולתם בשילוב עקרונות חישוב והבנה מערכתית של התקנים אלקטרוניים ואלקטרו-אופטיים.

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר התקני מוליכים למחצה בסיסיים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. חזרה ליסודות מל"מ – משואות יסוד, פיסיקה של מצב מוצק.
2. תכונות אופטיות של מבודדים ומל"מ.
3. התקני צומת – טרנזיסטור צומת, התקנים רב-צמתיים (TRIAC, SCR)
4. התקני תוצא שדה – קבל, טרנזיסטור תוצא שדה (FET), טרנזיסטור (MOSFET), ו-CMOS.
5. התקני קולטי אור – גלאי אור וגלאי חום, תאים פוטו-וולטאיים, התקנים פרואלקטריים.
6. התקני מל"מ פולטי אור – דיודה פולטת אור (LED), דיודת לייזר.
7. צגים – MEMS, CRT, TFEL, PLASMA, LCD.

ספרי לימוד:

1. אדיר בר-לב וגדי גולן, "מוליכים למחצה" בהוצאת האוניברסיטה הפתוחה (קורס מספר 20402) – 1996.
2. אדיר בר-לב וגדי גולן, "התקני מוליכים למחצה ומיקרואלקטרוניקה" בהוצאת האוניברסיטה הפתוחה (קורס מספר 20403) – 2000.
3. Barlev, A, "Semiconductors and electronic devices", Prentice Hall, New York 1993.
4. Van Zeghbroeck, Bart J., "Principles of Semiconductor Devices", University of Colorado at Boulder, 1999. 5. <http://ece-www.colorado.edu/~bart/book>

ספרי עיון:

1. Neamen D. A., Semiconductor Physics and Devices, McGraw-Hill, 2003.

2. Kasap S. O. Principles of Electrical Engineering Materials and Devices, McGraw_Hill, 2003.
3. Sze S.M., "Physics of Semiconductor Devices", John Wiley & Sons, NY 1981.

50008 - מיתוג ותכנון לוגי

Switching and Logic Design

אופן הוראה: שיעור ותרגול
 שעות שבועיות: 4
 נקודות זיכוי: 3.5
 דרישות קדם: אין

מטרות הקורס:

הקניית ידע בסיסי בעקרונות מתמטיים של מערכות ספרתיות והכרת האריתמטיקה הבינרית שלהם. בנוסף ייסקרו שיטות של תכן לוגי במערכות צירופיות עם זיכרון ובלעדיו. כמו כן יידונו מערכות עקיבה סינכרוניות וא-סינכרוניות, משולבות במערכים לוגיים מוכללים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. ייצוג מספרים ובסיסי ספירה.
2. אריתמטיקה בינארית וקודים.
3. אלגברת מיתוג בוליאנית.
4. מערכות צירופים ומימושן.
5. שיטות מינימיזציה.
6. תכנון לוגי של מערכות צירופים.
7. מעגלים לוגיים בסיסיים.
7. תכנון לוגי במעגלים מוכללים.
8. מערכות עקיבה סינכרוניות.
9. פישוט מערכות עקיבה ותכנון.
10. מערכות עקיבה א-סינכרוניות.

ספרי לימוד:

1. מערכות ספרתיות, מורי מנו, האוניברסיטה הפתוחה – 20272, (+ מדריך למידה), 1988.
2. Langholz, K., digital logic design Brown Publisher 1988.
3. Greenfield, Y. Practical Digital Design. John Wiley, 1983.
4. Mano, M. Digital Design, Prentice-Hall, 1984.
5. Katz, R. H. Contemporary Logic Design. Benjamin Cummings 1997.

50009 - מבוא למערכות ליניאריות

Introduction to Linear Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50090 מבוא להנדסת חשמל, 20154 מתמטיקה להנדסת חשמל

כללי:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר אותות ומערכות בסיסיים. מטרת הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בניתוח וכתובת משואות המתארות אותות ומערכות פיסיקליות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מושגים בפתרון משואות דיפרציאליות ליניאריות בשיטות קלסיות, ובעזרת התמרות לפלס.
2. משפטי יסוד בהתמרות לפלס, משפטי הערך הסופי וההתחלתי, משפטי ההזזה בזמן ובתדירות (Shifting theorems), התמרות לפלס של אותות לא רציפים בעזרת משפט ההזזה.
3. נגזרת מורכבת.
4. תגובה להלם, אינטגרל הקונבולוציה ומשפט הקונבולוציה של מערכות ליניאריות רציפות.
5. ניתוח של מערכות מיכניות, חשמליות ואלקטרו-מיכניות על ידי משואות דיפרנציאליות ליניאריות, ופתרון בעזרת התמרות לפלס.
6. פונקציות תמסורת, ותאורן בעזרת אפסים וקטבים.
7. יציבות מערכות רציפות.
8. דיאגרמות מלבניות.
9. תאורה מערכות ליניאריות במרחב מצב, ופתרון במישור הזמן והתדירות.
10. מערכות בדידות ומשואות הפרש. התמרת Z ושימושיה. יציבות מערכות בדידות, ניתוח במישור Z.

ספר לימוד:

1. ד"ר סידי, מ. מבוא למערכות ליניאריות: חוברת הדרכה. 1998

ספרי עיון:

1. Cheng, D. Analysis of Linear Systems. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co., 1974
2. D'Azzo, J. I. and Houpis, C. H. Linear System Analysis & Design: conventional and modern, 4th ed. New York : McGraw-Hill, 1995.
3. Lathi, B. P. Linear Systems and Signals, 2nd ed. New York : Oxford University Press, 2005.
4. ד"ר שקד ופרופ' פרנקנטל: מבוא למערכות ליניאריות, דיונון, 1978

50011 - מעגלים אלקטרוניים ליניאריים

Analog Linear Electronic Circuits

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50006 התקני מוליכים למחצה

כללי:

הקניית ידע בסיסי בעקרונות הפיסיקליים וההנדסיים של מעגלים אלקטרוניים אנלוגיים ליניאריים, ניתוח דרך פעולתם, תכנונם, מדידתם החשמלית והערכת ביצועיהם.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מערכות אלקטרוניות ועיבוד אותות.
2. מעגלים ליניאריים.
3. מגברי שרת.
4. דיודות ושימושי מעגלים לא-ליניאריים.
5. טרנזיסטורים ממשפחת תופעת השדה.
6. טרנזיסטורים בי-פולריים.
7. מגבר ההפרש.
8. מגברי הספק ודרגות מוצא.
9. תגובת תדר של מגברים.
10. מעגלי משוב.
11. מבוא למעגלים משולבים אנלוגיים.
12. מסננים, מגברים מוכוונים ומתנדים.

ספרי לימוד:

1. סדרה, סמית מעגלים מיקרואלקטרוניים. רמת-אביב, תל-אביב: האוניברסיטה הפתוחה, תש"ן. 1990.
2. William D. Stanley. Operational Amplifiers with Linear Integrated Circuit, 1994, New York.
3. Denton J. Daily, "Electronic Device and Circuits", Prentice Hall, 2001.
4. Robert F. Coughlin and Frederick F. Driscoll' Operational Amplifiers with Linear Integrated Circuit' Prentice Hall' 2001

50012 - המרת אנרגיה א' Energy Conversion

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות : 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50090 מבוא להנדסת חשמל ; 50015 שדות אלקטרומגנטיים

מטרות:

הקורס מכוון ללימוד מכונות חשמל שונות. מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח ותכנון מכונות חשמל.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. שנאי.

מבנה, עיקרון פעולה, מעגלי תמורה, דיאגרמה פאזורית, פעולה בריקם ובקצר, מפל מתח, הפסדים, נצילות, עבודה במקביל, שנאי תלת פאזי, שנאי עצמי.

2. מכונת השראה תלת פאזי:

מבנה, עיקרון פעולה, שדה מגנטי מסתובב, יחסים עיקריים, מעגל תמורה דיאגרמות פאזוריות, הפסדים ונצילות מומנט אלקטרומגנטי, מדידת פרמטרים, אופיינים מכניים, התנעת המנוע, וויסות המהירות.

3. מכונה וגנרטור סינכרוני:

מבנה, עקרון פעולה, יחסים עיקריים, משוואות, מעגלי תמורה, דיאגרמות פאזוריות, פעולה כמנוע וכגנרטור, מכונה סינכרונית לקיזוז הספק ריאקטיבי.

4. מכונה וגנרטור לזרם ישר:

מבנה, עקרון פעולה כמנוע וכגנרטור, תגובת העוגן, קומוטציה, אופייניים של גנרטור, סוגי החיבור, פעולה של שני גנרטורים במקביל, הפסדים ונצילות, אופייניים מכניים של מנוע לזרם ישר, וויסות המהירות.

ספרי לימוד:

1. McPherson, G. and Laramore, R.D. An Introduction to Electrical Machines and Transformers, John Wiley & sons, 1990.
2. Del Toro, V., Basic Electric Machines, Printice Hall, 1992.
3. Fitzgerald, A.,Kingsley, Umans,S., Electric Machinery, McGraw-Hill, 1990.

ספרי עיון:

1. C.A. Gross, Electric Machines, CRC Press, 2007.
2. S.A. Nasar, Electric Machines and Electro mechanics. Schaum's Outlines.

50013 - מערכות ספרתיות

Digital systems

אופן הוראה: שיעור ותרגול

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50008 מיתוג ותכנון לוגי

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר את עקרונות הארכיטקטורה של המחשבים, שיטות ממשק בין יע"מ (CPU) לזיכרון והתקני קלט/פלט. מטרתו של הקורס היא הבנת הקשר בין ארכיטקטורה לאופן הפעולה של המחשב והבנת הקשר בין חומרת המחשב לתוכנה.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. חזרה על אריתמטיקה בינארית.
2. ייצוג ואחסון מספרים מסוג INTEGER ו-FLOATING POINT.
3. מבנה ה-ALU ב-IU. אלגוריתמים ויישומים: ADDITION, SUBTRACTION, MULTIPLICATION, DIVISION
4. מבנה ה-FPU. אלגוריתמים ויישומים: MULTIPLICATION, ADDITION
5. יחידת הבקרה: עקרונות ושיטות מימוש בחומרה.
6. עקרונות תכנון "צנרת" (PIPELINE).
7. ארגון מערכות מחשב, לוח אם, BUSES.
8. ארגון הזיכרון, זיכרון מחסנית, זיכרון מטמון, זיכרון וירטואלי, DMA.
9. תכנון מחשב בסיסי. HARDWIRED CONTROL.
10. תהליך פענוח וביצוע ההוראות. MICROOPERATIONS.
11. תכנון מחשב בסיסי. MICROPROGRAMMED.
12. יחידת קלט-פלט, ממשקים, פסיקות, רכיבי קלט/פלט..
13. שיקולי עלות ויעילות, BENCHMARKS.

ספרי לימוד:

1. Mano M., Computer System Architecture, Third Ed. Prentice Hall Inc., 1996
2. Hamacher V.C., Computer Organization, 4-th Ed., McGraw Hill, 1996

ספרי עיון:

1. Patterson D., Hennessy J., Computer Organization and Design, Morgan Kaufmann, 2001.
2. Hennessy J., Patterson D., Computer Architecture. A Quantitative Approach., Morgan

50014 - אותות ומערכות Signals and Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: : טורים והתמרות 20173, פונקציות מרוכבות 20170

מטרות הקורס:

מטרת הקורס היא להקנות לסטודנטים הבנה מעמיקה בניתוח אותות ומערכות ליניאריות וכן כלים ושיקולים בניתוח ותכנון מערכות ליניאריות. קורס זה מהווה בסיס מתמטי הכרחי לכל קורסי הנדסת האלקטרוניקה והתקשורת.

הנושאים שיילמדו בקורס:

מושגים בסיסיים באותות רציפים ובדידים, אותות סינגולריים. מערכות רציפות ובדידות בזמן- ניתוח במישור הזמן של מערכות ליניאריות קבועות בזמן. תגובה להלם, אינטגרל הקונבולוציה ומשפט הקונבולוציה למערכות רציפות ובדידות. שימוש במשוואות דיפרנציאליות ומשוואות הפרש לייצוג מערכות ופתרון במישור הזמן. התמרת לפלס תזכורת. התמרת Z ותכונותיה, התמרות Z של אותות סינגולריים, פונקציות תמסורת ותאורן בעזרת קטבים ואפסים. שימוש בהתמרת Z לפתרון משוואות הפרש. ייצוג מערכות בדיאגראמת מלבנים: יציבות של מערכות ליניאריות קבועות בזמן. טורי פורייה ותכונותיהם, טור פורייה לאותות רציפים ודיסקרטיים Discrete Fourier Series. התמרת פורייה ותגובת תדר – ניתוח פורייה לאותות רציפים, תכונות התמרת פורייה. משפט פרסוול, משפט האפנון, משפט הדגימה ומשפט השחזור.

עקרונות מסננים אנלוגיים.

ספרי לימוד:

1. A.V. Oppenheim, A.S. Willsky and Hamid NAWAB "Signals and Systems", 2nd edition Prentice Hall, 1996.
2. Gabel R.A., R.A. Roberts. Signals and Systems. Wiley, 1980.

50015 - שדות אלקטרומגנטיים

Electromagnetic Fields

אופן הוראה: שיעור ותרגול

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 20157 פיסיקה 2 למהנדסים, 20173 טורים והתמרות אינטגרליות.

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר תכונות בסיסיות של שדות אלקטרומגנטיים. בנוסף להקניית בנושאי הלימוד, מטרת הקורס היא להקנות דרך חשיבה ושיטות עבודה המובילות לפתרון בעיות פיסיקליות. פתרון של בעיות פיסיקליות רבות דורשות שימוש במתמטיקה – השיטות המתמטיות המיושמות בקורס מהוות חלק אינטגרלי של הקורס. על הסטודנט להיות בקי בשימוש בשיטות אלה.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. חוק קולון, שדה חשמלי, שטף של שדה וקטורי, חוק גאוס, פוטנציאל, אנרגיה חשמלית.
2. מוליכים בשדה אלקטרוסטטי, קבלים, חומר דיאלקטרי בשדה אלקטרוסטטי, שדה הקיטוב, שדה העתקה.
3. משוואות פואסון / לפלס..
4. זרם חשמלי, צפיפות זרם, משוואת הרציפות, חוק אום, כוח אלקטרומניע.
5. צפיפות השטף המגנטי, חוק ביו-סוור, חוק אמפר, חוק גאוס למגנטיות, פוטנציאל וקטורי מגנטי, חוק פרדיי. תכונות מגנטיות של חומרים, מגנטיזציה, השדה המגנטי, אנרגיה מגנטית.
6. משוואות מקסוול, משפט פוינטינג, משוואות מקסוול וגלים אלקטרומגנטיים.

ספרי לימוד:

1. Roald K. Wangsness, Electromagnetic Fields, 2nd Ed., Wiley 1985.
2. David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, 3rd Ed., Prentice-Hall 1999.

ספרי עיון:

3. W.H. Hayt, Jr. and J. Buck, Engineering Electromagnetics, 6th Ed., McGraw-Hill, 2001.
4. D. Cheng, Fundamentals of Engineering Electromagnetics, Adisson-Wsley, 1993.

50016 - מעגלים ספרתיים

Digital Circuits

אופן הוראה: שיעור ותרגול

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50006 התקני מוליכים למחצה

מטרות הקורס:

מטרת הקורס היא להקנות ידע תיאורטי ויישומי בתחומי מעגלים אלקטרוניים ספרתיים, דרך פעולתם, תכונם, מדידתם החשמלית והערכת ביצועיהם, עם דגש בטכנולוגיות שונות ליצירת מהפכים במשפחות לוגיות שונות ותכנון בסיסי את המעגלים ספרתיים בשיטות CMOS ו- PTL-CMOS.

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר מעגלים ספרתיים בסיסיים באמצעות פונקציית התמסורת שלהם ויישומם במערכות ספרתיות כמו זיכרון של מחשב.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא לאלקטרוניקה ספרתית.
2. טרנזיסטור BJT וטרנזיסטור MOS כמתג.
3. טרנזיסטורים CMOS ושערים לוגיים.
4. שערים לוגיים ממשפחות DTL, IIL ו- TTL.
5. שערים לוגיים ממשפחת ECL.
6. תכנון מעגלים ספרתיים בטכנולוגיה CMOS.
7. טכנולוגיית PTL.
8. תכנון מעגלים ספרתיים בעזרת PTL.
9. רב רטט ומחולל גל-מרובע ספרתי.
10. זיכרונות מל"מ סטטיים ודינמיים, RAM, ROM, ו- PAL.
11. ממיר A/D ו- D/A.

ספרי לימוד:

1. שמעוני, אורי. אלקטרוניקה ספרתית. האוניברסיטה הפתוחה, 1997.
2. Sedra, A.S. and Smith, K.C. Microelectronic Circuits, 4th ed. New York : Oxford University Press, 1998.
3. Neamen, Donald A. Microelectronics: Circuit Analysis and Design, 3rd Ed. Boston : McGraw-Hill, 2007.

ספרי עיון:

1. Horowitz, P. and Winfield, H. The Art of Electronics. Cambridge University Press 2nd Ed. 1989.

50018 - בקרה א'

Introduction to Control Theory

אופן הוראה: שיעור ותרגול

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50009 מבוא למערכות ליניאריות

כללי:

הקורס מכוון ללימוד היסודות של תורת הבקרה הליניארית וכולל בחלקו הראשון אנליזת יציבות של מערכות משוב בשיטות שונות ובחלקו השני תכנון מערכות משוב קנוניות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מערכות משוב אוטומטיות – מבוא קצר.
2. דיאגרמות זרימה וחוקי מייסון.
3. הגדרת יציבות – קריטריון RH.
4. שיטת RL.
5. דיאגרמות נייקוויסט וקריטריון היציבות של נייקוויסט.
6. שגיאת המצב המתמיד של מערכות בקרה.
7. שולי יציבות: שולי הגבר ושולי מופע.
8. עקרונות התכנון באמצעות תיקון חוג פתוח, רשתות פיצוי.
9. תכנון בקרתי של מערכות יציבות בפאזה מינימאלית.
10. תכנון בקרתי של מערכות לא יציבות ומערכות שאינן בפאזה מינימאלית.

ספרי לימוד:

1. בקרה א' – חוברת לימוד מאת ד"ר מרסל סידי. פרסום פנימי של המכון הטכנולוגי חולון.

ספרי עיון:

1. D'Azzo J. J. and Houpis, C. H. Linear Control System Analysis & Design, Conventional and Modern, New York : McGraw-Hill, 1998.

50019 - סמינר טכנולוגי Technological Seminar

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 1
נקודות זכות: ללא נקודות זיכוי
דרישות קדם: אין

כללי:

במסגרת הסמינריון הטכנולוגי יופיעו מרצים שונים בנושאים טכנולוגיים בעלי עניין בתחומי האלקטרוניקה. הסטודנטים חייבים להשתתף בסמינריונים הנ"ל בהיקף מינימלי של ארבע פגישות בזמן לימודיהם. הסטודנט חייב להירשם אצל רכז הסמינריונים, בכל פעם שהוא משתתף בסמינר טכנולוגי.

דרישות הקורס:

מינימום השתתפות בארבעה סמינריונים במהלך שנות הלימוד.

50023 - מעבדה לרכיבים מוכללים לוגיים Laboratory of Logic Digital Circuits

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50008 מיתוג ותכנון לוגי

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר מעגלים מוכללים בסיסיים. מטרת הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח ותכנון מערכי מעגלים מוכללים ספרתיים והדמיה ממוחשבת.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. שערים לוגיים EXCLUSIVE-OR, AND, OR, NOT, NAND, שילוב שערים, טבלת אמת ואלגברה בוליאנית.
2. מעגלים בסיסיים של TTL ו-DTL, קולט פתוח. מעגלים בסיסיים של ECL ו-CMOS, רמות לוגיות, קשר בין משפחות לוגיות.
3. דלגלים (FLIP-FLOPS) RS, D, JK ו-השימוש בהם במעגלים.
4. קוצב (TIMER) 555.
5. ומונה בינארי אדווה (COUNTER).
6. ממיר ספרתי לתקבילית (DAC), ממיר תקבילית לספרתית (ADC).
7. מקודד, מפענח, מרבב ומפלג.
8. ALU - יחידה אריתמטית-לוגית

ספרי לימוד:

1. ניסויי מעבדה "לוגיקה ספרתית", קורס ג' חשמל, 1985
2. דגם, מעגלים לוגיים 1,2,3 בית ספר להנדסאים, אוניברסיטת ת"א.
3. Paul Horowitz, Winfield Hill, The Art of Electronics
4. Degem, Laboratory Learning Activities, Courses 131-134, 220.

ספרי עיון:

1. H. Taub, Digital Circuits and Microprocessors, 1982.
2. Theodoze F. Bograt, Electronic Devices and Circuits, 1997.

50024 - הנדסת תקשורת א' Communication Engineering A

אופן הוראה: שיעור ותרגול

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50074 אותות אקראיים במקביל

מטרות הקורס:

קורס זה הנו קורס יסוד בהנדסת תקשורת המהווה מבוא לשרשרת של קורסי התמחות בתחומים שונים של הנדסת תקשורת. הקורס מקנה ידע והבנה מעמיקה לסטודנטים בנייתוח ותכנון מערכות תקשורת אנלוגית וכן ידע בסיסי בתורת המידע, בתקשורת אופטית, בתקשורת נתונים ונוסף על כך את עקרונות היסוד של תקשורת ספרתית.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. דיאגרמת בלוקים של מערכות תקשורת – עקרונות תורת המידע, אנטרופיה ומשפט שאנון, קיבול ערוץ. ניתוח סוגי ערוצים במערכות תקשורת ותופעות שונות בערוצים.
2. חזרה על אותות ומערכות, התמרות פורייה ותהליכים אקראיים – ייצוג אותות ומערכות במעטפת הקומפלקסית.
3. שיטות אפנון אנלוגיות - אפנון ליניארי, אפנון VSB, AM, SSB, DSB. ייצוג זמני ותדרי של האותות המשודרים. ינותחו מבנה משדרים, מבנה מקלטים.
4. אפנון זווית – אפנון תדר ופאזה. ייצוג זמני ותדרי של האותות המשודרים. ינותחו מבנה משדרים, מבנה מקלטים. עקרונות PLL.
5. ניתוח ביצועי מערכות תקשורת אנלוגיות בנוכחות רעש.
6. שיטות קידוד ערוץ line coding ניתוח PCM, ADPCM.
7. חישובי מאזן הספקים בתקשורת אנלוגית.
8. עקרונות תקשורת ספרתית ומדדי ביצוע בתקשורת ספרתית

ספר לימוד:

1. L.W. Couch., "Digital and Analog Communication Systems", 5th Ed., Prentice-Hall, 1997.
2. Carlson, A.B., "Communication Systems", 4th Ed., McGraw-Hill, 2000.

ספרי עיון:

3. Stremler, F. G., "Introduction to Communication Systems", 3rd Ed, Addison-Wesley, 1990.
4. Haykin, S.S., "Communication Systems", 2nd Ed., Wiley, 1983.
5. Schwartz, M., "Transmission Modulation and Noise", McGraw-Hill, 1990.
6. Taub, H., D.L. Schilling, "Principles of Communication Systems", 2nd Ed., McGraw-Hill, 1986.

50025-הינע חשמלי

Electric Drives

אופן הוראה: שיעור ותרגול

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50012 המרת אנרגיה א'

מטרות:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר תכונות בסיסיות של מעגלי הינע חשמליים. מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח מערכות הינע חשמלי.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. הינע חשמלי המבוסס על מנוע DC.

אופיינים מכניים, עבודה כמנוע וכבלם. שיטות התנעה וויסות המהירות. מקורות הזנה למנועים DC.

2. הינע חשמלי המבוסס על מנוע AC.

אופיינים מכניים. עבודה כמנוע וכבלם. שיטות התנעה וויסות המהירות. מקורות הזנה למנועים AC.

3. בחירה הספק של המנוע.

שיטות בחירה שונות לפי דרישות מכניות.

ספרי לימוד:

1. El-Sharkawi, A. Fundamentals of Electric Drives. Brooks/Cole, 2000.
2. G. P. Dubey, Fundamentals of Electric Drives. Alpha Science International Ltd. 2001.

ספרי עיון:

1. Boldea, I. and Nasar, S. A. Electric Drives. Boca Raton, McGraw-Hill, 1998.
Subrahmanyam, V. Electric Drives. McGraw-Hill, 1996.

50028- מיקרופרוססורים

Microprocessors

אופן הוראה: שיעור ותרגול

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 60001 תכנות, 50008 מיתוג ותכנון לוגי.

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט את עקרונות הארכיטקטורה של המיקרופרוססורים, שיטות ממשק בין מעבד לזיכרון ורכיבי קלט/פלט, ותכנות בשפת סף (ASSEMBLY). מטרתו של הקורס היא הבנת הקשר בין ארכיטקטורה לאופן הפעולה של המעבד, הבנת הקשר בין חומרה לתוכנה, ידע תיאורטי ומעשי בתכנון ובתכנות מעגלים משובצים מיקרו מעבד. הקורס מבוסס על מיקרופרוססור מסוג פנטיום.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. ארכיטקטורה ואופן הפעולה של המיקרו-מעבדים.
2. עקרון השימוש ב"צינורות" (PIPELINES).
3. עקרונות זיכרון המטמון (CACHE MEMORY).
4. מרחב הזיכרון ומרחב קלט/פלט, מיפוי ותזמון (TIMING).
5. סוגים של אוגרים.
6. פסיקות.
7. ארכיטקטורה של FPU והשוואה לארכיטקטורה של U.
8. קידוד ההוראות באסמבלי, שיטות מיעון, הכרת אוצר ההוראות וכתובת תכניות.
9. הכרת הארכיטקטורה של מעבד ברמה של "SYSTEM PROGRAMMER".
10. מאפייני שיטת ה- PROTECTED MODE.
11. חיבור המעבד לממשק קלט/פלט, הכרת ותכנות רכיבים מתוכנתים.
12. מחשב PC כמערכת מבוססת מיקרו-מעבד פנטיום.
13. עקרונות המיקרו-בקרים.

ספרי לימוד:

1. Brey, B.B. The Intel microprocessors architecture, programming, and interfacing, 7th ed. Prentice-Hall, 2006.
2. Buchanan, W. and Wilson, A. Advanced PC Architecture. Harlow, England : Addison-Wesley, 2001
3. Hamacher V.C., Vranesic, Z. G. and Zaky, S. G. Computer Organization, 4-th Ed. New York : McGraw-Hill, 1996

ספרי עיון:

- 1 Intel, Pentium Processor Family, Developer's Manual, 1997.
2. Intel, Architecture Software, Developer's Manual, 1997.
3. פולק, שרה, ד"ר טירר, נונל מבוא להנדסת מחשבים: מבוא למיקרו מחשבים ולמיקרו מעבדים. האוניברסיטה הפתוחה, 2004

50029 - מבוא למיקרוגלים Introduction to Microwaves

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50046 גלים ומערכות מפולגות

מטרות:

הקורס מלמד תכונות בסיסיות של מעגלי מיקרוגלים פסיביים, ושיקולי ניתוח ותכנון התקני ורכיבי מיקרוגל בסיסיים.

הנושאים ששילמדו בקורס:

1. סקירה על ההתפתחויות בתחומי המיקרוגל ורכיבי מיקרוגל.
2. אופני TE, TM ו-TEM.
3. אופייני וחישובי גלבו מלבני, גלבו גלילי, גלבו משוגם.
4. קווי תמסורת מעשיים: קואקסיאלי, מיקרוסטריפ, סטריפליין.
5. חישובי רשתות במיקרוגל.
6. רכיבים פאסיביים במיקרוגל: מתאמי הספק, מפצלים, מצמדים, מהודים ומסננים.
7. פריטים במיקרוגל אופיינים ויישומים.
8. סקירה על מכשור בדיקה במיקרוגל.

ספרי לימוד:

1. Pozar, D.M., "Microwave Engineering", 2nd Ed., Addison- Wesley, 1998.
2. Rizzi, P.A., "Microwave Engineering: Passive Circuits", Prentice-Hall, 1988.
3. Collin, R.E., "Foundations for Microwave Engineering", 2nd Ed.

ספרי עיון:

1. Elliott, R.S., "An Introduction to Guided Waves and Microwave", McGraw-Hill, 1992.
2. Harrington, R.F., "Time-Harmonic Electromagnetic Fields", McGraw-Hill, 1961

50030 - מעבדה למיקרופרוססורים Microprocessors Laboratory

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50028 מיקרופרוססורים

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר ולהשתמש במעגלים עם מיקרופרוססור.

מטרתו של הקורס היא להקנות לסטודנטים הבנה בסיסית וידע מעשי בתכנות המיקרופרוססורים ממשפחת X86 (כולל פנטיום), רכיבים מתוכנתים (כמו PPI, TIMER, PIC, UART) ותכנות מיקרו-בקרים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

- פסי נתונים (BUSSES) של PC.
- 1. תוכנת ASSEMBLY ותוכנת DEBUG.
- 2. פונקציות של BIOS.
- 3. פסיקות – הגדרה ושימוש.
- 4. עבודה משולבת C++/C ואסמבלי.
- 5. הכרת תקשורת טורית ומקבילית, ביצוע פרוטוקול תקשורת.
- 6. הכרה ותכנות של המיקרו-בקר R8C.

ספרי לימוד:

1. ד"ר נ. טירר, מעבדה למיקרופרוססורים (50030), חוברת ניסויים, מכון טכנולוגי חולון, 2001.
2. Brey B.B., The Intel Microprocessors Architecture, Programming and Interfacing, Fifth Edition, Prentice Hall, Inc., 2000 .

ספרי עיון:

1. שרה פולק, ד"ר נוגל טירר, מבוא למיקרו מחשבים ולמיקרו מעבדים, האוניברסיטה הפתוחה, 2004.
2. משפחת מיקרו – 8086/88 – בית הספר של האוניברסיטה הפתוחה, 1990
3. Intel, Pentium Family User's Manual, vol.1, Data Book, chap. 1,2. 1994 Vol. 3, Architecture and Programming Manual, chap. 1-6, 15, 25, 1995
4. Renesas, R8C Microcontroller, 2006.

50033 - התפשטות גלים

Waves Propagation

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50046 גלים ומערכות מפולגות

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט עקרונות בסיסיים בהתפשטות הגלים בטווחים ובתנאי התפשטות שונים, הוא יכיר את מנגנוני הפיזור לאורכי גל שונים. הסטודנט ילמד חיזוי הפסד וכיר תוכנות לאומדן התפשטות הגלים.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. חזרה על תכונות בסיסיות של גלים.
2. קירובי האופטיקה הגיאומטרית.
3. עקיפת פראונהופר ופרנל.
4. תהליכי התפשטות טרופוספרית ופיזור גלים בתדרי רדיו ומיקרוגל.
5. אטמוספירה סטנדרטית ולא-סטנדרטית.
6. השפעת הקרקע (החזרה, פיזור ועקיפה) על התפשטות גלים.
7. התפשטות רב-מסלולית ודעיכות. ינוספירה: התפשטות גלים ביונספירה. התפשטות גלים בתנאי קו ראייה באזורים כפריים ובאזורים עירוניים בלתי-צפופים.
8. אופייני התפשטות בפס רחב, חיזוי הפסדי התפשטות, תוכנות לאומדן התפשטות גלים. פיתוחים בתחומי התפשטות גלים.

ספרי לימוד:

1. Rohan, P., "Introduction to Electromagnetic Waves Propagation", Artech House, 1991.
2. Siwiak, K., "Radiowave Propagation and Antennas for Personal Communications", Artech House, 2nd Ed, 1998.
3. Giger, A.J., "Low-Angle Microwave Propagation: Physics and Modeling", Artech House, 1991.

ספרי עיון:

1. Parsons, J.D., "The Mobile Radio Propagation Channel", Pentech Press, 1992

50035 – פוטוניקה ומערכות אלקטרו-אופטיות Photonics and Electro-optics systems

אופן הוראה : שיעור ותרגיל
שעות שבועיות : 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50015 שדות אלקטרומגנטיים

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר עקרונות בסיסיים באלקטרו-אופטיקה ושימושיהם בתקשורת אופטית

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מושגי תקשורת אלקטרו-אופטיקה / הקדמה
2. האור כתופעה גלית אלקטרו-מגנטית, גלים מישוריים וכדוריים, דיספרסיה
3. מושגים בסיסיים באופטיקה גיאומטרית, רזולוציה במכשור אופטי, סיב אופטי.
4. רדיומטריה ופוטומטריה ושימושיהם.
5. מקורות לקרינה אלקטרו-מגנטית אופטית: תרמיים, קוונטיים.
6. גלאים לקרינה א"מ, מכפיל אור, פוטומוליק, פוטודיודות, פוטורנזיסטור, פרמטרים אופטיים וחשמליים של גלאים.
7. מערכות אופטיות לתקשורת בסיבים ובאטמוספירה.

ספרי לימוד:

1. S. O. Kasap. Optoelectronics and Photonics. Prentice - Hall, NJ, 2001.

ספרי עיון:

1. J. C. Palais. Fiber Optic Communications. Prentice - Hall, NJ, 1999.
2. S. O. Keiser. Optical Fiber Communications. McGraw Hill, NY, 1983.

50036 - אנטנות וקרינה Antennas and Radiation

אופן הוראה : שיעור ותרגיל
שעות שבועיות : 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50046 גלים ומערכות מפולגות

מטרת הקורס:

בקורס זה ירכוש הסטודנט בתכונות הבסיסיות של אנטנות וקרינה, יבין את המשמעות של הפרמטרים החשובים כגון: עקום קרינה, שבח, ויכיר סוגים שונים של אנטנות ומערכי אנטנות.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. יסודות של קרינה אלקטרומגנטית, משוואות מקסוול, פוטנציאל סקלרי ווקטורי, קרינה מאלמנט קצר, קרינה מלולאה נושאת זרם, הדיפול של הרץ.
2. מושגים ופרמטרים בסיסיים בתורת האנטנות, קואורדינטות כדוריות, הדיפול האלמנטארי, האזורים הקרובים והרחוקים, עקום קרינה, כיוונית, שבח והגבר, התנגדות קרינה, אימפדנס אנטנה, קרינה מפילוג זרם כלשהוא.
3. אנטנות דיפול חצי אורך גל, עקום קרינה, אימפדנס האנטנה – גישה ניסויית וגישה עיונית.
4. שיטות חישוביות בתורת האנטנות, המשוואה האינטגרלית של Hallen, שיטת המומנטים לפתרון משוואות אינטגרליות.
5. מערכי אנטנות, גורם המערך, עקרון הכפלת התבנית, מערך חד ממדי, מערכי broadside ו- enfire, מערך פאזה.
6. מערכי אנטנות, מערכים מישוריים, השפעת קרקע מוליך מושלם על קרינת האנטנה, דיפולים אלמנטאריים אנכיים מעל קרקע מוליך מושלם, דיפולים ומונופולים סופיים אנכיים מעל קרקע מוליך מושלם, אנטנת יאגי-הודה ותכנונה.
7. אנטנות מפתח, ספקטרום של גלים מישוריים, קרינה בשדה רחוק.
8. אנטנות ליניאריות, דיפול בעל אורך סופי, התפלגות הזרם לאורך האנטנה, השדה האלקטרומגנטי באזור הרחוק, ההספק המוקרן ע"י אנטנה חוטית, התנגדות הקרינה והכיוונית של אנטנה חוטית.
9. קרינה ממפתח מלבני וממפתח עגול, וממפתח אחיד עם הזזת פאזה ליניארית, מחזיר פרבולי.
10. סינתזה של מערכי אנטנות, שיטת טור פורייה, מערך בינומי, מערך צ'בישב.
11. תכונות הקליטה של אנטנות, משפט ההדדיות, שטח חתך אפקטיבי של אנטנה, הפסדי קיטוב, משוואת התקשורת של Friis, משוואת המכ"מ, תכונות הקליטה של דיפול חצי אורך גל.
12. זרמים ושדות אקוויולנטיים, קרינה ממפתחים שונים, אנטנות מודפסות ואנטנות מיקרוסטרפ.

ספרי לימוד:

1. Balanis, C.A., "Antenna Theory - Analysis and Design", Wiley, Inc., 2nd Ed., 1982.
2. W. L. Stuzman, G. A. Thiele, Antenna Theory and Design, John Wiley, 1981.

ספרי עיון:

1. D. Pozar, Antenna Design using Personal Computer, Artech House.

50043 - מערכות הספק א'

Power Systems 1

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50012 המרת אנרגיה א'

מטרות הקורס:

מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט ידע בתחום של מערכות הספק חשמליות לסוגיהן. בקורס זה ילמד הסטודנט לנתח את המערכות, יכיר תכונות בסיסיות ועקרונות של תכנון מערכות הספק.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. תיאור כללי של מערכות הספק.
2. פרמטרים בסיסיים של מערכות הספק: קווי תמסורת וכבלים שנאים, מחוללים סינכרוניים.
3. מעגלי תמורה של קווי תמסורת, שנאים, מחוללים ועומסים. מעגל תמורה חד-פאזי של מערכת הספק מסובכת.
4. קווים ארוכים, בינוניים וקצרים: תכונות ופתרונם; חישוב מפלי מתח והפסדי הספק.
5. עומסים מחושבים בצמתים ורשתות שקולות במפלסי מתח שונים.
6. חישוב זרימת ההספקים ברשתות סגורות.
7. חישוב וניתוח רשתות: שיטות מתחי צמתים וזרמי חוגים, פיתרון בשיטת האיטראציה.
8. חישוב מערכת הספק מסובכת בעזרת מחשב.
9. בעיות מיוחדות במערכות הספק.
10. תכנון בסיסי של רשתות חלוקה.
11. תכנון טכנו-כלכלי של מערכות הספק במתח עליון.

ספרי לימוד:

1. Gonen, T. Modern Power System Analysis. New York : Wiley, 1988
2. El-Hawary, Mohamed, Introduction to Electrical Power Systems, Wiley Press, 2008.

ספרי עיון:

1. Nasar, Syed A. and Truff, Frederick C. Electric Power Systems. Boca Raton, Fla. : CRC Press, 1999

50046 - גלים ומערכות מפולגות Waves and Distributed Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50015 שדות אלקטרומגנטיים

מטרות הקורס:

הקורס מלמד את נושא הגלים המישוריים ואת תכונותיהם, קווי תמסורת, ניתוח תופעות מעבר במעגלים של קווי תמסורת, ניתוח מעגלי קו תמסורת במצב מתמיד סינוסואידלי.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. חזרה על משוואות מקסוול.
2. תנאי שפה.
3. משוואות התפשטות הגלים, גלים מישוריים.
4. התפשטות הגלים האלקטרומגנטיים בתווך עם הפסדים.
5. החזרה ושבירה של גלים אלקטרומגנטיים בגבול בין שני חומרים מבודדים.
6. קווי תמסורת - הגדרות, מושגים, משוואות.
7. תופעות מעבר בקווי תמסורת.
8. קווי תמסורת במצב מתמיד סינוסואידלי.
9. משוואות הטלגרפיה.
10. תיאום קווי תמסורת.
11. דיאגרמת סמית ושימושיה.
12. קווי תמסורת עם הפסדים.

ספרי לימוד:

1. Rao, N.N., "Elements of Engineering Electromagnetics", Prentice-Hall, 5th Ed., 2000.

ספרי עיון:

1. Ishimaru, A., "Electromagnetic Wave Propagation, Radiation and Scattering", Prentice-Hall, 1992.
2. Ramo, S., J.R. Whinnery, T. Van Duzer, "Fields and Waves in Communication Engineering", 3rd Ed., Wiley, 1994.

50047 - מעבדה להמרת אנרגיה Conversion Laboratory Energy

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50012 המרת אנרגיה א' (ניתן גם במקביל לקורס "המרת אנרגיה").

מטרות הקורס:

בקורס זה יכיר הסטודנט באופן מעשי את מכונות החשמל לסוגיהן, אופני פעולתם, התכונות המיוחדות לכל מכונה ואופן מדידת פרמטרי המכונות, אחד מהניסויים יבוצע בעמדה ממוחשבת.

הנושאים שיילמדו במעבדה:

1. **שנאי תלת-פאזי:**
בדיקות בידוד, קריאת תכונות השנאי מתוך הבדיקות בקצר ובריקם. בדיקות בעומס. עבודת שנאים במקביל.
2. **מכונה לזרם ישר בפעולה כמחולל:**
בדיקת מחולל בעירור זר, בעירור מקבילי, בעירור מעורב, כמחולל במקביל לרשת חברת החשמל.
3. **מכונה לזרם ישר בפעולה כמנוע:**
בדיקת מנוע בפעולות ריקם ועומס. ויסות מהירות מנוע בעירור מקבילי ע"י נגד נוסף.
4. **מכונת השראה בפעולה כמנוע:**
בדיקת מנוע בפעולות ריקם, קצר ועומס. בדיקת הפעלת מנוע תלת-פאזי בהזנה חד-פאזית.
5. **מכונת השראה בפעולה כמחולל בעירור קיבולי:**
פעולה ללא עומס, פעולה בעומס וכמחולל במקביל לרשת חברת החשמל.
6. **מכונה סינכרונית כמחולל וכמנוע:**
בדיקות בידוד, בדיקות הפעלה כמחולל בפעולות ריקם ובקצר.
אופיין הויסות של מחולל סינכרוני. מחולל סינכרוני בפעולה במקביל לרשת.
7. **קבוצות חיבורים לשנאי תלת-פאזי, לימוד השפעת אופן החיבור על הפאזה.**
8. **ממיר AC/AC, אינברטור.**

ספרי לימוד:

1. A. Fitzgerald, Ch. Kingsley, Electric Machinery, McGraw-Hill, 1983.
2. Stephen J. Chapman, Electric Machinery Fundamentals, McGraw-Hill, 1985.
3. S. A. Nasar, Handbook of Electric Machines, McGraw-Hill, 1987.
4. Paul C. Krause, Analysis of Electric Machinery, McGraw-Hill, 1986.

50048 - תכן מסננים Filter Design

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50011 מעגלים אלקטרוניים אנלוגיים

מטרת הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר תכונות בסיסיות של סינתזה ברשתות ומסננים. מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח ותכנון מסננים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. פונקציות אנרגטיות, פונקציה חיובית וממשית, פונקציה היגבית.
2. מימוש רשתות - דו קוטביות: RL, RC, LC .
3. שיטות מימוש רשתות RLC דו-קוטביות, רשתות זוגיות,
4. מסננים פסיביים, סיווג פונקציות שלהם, טרנספורמציה בתדר, מימושם.
5. מסננים אקטיביים: מסננים Sallen Key, טווח אינסופי Q - Biquad.
6. מימוש טבלאות לסינתזה של מסננים.
7. מסנני (קבל ממותג) SC , מסננים סוג R , מסננים סוג C , מסננים סוג $OTA-C$.

ספרי לימוד:

1. Natarajan, S. Theory and Design of Linear Active Networks. New York : Macmillan Pub. Co., 1987.
2. Ghaussi, M. S. and Laker, K.R. Modern Filter Design : Active RC and Switched Capacitor. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1981.

50051 - מערכות הספק אלקטרוניות

Power Electronics Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגול

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50011 מעגלים אלקטרוניים ליניאריים.

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר תכונות בסיסיות של מערכות הספק אלקטרוניות. מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח ותכנון ממירי ומייצבי מתחים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. עיבוד הספק, ממירי DC-DC PWM בסיסיים, ממירי PWM מתקדמים ZETA.
2. ממירים עם בידוד DC, FLYBACK, FORWARD, ממירים גל מרובע, אנליזה של ממירים.
3. שיטת משוואות המצב הממוצעות, פונקציות תמסורת של ממירים,
4. תכנון מעגלי משוב לקבלת יציבות,
5. ממירי תהודה וממירי סף תהודה, יתרונות וחסרונות של ממירי תדר משתנה בהשוואה לממירי PWM.
6. ממירי zero current-zero voltage switching, ממירים מבוססים על מעגלי קבל מיתוג, ממירי PWM soft switching, ממירי zero current transition, zero voltage transition.
7. ניתוח מערכות הספק במישור S, הגדרה של Alternor,
8. שיטת משוואות צמתים משופרות עבור מערכות הספק, ממיר AC-DC עם PFC ZVT.

ספרי לימוד:

1. Erickson, R.W. Fundamentals of Power Electronics, 2nd ed. Norwell, Mass. Kluwer Academic Publishers, 2001.

ספרי עיון:

1. Mohan, N., Undeland, T.M. and Robbins, W.P Power Electronics Converters, Applications and Design, Wiley, 2003.

50052 - בקרה אוטומטית מתקדמת (בקרה ב')

Advanced Control Theory

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50018 בקרה א'

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט נושאים מתקדמים בתורת הבקרה הכוללים: תכנון בקרה של מערכות בתנאי אי ודאיות גדולים (בקרה רובוסטית) בשיטת QFT, בקרה של מערכות הכוללות אלמנטים לא ליניאריים ונושאים בבקרה ספרתית.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. עקרונות התכנון במישור התדר – חזרה.
2. מערכות אי ודאיות, עקרונות כלליים של שיטת QFT.
3. תכנון QFT של מערכות מינימום פאזה.
4. תכנון QFT של מערכות מושהות בזמן ומערכות שאינן בפאזה מינימאלית.
5. מבוא למערכות לא ליניאריות ולדינאמיקה לא ליניארית.
6. שיטת הפונקציה המתארת, מעגלי גבול.
7. מסלולים במישור הפאזה, שית האיזוקלינית.
8. מערכות בקרה ספרתיות – שיטות אנליזה (NYQUIST, RL).
9. שיטות התמרה מהמישור הרציף למישור הדידי.
10. תכנון של מערכות בקרה ספרתיות

ספרי לימוד:

1. בקרה ב' – ספר לימוד מאת ד"ר מרסל סידי, בהוצאת מכון טכנולוגי חולון 2008.

ספרי עיון:

1. Davis H., Introduction to nonlinear differential equations, Dover 1962
2. Saucedo, R. and Schiring, E. Introduction to continuous and digital control systems. New York ; London : Macmillan; Collier-Macmillan, 1968
3. Gelb & Vander Velde, Multiple-Input Describing Function, McGraw-Hill, 1968
4. Sidi, M. Design of Robust Control Systems-from Classical to Modern Practical Approaches. Malabar, Fla. : Krieger Pub. Co., 2001

50053- מערכות הספק ב' Power Systems 2

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50043 מערכות הספק א'

מטרות הקורס:

מטרת הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח וחישוב מערכות הספק במצבי פעולה הלא רגילים. בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר תכונות בסיסיות ופתרון בעיות של מערכות הספק במצבי קצר ומיתוג, כמו כן יכיר הסטודנט את בעיות היציבות במערכות הספק.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. תיאור כללי של מערכות הספק במצבי חרום.
2. יחידות מנורמלות: חישוב מקורב ומדויק.
3. שיטות לפישוט מעגלי רשתות.
4. אופייני נתק וקצר של מחולל סינכרוני, (משולש פוטיה) וקצר תלת-פאזי.
5. קצר מתמיד של מחולל סינכרוני ושיטות שונות לחישוב זרמי קצר במערכות הספק במצב מתמיד.
6. תורת הקצר הפתאומי של מחולל סינכרוני.
7. ניתוח ושיטות שונות לחישוב זרמי קצר במערכות הספק מסובכות.
8. שיטת מרכיבים סימטריים וחישוב קצרים לא סימטריים.
9. ויסות מתחים והספקים הגביים במערכות הספק.
10. יציבות דינאמית של מערכות הספק.
11. חלוקה כלכלית של הספקים בין תחנות כוח.

ספרי לימוד:

1. Shnkman, A. Transient analysis of electric power circuits handbook. Dordrecht : Springer, 2005.
2. Gonen, T. Modern Power System Analysis. New York : Wiley, 1988.

ספרי עיון:

1. Weedy, B.M. and Cory, B. J. Electric Power Systems, 4th ed. Chichester : Wiley, 1998.

50054- טכניקות מתח גבוה High Voltage Engineering

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50043 מערכות הספק א' (אפשר גם במקביל)

מטרות הקורס

הקורס מכוון ללימוד של תכונות בסיסיות של מערכות מתח גבוה וסוגי בידוד למיניהם, יוצרות מתחי יתר ושיטות ההגנה בפניהם. מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט ידע ושיקולים בניתוח ותכנון מערכות מתח גבוה.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. בידוד במערכות מתח גבוה: סוגי בידוד ותכונותיו, אוויר כחומר בידוד.
2. בידוד כבלים שנאים וגנראטורים.
3. פריצה חשמלית באוויר ובגזים, בשמן ובמבדדים יצוקים.
4. שיטות שונות לבדיקת בידוד חשמלי.
5. ברק ופגיעתו בקווי מתח גבוה ומתקנים אחרים, התפשטות גלי מתח יתר בקווי תמסורת.
6. הגנת קווי מתח גבוה ותחנות כוח ומשנה בפני פגיעת ברקים ומתחי יתר.
7. מתחי יתר פנימיים: תופעות מעבר ושפעת קיבוליות של קווי תמסורת.
8. מתחי יתר בעת הפסקת קווים ארוכים ושנאים בריקים ובעת קצרים.
9. הגנה מפני מתחי יתר פנימיים.
10. הארקה במערכות מתח גבוה ומסדר של נקודות ניטרל.

ספרי לימוד:

1. Khalifa, M. High-voltage engineering. New York: Marsel Deccer Inc., 1990.
2. Kuffel, E., Zaengl, W. S. and Kuffel, J. High-Voltage Engineering: Fundamentals, 2nd ed. Oxford :Newnes, 2000

ספרי עיון:

1. M. Ruan, High voltage engineering and testing, IEE, 2001

50060 - עיבוד אותות ספרתי Digital Signal Processing

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50014 אותות ומערכות, מבוא למערכות ליניאריות (במקביל)

מטרות הקורס:

מטרת הקורס היא להקנות לסטודנט את היסודות המתמטיים הבסיסיים לעבודה במערכות בדידות ובאותות בדידים. ניתוח של אותות בדידים ומערכות בדידות, במשור הזמן הבדיד ובתחום התדר. בנוסף מקנה הקורס כלי לתכנון מסננים ספרתיים מסוגים שונים, ובמערכות מרובות קצבים.

הנושאים שיילמדו בקורס

1. חזרה - ייצוג אותות ומערכות בתחום הזמן. סדרות ותכונותיהן מערכות ותכונותיהן, תגובה להלם של מערכות בדידות, ייצוג מערכות ליניאריות על ידי משוואת הפרש. דגש יינתן על ייצוג מערכות ע"י משוואת הפרש.
2. חזרה - התמרת Z: הגדרת ותכונות ההתמרה, פונקציית תמסורת של מערכות ליניאריות, בדיקת יציבות של פונקציות תמסורת, מימוש קסקדי של מערכות ליניאריות ממשוואת הפרשים. מערכות היברידיים.
3. ניתוח מערכות בתחום התדר- התמרת פורייה DTFT, תכונותיה של התמרת פורייה, תגובות לתדר של מערכות. התמרת DTFT בהשוואה לטורי פורייה לאות בדיד.
4. התמרת פורייה דיסקרטית – הגדרה ותכונות בסיסיות, קשר בין DFT לבין התמרת Z, קונבולוציה מחזורית.
5. התמרת פורייה מהירה FFT דילול בזמן ודילול בתדר radix 2
6. עקרונות מסננים וסיווגם. תכנון מסננים ספרתיים בעלי תגובת הלם סופית: תכנון בעזרת חלונות.
7. תכנון מסננים קבועים בזמן בעלי תגובת הלם אינסופית: תכנון בעזרת Prototypes כגון מסנן Butterworth ו-Chebyshev, התמרות ממישור לפלס למישור Z, שימור התגובה להלם, שימוש באופרטור ההפרש, התמרה בי- ליניארית.
8. מערכות מרובות קצבים – אינטרפולציה ודסימציה. עקרונות מסנני poly-phase.

ספר לימוד:

1. Proakis J., D.G. Manolakis, "DSP: Principles, Algorithms and Applications", Prentice-Hall, 3rd Ed., 1996.
2. Oppenheim A.V. and Schaffer R.W., "Discrete-Time Signal Processing", 3rd edition, Prentice Hall, 2010.

ספרי עיון מומלצים:

1. Boaz Porat, "A Course in Digital Signal Processing" John Wiley & Sons. Inc. 1997
2. Mitra S.K., "Digital Signal Processing: a computer-based approach", McGraw-Hill, 2005.

VLSI 50061 - טכנולוגיות VLSI VLSI Technology

אופן ההוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות : 4
נקודות זכות : 3.5
דרישות קדם: 50011 מעגלים אלקטרוניים אנלוגיים
מטרות הקורס:

מטרתו של הקורס היא להקנות לסטודנט ידע בסיסי בטכנולוגיות תכן של מעגלי VLSI וכן בתכנון וניתוח מערכות VLSI שונות.

נושאים שיילמדו בקורס:

1. חזרה: מודלים של התקנים אלקטרוניים בסיסיים (דיודות, טרנזיסטורי FET).
2. חזרה: מערכות של מעגלים משולבים : אנלוגיים וספרתיים.
3. עיבוד סיליקון: גידול מצע, סימום, חמצון, איכול, ליטוגרפיה, ייצור מגעים ומארז, שיטות ייצור של התקני VLSI.
4. עקרונות פעולה ותכן של התקני CPLD, FPGA, שימוש ב-STANDARD CELL LIBRARY.
5. שיטות תכן בסיסיות למעגלי VLSI: מבוא ל-VHDL, הדגמת פעילות תכן VHDL, שיטות תכנון בסיסיות של מעגלי VHDL.
6. מבוא לשיטות תכן של Layout, שימוש ב-STICK-DIAGRAM.
7. מגמות עתידיות ב-VLSI: שיטות ליטוגרפיה עתידיות, מגמת הקטנת ה-DESIGN-RULE, שיקולי SCALING LAWS, טכנולוגיות חילופיות ל-Si-Based VLSI.

ספרי לימוד:

1. Weste, Neil H. E. and Eshraghian, K. Principles of CMOS Design ; a systems perspective. Reading, Mass. : Addison-Wesley Pub. Co., 1992
2. Smith, Michael John Sebastian Application Specific Integrated Circuits. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1997.
3. Campbell, Stephen A. The Science and Engineering of Microelectronic Fabrication, 2nd ed .New York : Oxford University Press, 2001
4. Skahill, K. VHDL for Programmable Logic. Reading, Mass. Addison-Wesley Pub. Co., 1996

ספרי עיון:

Michael John, Smith Sebastian, Application Specific Integrated Circuits. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1997.

50063 - תיב"ם אלקטרוני

Electronics Computer Aided Design

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50011 מעגלים אלקטרוניים אנלוגיים, 50016 מעגלים ספרתיים

כללי:

בקורס זה ילמד הסטודנט תכונות בסיסיות של מערכות תיב"ם אלקטרוניות, הקורס יסקור את השיטות ואמצעי סימולציה וייתן תרגול מעשי בתכנון מעגלים, כמו כן ילמדו בקורס עקרונות פעולה ומבנה של מעגלי אלקטרוניים.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. הגדרות בסיסיות בתכנון. מערכת CAE, CAD, CAM, הכרת מודלים לתכנון מעגלים אלקטרוניים. תוכנה Spice
2. יישומים של מעגלים משולבים, משפחות לוגיות, מערכת סימנים, תכנון מעגלים מבוססים על לוגיקה צירופי, סידרתי, יישומים של AD/DA, רטטים.
3. מבוא לתכנון אוטומטים (Mealy, Moore).
4. תכנון מעגלים מבוססים על PLA, PAL, הכרת שפות לתכנון CUPL, Abel. תכנון מעגלים מבוססים על SOC, FPGA, CPLD, הכרת לשפות VHDL, Verilog.
5. מבוא לתאימות אלקטרומגנטית (EMC).
6. תוכנות תיב"ם באלקטרוניקה. סקירה תוכנות ומערכות תיב"ם לבניה וניתוח מעגלים אנלוגיים, סיפרתיים ומשולבים (Mixed Mode Simulation). תוכנות ל-PCB.
7. הכרת מערכות ואמצעים סמוכים כמו מערכת מומחה מבוססת על ידע (KBES), תכנון תוכנה (CASE), אמצעי הכנה של תיעוד טכני (DTP).
8. תרגול בתוכנות OrCAD(Pspice), MicroCap, Multisim(EWB), PCB Express וביצוע עבודות בית לפי משימות אישיות.

ספרי לימוד:

1. Birnbaum, M. Essential Electronic Design Automation (EDA), Prentice, 2004.
2. Wakerky, J. F. Digital Design, Principles and Practices Prentice- Hall, 2001.
3. מיכאל גנקין, קורס תיב"ם אלקטרוניקה (CAD). הדרכה ל-OrCAD.
4. User guides of OrCAD, Multisim, MicroCAP and other like Spice programs, including

50064 - מעבדה מתקדמת למיקרוגלים

Advanced Microwave Lab

אופן הוראה: מעבדה

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 1.5

דרישות קדם: 50029 מבוא למיקרוגלים או 51075 מבוא למעגלי תדרי רדיו

מטרות:

במעבדה זו יכיר הסטודנט תוכנות סימולציה לתכנון מעגלים ורכיבים ספציפיים עבור מערכות מיקרוגל. המעבדה תסקור רכיבים פאסיביים ואקטיביים בסיסיים הנמצאים בשימוש במערכות המופעלות בתדרי מיקרוגל.

בסוף המעבדה יבוצע פרויקט סכום שיכלול תכנון סימולציה, בנייה ומדידה של רכיב הפועל בתדרי מיקרוגלים

הנושאים שיילמדו במעבדה:

1. תוכנת הסימולציה ADS.
2. שימוש בצב"ד בנתח רשת (Network Analyzer).
3. שיטות לתיאום עכבות רחב סרט.
4. תוכנת הסימולציה התלת ממדית CST.
5. מסננים מודפסים.
6. מגברים ופרמטרים שלהם.
7. תכנון מצמד כיווני.

ספרי לימוד:

1. Tshii, t. K. Editor, Handbook of Microwave Technology, Academic Press, 1995.

ספרי עיון:

1. Pozar D.M., "Microwave Engineering" 3rd.Ed, Wiley, 2005.
2. Rizzi, P.A., "Microwave Engineering - Passive Circuits", Prentice-Hall, 1988.

50066 - מעבדה למערכות הספק אלקטרוניות

Power Electronic Laboratory

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודת זכות: 1.5
דרישות קדם: 50051 מערכות הספק אלקטרוניות

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר בצורה מעשית את מבנה הממירים (ספקים), שני סוגי מערכות בקרה של הממירים - בלי משוב ועם משוב וניתוח משטרי עבודה של הממירים.

מטרת הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בביצוע תכנון בתחום הספקים.

הנושאים שיימדו במעבדה:

1. הכרה מעשית של ממיר מתח ישר מסוים למתח ישר נמוך יותר, (DC-DC buck converter) - חלק 1.
2. ניתוח עבודת הממיר המוריד מתח (buck converter) - חלק 2.
3. ניתוח עבודת הממיר המוריד מתח (buck converter) - חלק 3.
4. הכרה מעשית של ממיר מתח ישר מסוים למתח ישר גבוה יותר, (DC-DC boost converter) - חלק 1.
5. ניתוח עבודת הממיר המעלה מתח (boost converter) - חלק 2.
6. ניתוח עבודת הממיר המעלה מתח (boost converter) - חלק 3.
7. הכרה מעשית של ממיר מתח ישר מסוים למתח ישר נמוך או גבוה יותר, (DC-DC buck-boost converter) - חלק 1.
8. ניתוח עבודת הממיר המוריד-מעלה מתח (buck-boost converter) - חלק 2.
9. ניתוח עבודת הממיר המוריד-מעלה מתח (buck-boost converter) - חלק 3.
10. הכרת תכנת הדמיה של מעגלים אלקטרוניים (Orcad Pspice) ושימוש בתכנת ההדמיה עבור מעגלי ממירים DC – DC.

ספרי עזר:

1. תדריכים לניסויים במעבדה מערכות הספק אלקטרוניות.
2. אתר אינטרנט HIT "הוראה מתוקשבת".

50067 - מעבדה לאלקטרואופטיקה Electro optics Laboratory

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50035 פוטוניקה ומערכות אלקטרואופטיות או 50134 יסודות ההנדסה האופטית

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר מערכות ורכיבי סיבים אופטיים בסיסיים. המעבדה מבוססת על (Projects in Fiber Optics (Newport Corporation, Model FKP שמכיל את הציוד הדרוש לביצוע סידרה של ניסויים-פרויקטים שיקנו לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח ותכנון של מערכת סיבים אופטית בסיסית וניסיון בעבודה עם מערכות אלקטרואופטיות.

הנושאים שיילמדו במעבדה:

1. הכנות ראשוניות לצימוד מקור לייזר לתוך סיב ומדידת מפתח מספרי (NA).
2. הפסדי הניחות בסיב אופטי.
3. הכרת סיבים מסוג - Single Mode (SM) ואופטימיזציה של צימוד אלומת לייזר לתוך סיב SM.
4. הכרת האופנים המתפשטים לאורך סיב מסוג Single Mode ב- "V-number" גבולי, ומדידת אורך הפעימה בסיב משמר קיטוב.
5. צימוד מקורות אור מוליכים למחצה (דיודה פולטת אור ודיודת לייזר) לסיב אופטי.
6. מדידת ההפסדים הנגרמים מחיבור בין שני סיבים.
7. שימוש ברכיבי תקשורת: מצמד דו-כווני ומערכת WDM.
8. מערכת תקשורת סיב-אופטית. מאזן ההפסדים בערוץ המידע.
9. חיישנים המבוססים על שינוי עוצמת האור לאורך הסיב (Intensity Sensors).
10. חיישנים המבוססים על שינוי בפאזה של האור לאורך הסיב (Phase Sensors).

ספרי לימוד:

1. Palais J. C., "Fiber Optic Communications", 4th ed., Prentice Hall, 1998.
2. Kasap S.O., "Principles of Electrical Engineering Materials and Devices", 2nd ed., McGraw-Hill, 2002.
3. "Projects in Fiber Optics" Applications Handbook. Newport Corporation.
4. חוברת לחומר רקע בעברית והוראות לביצוע הניסוי

50070 - מודלים ותכנון של מעגלים אלקטרוניים Models and Design of Electronic Circuits

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50011 מעגלים אלקטרוניים אנלוגיים

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר מודלים שונים לתכנון מעגלים אלקטרוניים. מטרת הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח ותכנון של מעגלים אלקטרוניים מתקדמים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

מבנה ותכונות של מגבר שרת מעשי, מעגלים מתקדמים עם מגברי שרת: מסננים אקטיביים, נדים, ווסתי מתח, מיישרים מדויקים, מכפלי אותות אנלוגיים, ממירים V/I, ממירים A/D ו-D/A, מגברים לוגריתמיים ואנטי-לוגריתמיים, שמיט-טריגר, מגברי הספק, ממירים ממותגים.

ספרי לימוד:

1. D. A. Neamen. Electronic Circuit Analysis and Design, McGraw-Hill, 2001.
2. M. N. Horenstein. Microelectronics Circuits. Prentice Hall, 1995.
3. A. S. Sedra, K.C. Smith. Microelectronics circuits. Oxford University Press' 2004.
4. Denton J. Dailey. Electronic Devices and Circuits. Prentice Hall, 2001.
5. T. F. Bogart, J. S. Beasley, G. Rico. Electronic Devices and Circuits. Prentice Hall, 2004.

ספרי עיון

1. W. D. Stanley. Operational Amplifiers with linear Integrated Circuit. Macmillan Collage Publishing Company, 1994.
2. T. E. Price. Analog Electronics. Prentice Hall, 1996.

50073 - המרת אנרגיה ב' Energy Conversion B

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50012 המרת אנרגיה א'

מטרות הקורס

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר מודלים שונים של מנועי חשמל ותופעות מעבר במכונות חשמל. מטרת הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח ותכנון של מנועים מיוחדים ותופעות מעבר.

הנושאים העיקריים שיילמדו בקורס:

1. תופעות מעבר במכונות חשמל.
2. מנוע השראה חד פאזי.
3. מנוע צעד.
4. מנוע DC ללא מברשות.
5. Synchros.
6. מנועים שונים: shaded pole, universal Dc/AC motor, linear motor, Synchronous reluctance motor machine, hysteresis motor.

ספרי לימוד:

1. V. Del Toro, V. Basic Electric Machines. Prentice-Hall, 1990.
2. Fitzgerald, A., Kingsley, C., Umans, S. Electric Machinery, McGraw-Hill, 1990
3. Ryff, P. Electric Machinery. Prentice-Hall, 1994.
4. Nasar, S. A. electric machines and electro mechanics. Schaum's outlines.

ספרי עיון:

1. H. Moczala, J. Draeger, H. Kraub' H. Schock' S. Tillner' Small Electric Motors' Redwood Books' Trowbridge, 1998.
2. P. Acarnely' Stepping Motors' IET' 2007

50074 - אותות אקראיים Random Signals

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50014 אותות ומערכות

מטרות הקורס:

הקניית ידע בתהליכים אקראיים. הקורס יטפל בעיקר בתכונות של אותות אקראיים במישור הזמן ובמישור התדר, מעבר אות אקראי דרך מערכות שונות, וגם בתכנון מערכות ליניאריות לגילוי וסינון אותות דטרמיניסטיים ברעש מתחבר.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מיצוע סטטיסטי.
2. קורלציה במישור הזמן ובמישור התדר.
3. פירוק אורתוגונאלי (Karhunen-Loeve).
4. תהליכים סטציונריים, משפט Wiener-Khinchin.
5. תהליכים צרי סרט ורעש לבן.
6. מיצוע בזמן וארגודיות תהליכים עם אינקרמנטים סטציונריים, פונקציית המבנה. אותות ציקלוסטציונריים.
7. תהליכים גאוסיים ותהליכי Levy (כולל Poisson ו-WIENER).
8. מעבר אות אקראי דרך מערכות LTI ומערכות לא ליניאריות.
9. תהליכים נקודתיים ושרשראות פולסים. אותות הטלגרפיה.
10. מודלים מתמטיים ופיזיקה של רעשים: רעש תרמי, רעש ירי ורעש הבהוב.
11. מבוא לתורת ההחלטות והסטטיסטיקה. בדיקת השערות.
12. קריטריון Bayes וקריטריון Neyman-Pearson. גילוי אופטימאלי של אות דטרמיניסטי ברעש גאוס
מתחבר, לבן וצבעוני.
13. מבוא לשערוך
14. עקרון הניצבות, שערוך צורת גל.
15. מסן Wiener.

ספרי לימוד:

1. Papoulis, A., "Probability, Random Variables and Stochastic Processes", McGraw-Hill 2nd Ed., 1991.
2. H. Stark and J. Woods, Probability and Random Processes with Applications to

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה](#)

50075 - מעבדה למערכות משובצות מיקרופרוססורים Microprocessor Embedded Systems Lab.

אופן הוראה: מעבדה שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 51111 תיכון חומרה בעזרת VHDL

מטרות הקורס

במעבדה ילמד הסטודנט להכיר, להגדיר ולתכנת מערכות משובצות מיקרופרוססור. מטרת המעבדה היא להקנות לסטודנטים הבנה בסיסית וידע מעשי בתיכון מיקרו מעבד ומערכת משובצת מיקרו מעבד, בהגדרת מערכות בעזרת רכיבים קיימים וכתיבת יישומים למערכות

הנושאים שיילמדו במעבדה:

1. ארכיטקטורות של מערכות משובצות מיקרו מעבד.
2. הכרת סביבות תכנות וסימולציה: NIOS II IDE, ALTERA MODELSIM QUARTUS II והכרת ערכת הפיתוח ALTERA DE2.
3. תיכון בעזרת VHDL של מערכת בסיסית עם מיקרופרוססור RISC פשוט. סימולציה ויישום ב-DE2.
4. השלמת המערכת בעזרת תיכון וחיבור רכיבי זיכרון. בקר פסיקות ו-UART.
5. השלמת המערכת בעזרת תיכון וחיבור בקר, לוח מקשים ובקר תצוגת VGA.
6. הכרת מעבדים מסוג NIOS II ורכיבי ממשק AVALON.
7. הגדרה ויישום מערכת מבוססת מעבד NIOS II, בעזרת SOPC BUILDER.
8. כתיבת יישומים ב C++ למערכת מבוססת NIOS II, בעזרת NIOS II IDE.
9. הגדרה ויישום מערכת מבוססת מעבד DSP, בעזרת SOPC DSP BUILDER.

ספרי לימוד:

1. D. Perry, VHDL Programming by Examples, McGraw-Hill, N.Y. 2002.
2. Pong P. Chu, FPGA Prototyping by VHDL Examples, John Wiley & Sons, 2008.
3. ALTERA, Quartus II Handbook, Vol. 4 : SOPC Builder, 2009.

ספרי עיון:

1. עמוס זסלבקי, תכן ספרתי ומבוא לפרויקטים עם רכיבי ALTERA, שורש, 2009.
2. Altera, Embedded Design Handbook, chap. 2 – NIOS Software Development, 2009.

50076 - פרויקט גמר Final Project

אופן הוראה: פרויקט
שעות שבועיות: 6
נקודות זכות: 6

כללי:

תכנון ובנייה של מערכת אלקטרונית, חשמלית, אנרגטית או אחרת בהתאם למסלולי ההתמחות, על בסיס חומר הלימודים במכון וספרות מקצועית. הפרויקט מתחיל מהגדרת הבעיה והמאפיינים שלה, ומסתיים בתכנון ובבניית המערכת. העבודה היא עצמאית בעיקרה ובדרך כלל בצוותים של שני סטודנטים עם הכוונה והנחיה של איש סגל. ניתן לקבל גם הנחיה של גורמי חוץ בפיקוח אקדמי של מרכז הפרויקטים או מי שיוסמך על ידו לכך.

50077 - טכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה Microelectronics Technologies

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50003 יסודות מוליכים למחצה

מטרות:

מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח ותכנון מערכות ייצור במיקרואלקטרוניקה.

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר תהליכים בסיסים של מיקרואלקטרוניקה כמו פעפוע, השתלץ יוני, ייצור גבישי סיליקון ותחמוצות, שיטות ציפוי של שכבות דקות ושכבות עבות, שיטות אפיון של שכבות דקות והתקנים בטכנולוגיה פלנרית (משטחית).

הנושאים שיילמדו במעבדה:

1. יסודות מיקרואלקטרוניקה.
2. פאזות בחומרים.
3. טכנולוגיות סיליקון (מבנה גבישי, ייצור, פגמים).
4. תהליך פעפוע.
5. השתלץ יונית.
6. חמצון זכוכיות.
7. פוטוליטוגרפיה.
8. פוטורזיסט.
9. איכול יבש ורטוב.
10. שיטות ציפוי שכבות דקות.
11. אפיון במיקרואלקטרוניקה.
12. נצילות, אמינות, וזיוד במיקרואלקטרוניקה.

ספרי לימוד:

1. S. A. Campbell, "The Science and Engineering of Microelectronics Fabrication", Oxford University Press, 2nd ed., 2000.
2. S. Wolf, R.N. Tauber, "Silicon Processing for the VLSI ERA", vol.1- Process Technology, Lattice Press, 1992.
3. R.C. Jaeger, "Introduction to Microelectronic Fabrication", Addison-Wesley Pub. Co., 2002.

ספרי עיון:

1. Handbook of Thin Film Process Technology. Bristol, UK : Institute of Physics, 1995.

2. Ohring, M. The Materials Science of Thin Film, 2nd ed. San Diego, Calif. : Academic Press, 2002
3. Sze, S.M. VLSI Technology. New York : McGraw-Hill Book Co., 1988

50078 - מעבדה לבקרה Automatic Control Laboratory

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50018 מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר בצורה מעשית מימוש פונקציות מעבר בעזרת מגברי שרת ומערכת מנוע סרבו מצב ותכנון מערכת בקרה בעזרת Matlab ו-Simulink.

מטרת הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בביצוע תכנון וניסויים במערכות בקרה אוטומטית.

הנושאים שיילמדו במעבדה:

1. ניסויים אנלוגי 1 – מימוש רשתות תיקון בעזרת רכיבים פסיביים
2. ניסוי אנלוגי 2 – מימוש פונקציות מעבר בעזרת מגברים ומגברי שרת.
3. ניסוי אנלוגי 3 – מערכת מנוע סרבו מצב.
4. ניסוי אנלוגי 4 – מערכת מנוע סרבו מצב – המשך.
5. ניסוי 1 Matlab – הכרת פקודות יסודיות של Matlab.
6. ניסוי 2 Matlab – הכרת תוכנת Simulink בשילוב עם Control.
7. ניסוי 3 Matlab – זיהוי פרמטרים של פונקציות מעבר בחוג פתוח ובחוג סגור.
8. ניסוי 4 Matlab – תכנון מערכת בקרה בעזרת Matlab (1).
9. ניסוי 5 Matlab – תכנון מערכת בקרה בעזרת Matlab (2).
10. ניסוי 1 עם מחשב – בדיקת פרמטרי מנוע זרם ישר.
11. ניסוי 2 עם מחשב – ניתוח מערכת יציבות של מהירות.
12. ניסוי 3 עם מחשב – ניתוח מערכת מנוע סרבו מצב.

ספרי לימוד:

1. חוברת הרצאות בקרה א' (50018) ד"ר מרסל סידי.
2. תדריכים לניסויים בבקרה אוטומטית.
3. אתר אינטרנט HIT "הוראה מתוקשבת".

50081 - תורת הרשתות

Network Theory

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50090 מבוא להנדסת חשמל

מטרות הקורס:

בקורס זה הסטודנט ילמד שיטות לניתוח רשת מרוכבת בעזרת מחשב, והשגת אופטימיזציה של רשתות.

הנושאים שיימדו בקורס:

1. הצורך בשימוש במחשב לניתוח מערכות חדשניות.
2. רכיב פסיקלי ורכיב רשת, תכונות, סיווג והגדרות רכיבי רשת
3. תיאור רכיבי רשת לצורך ניתוח בעזרת מחשב, טופולוגיה של רשתות, גרף, חוג, מסלול, חוג יסודי, עץ, מטריצות טופולוגיות, משפט אורתוגונליות.
4. וקטור מתחי צמתים, משפט טבנין.
5. משפטי קירכהוף בצורת מטריציאלית, תיאור גיאומטרייה של רשת לצורך ניתוח בעזרת מחשב שיטות ניתוח רשתות (זרמי חוגים, מתחי צמתים, משוואות מתחי צמתים משופרות) בזרם ישר בעזרת מחשב
6. שיטות ניתוח רשתות דינמיות בעזרת מחשב
7. רגישות הרשתות, אופטימיזציה, ניתוח "מונטה קרלו".

ספרי לימוד:

Ioinovici, A. Computer-aided analysis of active circuits. New York : Dekker, 1990.

50082 - מעבדה למיקרואלקטרוניקה ושכבות דקות Thin Films and Microelectronics Laboratory

אופן הוראה: שיעור ומעבדה

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 1.5

דרישות קדם: 50006 התקני מוליכים למחצה ב' (מל"מ ב'), 50077 טכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה במקביל

מטרות הקורס:

מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של הפעלת מערכות ייצור שכבות דקות במיקרואלקטרוניקה ושיטות אפיון תוצאות של ניסויים.

בקורס יינתנו הבסיס הפיסיקלי ועקרונות הפעולה היסודית של התהליכים הטכנולוגיים במיקרואלקטרוניקה ויצירה של שכבות דקות, טכניקת של ואקום, חומרים ומדידות במיקרואלקטרוניקה.

הנושאים שיילמדו במעבדה:

1. מבוא לתהליכי ייצור של מכשירים במיקרואלקטרוניקה.
2. מבנה מערכות ואקום, שיטות שיקוע בשכבות דקות.
3. חיתוך וניקוי מצעים לציפוי במעבדה.
4. מדידות בטכנולוגית שכבות דקות.
5. נידוף תרמי של חומרים שונים.
6. יצירת מערכות שכבתיות עם תכונות של דיודה.
7. יצירת גופי חימום שכבתיים.
8. יצירת מערכות שכבתיות למדידת טמפרטורה.
9. יצירת מערכות שכבתיות רגישות לאור.
10. אפיון שכבות דקות ומערכות שכבתיות.

ספרי לימוד:

1. David A. Glocker and S Ismat Shah (Editors) "Handbook of Thin Film Process Technology", IOP Publishing Ltd., 1995.
2. John F. O'Hanlon, "A User's Guide to Vacuum Technology", 1989.
3. Ohring, M., The Materials Science of Thin Films, Academic Press, 2002

ספרי עיון:

1. Wolf, S., R.N. Tauber, "Silicon Processing for the VLSI ERA", Vol.1 – Process Technology, Lattice Press, 1992.
2. Sze, S.M., VLSI Technology, McGraw-Hill, Second Edition, 1988.
3. Chambers, A., Modern Vacuum Physics, Chapman & Hall /CRC, 2005.

4. Venables, J. A., Introduction to Surface and Thin Film Processes, Cambridge University Press, 2000.

50085 - מעבדה לעיבוד אותות ספרתי DSP Lab.

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50060 עיבוד אותות ספרתית
מטרות:

במעבדה ילמד הסטודנט להכיר את עקרונות ביצוע מערכות DSP ומסננים ספרתיים באמצעות הדמיה ב-MATLAB ו-SIMULINK.

הנושאים שילמדו במעבדה:

1. הכרת מבנה בסיסי של רכיבי DSP במשפחות שונות.
2. סקירת רכיבי DSP של חברות מובילות, עם דגש מיוחד על חברת TI.
3. הכרת סביבת Code Composer Studio (CCC), לימוד Matlab Link ל-CCS.
4. שיטות קידוד תכנון ומימוש מסנני IIR ו-FIR.
5. סינתזה של אותות שמע ודיבור.
6. שיטות מתקדמות לדחיסת קול, שמע ותמונה.
7. מימוש בעזרת רכיבי DSP.
8. בעיות זמן אמת, הצפנת קול ותמונה.

ספרי לימוד:

1. A.V. Oppenheim, R.W. Schfer, Digital signal Processing, Prentice Hall, 1991.
2. T. I. Applications books 2004.
3. Proakis J., Ch. Rader, F. Ling, Ch. Nikias, Advanced digital Signal Processing, MCMillan Pub., 1992.
4. Editor V. K. Madiseti, D.B. Williams, The Digital Signal Processing Handbook, CRC & IEEE Press, 1997.

50087- עיבוד תמונה Image Processing

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50060 עיבוד אותות ספרתי

כללי:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר מושגי יסוד בעיבוד ספרתי של תמונה ותיאוריה של עיבוד תמונה ספרתי.

הנושאים העיקריים שיילמדו בקורס:

1. מבוא: מהו עבוד תמונה – האם זה עיבוד אותות דו- ממדיים ? סקירה כללית של גישות, יישומים ושיטות.
2. פרמטרים בסיסיים של תמונה, קליטה ושמירה של תמונה ספרתית, שיטות הדמיה (imaging).
3. אלגברה מטריציאלית וטרנספורמציות לצורך עיבוד תמונה ספרתית.
4. תכונות העין כמערכת הדמיה אופטית והשלכתן לעיבוד, ניתוח ודחיסה תמונות.
5. עיבוד מקדים (preprocessing) וחשיבותו בניתוח תמונה וראייה ממוחשבת.
6. גילוי גבולות, הבדלת פרטים, שימוש במושג סף (threshold), שיטות הפרדה (segmentation).
7. שיפור ושיחזור תמונה, שימוש בהסתברות וסטטיסטיקה, Histogram Equalization והגדלת חידוד.
8. סוגי רעש והורדתם, מסננים מחליקים, סינון בעזרת Convolution, LPF, HPF, סינון לא-ליניארי.
9. מציאת אופיינים (Feature extraction), ניתוח מרקם, ניתוח וסינון במישור תדר המרחבי.
10. שיטות סיווג וזיהוי תצורות (Classification, Pattern Recognition), Fourier - plane correlation.
11. מושגי יסוד בתורת האינפורמציה, משפת הדגימה.
12. עקרונות של דחיסה תמונה. יחס דחיסה. RLE וקידוד הופמן.
13. שימושים: ראיית מחשב, רובוטיקה, מערכות ביטחון ובטיחות.

ספרי לימוד:

1. Jain, Anil K. "Fundamentals of Digital Image Processing". Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall International, 1989.
2. Gonzales, Rafael C. "Digital Image Processing", Addison – Wesley, 2001.
3. בן צבי דורון, זאב עבוד סיפרתי של תמונות. הוצאה לאור של האוניברסיטה הפתוחה 1996. ויסמן,

ספרי עזר:

1. Pratt, W. K. "Digital Image Processing: PICS Inside", 3rd ed. New York : Wiley, 2001.
Castleman K.R. "Digital Image Processing", Prentice Hall, 1996.

50090 - מבוא להנדסת חשמל

Introduction to Electrical Engineering

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 6
נקודות זכות: 5.5
דרישות קדם: 20154 מתמטיקה להנדסת חשמל

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר חוקים של מעגל חשמלי ושיטות לפתרונם. מטרת הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח מעגלים חשמליים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא ומושגי יסוד, הגדרות פיסיקליות ומושגים חשמליים, אנרגיה והספק חשמלה הגדרות בסיסיות של מעגלים ורכיבים בסיסיים, מעגל חשמלי: נגדים, מקורות בלתי תלויים ותלויים. מודלים מתמטיים ומושגים פיסיקליים: התנגדות, השראת וקבליות, מקורות אידיאליים, רכיבים פעילים וסבילים.
2. חוק אום, חוקי קירכהוף וחוק המתחים.
3. מקורות מתח ומקורות זרם מעשיים, המרת מקור מתח למקור זרם ולהפך, מקורות תלויים / מבוקרים, חיבור טורי, מקבילי ומעורב. מחלק מתח ומחלק זרם, התמרת כוכב משולש, ניתוח מעגלים לפי חוקי קירכהוף.
4. שיטות שונות לניתוח מעגלים: שיטת זרמי חוגים ושיטת מתחי צמתים בהצגה מטריציאלית.
5. משפטי רשת: משפט ההדדיות, משפט הסופרפוזיציה (ההרכבה), משפט טלגן, משפטי תבנין ונורטון ומשפט העברת הספק מקסימאלי לעומס.
6. סוגי אותות, אות סינוסואידלי (הרמוני). תדירות, תדירות זוויתית, זמן מחזור. ערכים רגועים, ממוצעים אפקטיביים של אותות מחזוריים. רכיבים ראקטיביים: קיבול והשראות במעגלי זרם חילופין סינוסואידלי. הקשר בין מתח וזרם בסליל ובקבל.
7. מצב סינוסואידלי עמיד. תיאור סימבולי (פאזורי) של מתח וזרם. מושג העכבה והמותירות. ניתוח מעגלים במצב מתמיד בהצגה פאזורית. דיאגרמות פאזוריות.
8. הספקים במעגלי זרם חילופין, משולש ההספקים וגורם ההספק, שיפור גורם ההספק ותאום עכבות.
9. מעגל תהודה טורי ומקבילי, פונקציות תמסורת, מעגלי RC, RL ו-RLC כמסננים.
10. מעגלים מגנטיים צמודים ושנאים.
11. מעגלים תלת פאזיים: חיבורי כוכב ומשולש.
12. תופעות מעבר במעגלים חשמליים: תגובת מעגלי RC, RL ו-RLC לכניסת מדרגה ותנאי התחלה.
13. פתרון מעגלים מורכבים באמצעות כלים ממוחשבים.

ספרי לימוד:

1. Hayt, W.H. and Kemmerly, J.E. Engineering Circuit Analysis, 6th ed. Boston : McGraw-Hill, 2002.
2. Alexander, C. and Sadiku, M. Electric Circuits, 2nd ed. Boston : McGraw-Hill, 2003.

ספרי עיון (תרגילים):

1. Paul, Clayton R. Analysis of Linear Circuits. New York : McGraw-Hill, 1989

50093 רשתות עצביות (ניורוניות)

Neural Networks

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50009 מבוא למערכות ליניאריות, 50008 מערכות ספרתיות

מטרות הקורס:

הקורס מכוון ללימוד המושגים העיקריים והטכניקות של רשתות הצביעות תוך הדגשה של אלגוריתמים ושימוש ב-Matlab לצורכי חישוב.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. המקורות הפיזיולוגיים של רשתות עצביות מלאכותיות.
2. סוגי רשתות עצביות. אימון, למידה וייצוגיות.
3. יכולת ההכללה של רשתות עצביות.
4. לימוד מונחה ובלתי-מונחה.
5. גבול ההחלטה, הפרדה ליניארית, אימונו ומגבלותיו של Perceptron .
6. חישובי פונקציות בוליאניות.
7. שימושי Perceptron . Adaline.
8. זיהוי תבניות בעזרת רשתות עצביות.
9. רשתות מסתגלות. רשתות רב-שכבתיות ושיטה של התפשטות אחורית.
10. קירוב פונקציות על ידי רשת רב-שכבתית.
11. לימוד שיוכי ושימושיו.
12. רשתות בעלי משוב.

ספרי לימוד:

1. Hagan, M. T., Demuth, H. B. and Beale, M. Neural Network Design. Boston: PWS Publ. Co., NY, 1996.

ספר עיון:

1. Gallant, S. I. Neural Network Learning and expert systems. Cambridge, Mass. : MIT Press, 1994

50096 - עיבוד אותות ספרתי מתקדם Advanced Digital Signal Processing

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50060 עיבוד אותות ספרתי, 50074 אותות אקראיים

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. חזרה על מסנני FIR ו-IIR.
2. הגדרת דרישות וסוגים שונים של מסננים.
3. שימוש בשיטת החלונות לתכנון.
4. מסננים ספרתיים.
5. תכן מסננים אנלוגיים כגון Butterworth ואחרים.
6. ייצוג מסננים כפעולת מטריצה.
7. מערכות מרובות קצבים, תכן מסנני דיסימצייה ואינטרפולציה, מערכות דואליות.
8. עקרונות התמרת פורייה לזמן קצר, STFT, DSTFT, אנליזה וסינתזה.
9. התמרת Gobar, ומבוא ל-Wavelets, אנליזה זמן-תדר, התמרת Wavelet דיסקרטית.

ספרי לימוד:

1. "A course in DSP", Boaz Porat, Wiley, 1997
2. "Digital Signal processing principles, algorithms and applications", J. G. Proakis and D. G. Malonakis, Prentice-Hall 1996 .

50098 - מבוא למערכות בקרה ספרתיות Introduction to Digital Control Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50018 מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')

כללי:

מטרת הקורס ללמד את הסטודנט לתכנן מערכות בקרה דגומות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. המשפט היסודי של הדגימה. Zero order hold.
2. הגדרת ה- Primary strip. התמרת Z ומיפוי ה- Primary strip ממישור S למישור Z.
3. התמרת Z ההפוכה. ניתוח במישור Z על ידי שיטת ה Root Locus.
4. פונקציות מעבר של מערכות דגומות וסגירת חוגים. התמרת W.
5. קביעת מעגל היציבות במישור Z ואזור היציבות במישור W.
6. תכנון חוגי בקרה במישור התדירות W בעזרת שיטות של Nyquist, Bode, Nichols.
7. שיטות בסיסיות למימוש הבקר.

ספרי לימוד:

1. חוברת הדרכה שהכין המרצה.

ספרי עיון:

1. Franklin, G., Powell, J. and Workman, M. L. Digital Control of Dynamic Systems, 2nd ed. Reading, Mass. : Addison-Wesley Pub. Co., 1990.
2. Saucedo, R. and Schiring, E. Introduction to continuous and digital control systems. New York ; London : Macmillan; Collier-Macmillan, 1968.

50099 - מבוא לבקרה ליניארית Introduction to Linear Control

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50018 מבוא לתורת הבקרה (בקרה אי)

כללי:

מטרת הקורס ללמד את הסטודנט לנתח ולתכנן מערכות בקרה אופטימליות במרחב המצבים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. כתיבת משואות מצב למערכות דינאמיות ליניאריות, ושיטות לפתרון.
2. מושגים של קונטרולביליות, אובסרבביליות, דטקטביליות וייצוביות.
3. בעיית רגולטור רבועי אופטימלי (LQR), ופתרונה, הצורך בזיהוי כול המצבים של וקטור המצבים.
4. פתרון הרגולטור האופטימלי בתחום התדר.
5. תכונות רובוסטיות, פתיחות לרעשי מדידים.
6. הבעיה של LQG - (LINEAR QUADRATIC GAUSSIAN).
7. משפט ההפרדה.
8. סינון רעש של המצבים הנמדדים וזיהוי המצבים שלא ניתנים למדידה.
9. פילטר קלמן.
10. צופה אופטימלי.
11. שיטות LTR - Loop Transfer Recovery.

ספרי לימוד:

1. שקד, מבוא לבקרה ליניארית מודרנית, הוצאת הפקולטה להנדסה א-ת, 1992.

ספרי עיון:

1. Anderson, B. and Moore, J. Optimal Control: Linear Quadratic Methods. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1990
2. Kailath, T. Linear Systems. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1980
3. Dorado, P., Abdallah, C. T. and Cerone, V. Linear Quadratic Control. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1995.

50101 - דינמיקה ובקרה של לוויינים Dynamics and Control Spacecraft

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50018 מבוא לתורת הבקרה (בקרה א')

כללי:

מטרת הקורס ללמד את הסטודנט דינמיקה ובקרה של לוויינים, הן מבחינת המסלולים והן מבחינת מצבו הזוויתי.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. דינמיקה של מסלולים.
2. בקרה של מסלולים - כללי.
3. בקרה של מסלולים גיוסטציונריים.
4. דינמיקה זוויתית של לוויינים.
5. ייצוב גרביטציוני.
6. בקרה זוויתית של לוויינים מסוחררים.
7. בקרה זוויתית של לוויינים מיוצבים שלושה צירים.
8. פריקת מומנטום מצטבר וניהול מומנטום זוויתי.

ספרי לימוד:

1. Sidi, M. Spacecraft Dynamics and Control; a Practical Engineering Approach. Cambridge : Cambridge University Press, 1997

ספרי עיון:

1. Wertz, J. Spacecraft Attitude Determination and Control. Reidel Publishing Company, 1978.
2. Pocha, J. An Introduction to Mission Design for Geostationary Satellites. Rediel Publishing Company, 1987

50102 - התקני מל"מ אלקטרואופטיים Electro-optic Semiconductor Devices

אופן הוראה : שיעור ותרגיל
שעות שבועיות : 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50006 התקני מוליכים למחצה

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר התקנים מבוססי מל"מ באלקטרואופטיקה

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מקורות לקרינה א"מ.
2. קרינת גוף אפור, חוק פלנק, אמי סיביות.
3. מקורות קוונטיים, דפ"א, לייזרים דפ"א.
4. גלאים לקרינה א"מ.
5. פוטודיודות מסוג QWD, APD, PIN.
6. פרמטרים בגלאי, רעש אלקטרוני, יעילות קוונטית, הגברה.
7. התקנים נוספים כגון: תאי שמש, צגים TFT.

ספרי לימוד:

1. Jasprith Singh. Semiconductor Optoelectronics. McGraw Hill, NY, 1995.

ספרי עיון:

1. S. O. Kasap. Optoelectronics and Photonics. Prentice-Hall, 2001.
2. David Wood. Optoelectronic Semiconductor Devices. Prentice-Hall, 1994.

50103 - מבוא לאופטיקה מודרנית ואלקטרו-אופטיקה
Introduction to Modern Optics and Electro optics

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50134 יסודות ההנדסה האופטית

כללי:

מטרת הקורס היא להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בעקרונות אופטיקה מודרנית ואלקטרואופטיקה.

הנושאים שיימדו בקורס:

1. המעבר בין אופטיקה פיסיקלית, תורת הדיפרקציה הסקאלרית ואופטיקה גיאומטרית.
 2. מבוא לאופטיקה פיסיקלית – מושגי יסוד בגלים, קיטוב וקוהרנטיות.
 3. יסודות הדיפרקציה (עקיפה) הסקאלרית:
 - אמפליטודה קומפלקסית
 - עקיפה ע"פ קירכהוף וזומרפלד
 - הספקטרום הזוויתי.
 4. עקיפת פרנל ועקיפת פרנהופר – הגישה הקלאסית וגישת המערכות הליניאריות (אופטיקת פוריה).
 5. הדמיה והתמרות אופטיים ע"פ תורת הדיפרקציה.
 6. PSF, OTF ו-MTF במערכות אופטיות, מקרה קוהרנטי ומקרה לא קוהרנטי – גישת תורת העקיפה:
 - מערכת חופשית מאברציות.
 - חישוב בנוכחות אברציות
 - דוגמאות.
 7. סינון מרחבי ויישומיו.
 8. הכרות עם הולוגרפיה ויישומיה
 9. מבוא ראשוני לאופטיקה של מהודים.
 10. מערכות אופטיות נבחרות.
- ספרי לימוד:**

1. Joseph W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, 2nd edition (McGraw-Hill Science/Engineering/Math. Series, 1996).
2. Miles V. Klein, Thomas E. Furtak, Optics, 2nd edition (John Wiley and Sons, 1986).

ספרי עזר:

1. Rudolf Kingslake, Optical System Design, (Academic Press, 1983).
2. Harrison H. Barrett, Kyle Myers, Foundations of Image Science, (John Wiley and Sons, 2003).
3. Amnon Yariv, Optical Electronics, (Holt, Rinehart, and Winston Series in Electrical Engineering, 1991).
4. Jake D. Gaskill, Linear Systems, Fourier Transforms, and Optics (Wiley-Interscience, 1978)..

50106 מבוא לכלכלה הנדסית Engineering Economics

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 2.5
דרישות קדם: 20152 חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2

מטרת הקורס:

הקורס יקנה ידע ומושגי יסוד בתיאוריה של המימון. הקורס יעסוק בחישובי ריבית, קריטריונים לבחינת כדאיות השקעות, חשובי כדאיות השקעות תוך התחשבות במערכת המיסוי ומקורות המימון של הארגון העסקי והשפעתם על ערכה של הפירמה.

נושאי הקורס:

1. מטרת הפירמה
2. חישובי ערך הזמן של הכסף: ערך עתידי, ערך נוכחי, וחישובי ריביות
3. קריטריונים לבדיקת כדאיות פרויקטים והשוואה ביניהם לפי שיטת הערך הנוכחי (NPV), שיעור התשואה (IRR), ומדד הרווחיות (PI)
4. בניית תזרימי מזומנים
5. שיקולי מס בחישובי כדאיות השקעות
6. יישומים של בדיקת כדאיות השקעות
7. מבנה הון הפירמה ומנוף פיננסי

ספרות:

1. אריה נחמיאס, תורת המימון – ניהול פיננסי של גופים עסקיים, הוצאת האוניברסיטה הפתוחה. חלק א' ד' ו-ו'.
2. יסודות המימון – קוויזים. אוסף בחינות ופתרונות מפורטים, פר' אורי בן-ציון ומוסי רזנבוים, REMAS, חיפה, 1999.
3. תבור מיכאל - ניהול פיננסי / מימון, הוצאת לומדון

50107 - מבוא לתאימות אלקטרומגנטית Introduction to Electromagnetic Compatibility (EMC)

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50036 אנטנות וקרינה

מטרות הקורס:

אכיפת תקני תאימות אלקטרומגנטית (תא"מ) ברוב הארצות המפותחות והעלייה בצפיפות השימוש בספקטרום מאלצים תכנון קפדני של מוצרים אלקטרוניים וחשמליים. כתוצאה מכך, בשנים האחרונות גוברת דרישת התעשייה להגברת מודעות בוגרי האוניברסיטאות לבעיות תא"מ.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. חשיבות ושילוב תא"מ בהנדסת אלקטרוניקה.
2. מושגי יסוד ויחידות שימושיות תא"מ. מפרטי תא"מ.
3. התנהגות לא אידיאלית של רכיבים. הספקטרום, והספקטרום של פליטה מוקרנת.
4. צימוד גלים אל"מ: לחיוט, בין חוטים, אנטנות. הפרעות הדדיות במערכות קשר וקיום צוותא.
5. מיגון וסינון.
6. הארקות וקישורים.
7. תופעות מעבר ודיכוי.

ספרי לימוד:

1. Paul, C.R., "Introduction to Electromagnetic Compatibility", John Wiley & Sons, 1992.

ספרי עיון:

1. Perez, R., Editor, "Electromagnetic Compatibility Handbook", Academic Press. 1995.
2. Rotkiewicz, W., Editor, "Electromagnetic Compatibility" in Radio Engineering" Elsevier, 1982.
3. Keiser, B.E., "Principles of Electromagnetic Compatibility, 3rd Ed., Artech House 1996.

50109 - מבוא לרובוטיקה

Introduction to Robotics

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50018 מבוא לבקרה (בקרה א')

מטרות הקורס:

הקורס עוסק ברובוטים (בעיקר מניפולטורים) עם דגש על המודלים המתמטיים המרחביים של מיקום ותנועה. במסגרת הקורס נלמד תכנות בסיסי של רובוטים עם התמקדות בטיפול בבעיית RT.

1. להציג את נושא הרובוטיקה ויישומיו.
2. לתת בסיס לתכנון פעולה וביצוע משימות באמצעות רובוטים.
3. להקנות תפיסה מרחבית וכלים מתמטיים לביצוע טרנספורמציות מרחביות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא: הגדרות, היסטוריה שימושים.
2. הכרת הרובוט: מאפיינים, סוגים, רכיבים, תכנות.
3. טרנספורמציות מרחביות.
4. קינמטיקה ישרה של מצב סטטי.
5. קינמטיקה הפוכה של מצב סטטי.
6. Jacobian וקינמטיקה הפוכה של מהירויות.
7. תכנון תנועה – מהירויות.
8. תכנון תנועה – מסלול.
9. רובוטיקה מבוססת על חיישנים.
10. מבוא לאטונומיה והתנהגויות.

ספרי לימוד:

1. רובוטיקה א', ב'. האוניברסיטה הפתוחה,
2. Industrial robotics, M. Groover et al.

50111 - מבוא ללייזרים ומגברי אור Introduction to Lasers

אופן הוראה: שיעור ותרגול

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50046 גלים ומערכות מפולגות, 50003 יסודות מוליכים למחצה

מטרות הקורס:

הקורס מכוון להקנות ידע תיאורטי ויישומי בנושא לייזרים ומגברי אור. הקורס יקנה לסטודנט ידע והבנה בסיסיים בשיקולי תכנון של לייזרים. הקורס יסקור את עקרונות הפעולה ומבנה הלייזר ואת הגורמים המשפיעים על תכונות הלייזר.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מקורות אור- מאפיינים.
2. חוקי קרינה של גוף שחור
3. תהליכים עיקריים באינטראקציה בין אטומים וקרינה.
4. היענות לתדר של הגבר ובליעה.
5. הרחבת קווים הומוגנית ואי-הומוגנית
6. ניתוח מהודים אופטיים – גישה גיאומטרית.
7. ניתוח מהודים אופטיים – דיפרקציה.
8. תנאי סף ורוויה.
9. צימוד אופטימלי.
10. לייזר במיתוג מהיר ולייזר רב אופני.
11. סוגי לייזרים – מוצקים, גזיים ומוליכים למחצה.

ספרי לימוד:

1. Verdeyen, J.T. Laser Electronics, 3th ed. Upper Saddle River, N.J. : Prentice-Hall, 1995.
2. Svelto, O. Principles of Lasers, 3rd ed. New York : Plenum Press, 1976.
3. Yariv, A. Optical Electronics, 3rd ed. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1985.

50112 - עיבוד תמונה מתקדם Advanced Image Processing

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50087 עבוד תמונה

כללי:

הקניית מושגי מתקדמים בעיבוד ספרתי של תמונה.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. רקע כללי ומבוא:

א. סקירה על נושאי הקורס
ב. ריענון בנושאים שונים הקשורים לעיבוד תמונה, הדמי, ושדות אקראיים (random fields).

2. פרקים בראיית מכונה:

א. מושגי יסוד במורפולוגיה מתמטית ועיבוד תמונות בינאריות.
ב. גישות יורסטיטיות (heuristic) וגישות מבוססות מודלים שלראיה אנושית.
ג. גישות מבוססות תורת האינפורמציה (Information theory approaches)

3. מבוא לעיבוד תמונה ברדיולוגיה רפואית:

א. עקרונות ההדמיה הרפואית.
ב. הדמיה בקרני רנטגן והדמיה בקרני גאמה.
ג. טומוגרפיה ממוחשבת, התמרת ראדון (Radon transform), ושיטות לחישוב מעשי של התמרת ראדון ההפוכה.
ד. גישות לרפואה גרעינית (nuclear medicine) – הדמיה בקרני גאמה – הדמיה בעזרת מצלמות נקב וקולימטור חורים, מצלמות גאמה סורקות.
ה. Code aperture imaging.
ספרי לימוד:

1. William K. Pratt, Digital Image Processing: PIKS Inside, 3rd edition (John Wiley and Sons, 2001).
2. Jain, A.K. Fundamentals of Digital Image Processing. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall International, 1989.
3. Harrison H. Barrett and William Swindell, Radological Imaging (Academic Press' 1997).
4. Richard O. Duda and Peter E. Hart, Pattern Classification and Scene Analysis (John Wiley and Sons, 1973) or later edition.
5. Jean Serra, Image analysis and mathematical Morphology (Academic Press, 1984).
6. A. Rosenfeld and A. C. Kak, Digital Picture Processing, 2nd edition, Volume 1 and 2 (Academic Press, New York 1982).
7. T. S. Huang, Editor, Two Dimensional Digital Signal Processing II (Springer Verlag, New York, 1981).
8. David Marr, Vision (Freeman and Company, 1982).
9. חומר נוסף (מאמרים, במידת הצורך, יועמד לרשות הסטודנטים ע"י המרצה).

50115 - מבוא לחומרים אלקטרוניים

Introduction to Electronic Materials

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 20150 פיסיקה 3

מטרות הקורס:

הקורס מכוון ללימוד המבנה האטומי וכשלים בחומרים ובשכבות דקות, מבנה ותכונות אופטו-אלקטרוניות ומכניות של חומרים אלקטרוניים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבנה האטום וקשרים בין אטומיים.
2. מבנה גבישי וסריגי בראוה, פגמים.
3. סגסוגות ריכוז משקלי ואטומי.
4. דיאגרמות פזות ודיפוזיה במוצקים.
5. תכונות תרמיות, חשמליות ואופטיות.
6. מתכות, פולימרים, חומרים אלקטרוניים קרמיים.
7. מוליכים קרמיים, דיאלקטרים קרמיים, חומרים אלקטרו-אופטיים.
8. שכבות דקות.

ספרי לימוד:

1. Kwok H.L. Electronic Materials. Boston : PWS Pub. Co., 1997.
2. Kasap S. O. Principles of Electronic Materials and Devices. McGraw-Hill, 2006.

ספרי עיון:

1. Davies J.H. The Physics of Low-Dimensional Semiconductors: an Introduction. Cambridge : Cambridge University Press, 1998.
2. Jones I.P. Materials Science for Electrical and Electronic Engineers. New York : Oxford University Press, 2001.

50116 - דינמיקה ובקרה של רובוטים Robots Dynamics and Control

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50018 בקרה א', 50109 מבוא לרובוטיקה

כללי:

הקניית מושגים בתחום דינמיקה ובקרת רובוטים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא
2. מנועים ו- Actuators
3. חיישנים
4. דינמיקה של רובוטים
5. עקרונות שילוב בקרה ברובוטים
6. רובוטים ניידים, התנהגויות, פטרנים וסגירת חוגי חיישן/מנוע
7. תכנות.

ספרי לימוד:

1. Craig, J. Introduction to robotics; mechanics and control, 2nd ed. Reading, Mass. : Addison-Wesley Pub. Co., 1989
2. Varela, F. J. and Bourgi, P. Toward A Practice of Autonomous Systems: First European conference on Artificial life, Paris, France, Dec., 1991; proceedings. Cambridge, Mass. : MIT Press, 1994

50123 - התקני מתח - גבוה ונמוך High & Low Voltages Devices

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50043 מערכות הספק א' (ניתן ללמוד במקביל)

מטרות הקורס:

בקורס זה יכיר הסטודנט תכונות בסיסיות של התקני מתח גבוה ונמוך למיניהם. מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט ידע בסיסי במבנה ובעיקרון פעולה של התקני מתח גבוה ונמוך וכמו כן לחשוף את הסטודנט בפני בעיות התפקוד של ההתקנים בתנאים נורמאליים וקיצוניים: בעיות החימום והקירור, בעיות היציבות האלקטרו-דינמית ועוד.

הנושאים שיילמדו בקורס:

התקני מתח גבוה:

1. מסדרי מתח גבוה ומתח עליון: מפסיקי ומנתקי זרם, פסי צבירה.
2. מבודדים (מתיחה, תמיכה, מעבר ועוד), סוגים של בידוד: מוצק (חרסינה, זכוכית, פולימרים וכו'), נוזלי (שמן וכו'), וגזי (אוויר, SF₆ וכו'); איבודים דיאלקטריים ובדיקת $\tan \delta$.
3. מובילי זרם: תופעת "סקין-אפקט" ו"אפקט התקרבות", התחממות של מוליכים ושיטות שונות של קירור.
4. תורת המגע החשמלי, עבודתו של מגע במצב נורמאלי ובהפרעות, מבנים שונים של מגעים. כוחות אלקטרו דינמיים הפועלים על מוליכים.
5. התפרקויות ופריצות חשמליות, קשת חשמלית ושיטות כיבוי במפסיקי זרם.
6. משנה זרם ומשנה מתח.

התקני מתח נמוך:

1. רכיבים ברשת מתח נמוך: נתיכים, מפסיקי זרם מנתקים, ממסרים, מגעים ועוד.
2. מעגלי בקרה והפעלה עקרוניים של התקני מתח נמוך, ארונות חשמל.
3. מכשירי ניתוק אלקטרוניים, מתנעים רכים, ווסתי תדר ועוד.
4. הגנה בהתקני מתח נמוך: הגנה בפני זרמי ייתר (הגנה תרמית) ובפני זרמי קצר (הגנה מגנטית) ממסרי מתח זרם.
5. ספקי כוח, מייצבי מתח, ספקי אל-פסק, מתקנים לשיפור גורם הספק.
6. הארקות, איפוסים, מפסיקי פחת.

ספרי לימוד:

1. Kuffel, E., Zaengl W. S. and Kuffel, J. High Voltage Engineering: Fundamentals, 2nd ed. Oxford : Newnes, 2000.
2. Garzon, Ruben D. High Voltage Circuit Breakers, Design and Application, 2nd ed. New York : Dekker, 2002.
3. Kussy, F.W. and Warren, J. L. Design Fundamentals of Low Voltage Distribution and Control New York : Dekker, 1987.

50132 טכניקות קליטה ושידור Receiving and Transmitting Techniques

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 51031, הנדסת תקשורת ב'

מטרות:

בקורס זה ילמד הסטודנט תכונות בסיסיות וטכניקות של מעגלי קליטה ושידור. מטרת הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולי ניתוח ותכנון מערכות קליטה ושידור, שהינן היסודות של תקשורת רדיו.

נושאים שילמדו בקורס

1. חזרה על מערכות תקשורת ומודלי הערוץ.
2. משדרים AM ו-FM, מבנה המאפן ומגבר, תיאום עם אנטנה.
3. משדרים ספרתיים
4. אנטנות במשדרים ומקלטים
5. קבלת רגישות טובה, מגבר LNA חדשני
6. מקלטים super heterodyne ו-homodyne
7. גילוי אנלוגי וספרתי
8. מערכת סנכרון (כלל Costas PLL), שחזור גל נושא
9. מערכות עתידיות

ספרי לימוד:

1. M. Simon, S. Hinedi, W. Lindey. Digital Communication Techniques. Prentice-Hall, 1995.
2. M. Roden, Digital Communication System Design, Prentice-Hall, 1998.
3. Y. Okunev. Phase and phase difference Modulation in Digital Communications. Artech House, 1997.
4. B. Sklar. Digital Communications. Pearson Education, Inc. 2005.
5. Proakis, J.G., "Digital Communications", 4th Ed., McGraw-Hill, 2001.
6. A. S. Sedra, K. E. Smith., Microelectronics Circuits. Oxford Univ. Press, 1998.
7. S.S., Haykin, "Communication Systems" 2nd Ed., Wiley, 1983.

50133 - תכנון תפעול ופיקוד על מערכות לאספקת חשמל Design, activation and control of electrical delivering systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 2
נקודות זכות: 2
דרישות קדם: 50043 מערכות הספק א'

מטרות הקורס:

בקורס זה יקבל הסטודנט ידע בסיסי על מערכות החשמל בארץ. לימודים פרונטאליים ילוו בסיורים לתחנות כוח, לתחנות משנה וחדר פיקוח מחוזי.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. פיתוח אספקת החשמל בארץ ומאפייני משק החשמל.
2. מערכת הייצור, המסירה, ההשנאה והחלוקה מאפיינים בסיסיים של מערכת החשמל.
3. עקרונות תכנון, תרשימי מתח גבוה ותכנון אופטימאלי לטווח ארוך.
4. תכנון הספקת חשמל באזור חדש.
5. עקרונות תפעול ופיקוח של מערכות חשמל מתח גבוה.
6. אמצעי הגנה בפני חשמול.
7. איכות החשמל.
8. אמינות הספקת החשמל.
9. שדות מגנטיים בקרבת מקום לרשתות ומתקני חשמל.
10. הארקות במתקני חשמל.

ספרי לימוד:

1. E. Kuffel, W. Zaengl, High Voltage Engineering, 1994.
2. M. Beyer, W. Boeck, Hochspannungstechnik. Theoretische und praktische Grundlagen, Springer Verlag, 1986.

50134 - יסודות ההנדסה האופטית Fundamentals of optical engineering

אופן הוראה : שיעור ותרגיל

שעות שבועיות : 4

נקודות זכות : 3.5

דרישות קדם: 20150 פיזיקה 3, 50046 גלים ומערכות מפולגות

כללי:

בקורס זה ילמד הסטודנט התכונות הבסיסיות של אור (שבירה, החזרה, עקיפה, דימוי), ההיסטוריה של מכשירים אופטיים עיקריים (מיקרוסקופ, טלסקופ, לייזר). הקורס כולל מבוא לאופטיקה גיאומטרית, אופטיקה גאומטרית, יסודות התכנון של מכשירים אופטיים בסיסיים, היכולת של מערכת הראייה האנושית ומודלים שלה, צימוד בין העין למכשירים אופטיים.

הנושאים שילמדו בקורס :

1. המעבר בין אופטיקת גלים ואופטיקה גיאומטרית, עקרון Fermat.
2. דימוי מושלם ומשטחים קרטזיים.
3. דימוי מקורב, ההגדרה וחישוב של אברציות אופטיות.
4. אופטיקה גאומטרית (פראקסיאלית), ושימוש במטריצות באופטיקה גיאומטרית. עדשות דקות, עדשות עבות, מישורים ונקודות מיוחדות בעדשות, מערכות פוקליות ואפוקליות, הגדלה רוחבית, זוויתית ואורכית, אישונים ו-Vignetting, כלל Scheimpflug, מדידה מעשית של פרמטרים אופטיים.
5. התמרת פורייה הדו-ממדית ותכונותיה.
6. איפיון איכות דימוי אופטי: PSF, OTF, MTF, עיוותים.
7. עקרונות הפוטומטריה והרדיו מטרייה, תנאי Abbe וקבוע Lagrange.
8. איפיון אופטי של העין האנושית, איפיון פונקציונאלי של העין האנושית, עקרונות הקולורימטריה.
9. צימוד בין מכשירים אופטיים ועין האדם: עדשת שדה, עינית, eye relief.
10. מכשירים אופטיים ומערכות אופטיות מיוחדות: מיקרוסקופ, טלסקופ, אופטיקה טלסנטרית, אופטיקה אנאמורפית, וכו'.
11. מערכות מרובות מראות ופריזמות.
12. דוגמאות וסיכום.

ספרי לימוד:

1. Klein, M. V. and Furtak, T. E. Optics, 2nd ed. New York : (John Wiley and Sons, 1986).
2. Kingslake, R. Optical Systems Design. (Academic Press, 1983).
3. Goodman, J.W. Introduction to Fourier Optics, 2nd ed. (McGraw-Hill, 1996).

ספרי עזר:

1. Robert E. Ficher and Biljana Tedic-Galeb, Optical Systems Design (McGraw-Hill, 2000).
2. Warren W. Smith, Modern Optical Engineering, 3rd edition (McGraw-Hill, 2000)/

50135 - טכנולוגיה של שכבות דקות Thin Films Technology

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישת קדם: 50077 טכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר את הבסיס הפיסיקלי ועקרונות יסודיים של תהליכי טכנולוגיה ליצירת שכבות דקות, טכניקות ואקום, תכונות חומרים בצורה שכבתית ואפיון חשמלי ואופטי של שכבות דקות. מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח ותכנון מערכות שכבתיות ומערכות ייצור של שכבות דקות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. חומרים ותכונותיהם במבנה שכבתי.
2. חוקים של גזים ומערכות ואקום.
3. תכונות של פני-שטח וגידול שכבות דקות.
4. נידוף תרמי בואקום.
5. פריקת גז, פלסמה, ניתוז יוני בואקום, שיטות ניתוז.
6. שיטות כימיות לגדילת שכבות דקות.
7. עובי של שכבות דקות, אפיון שכבות דקות.
8. תכונות מכניות, חשמליות ואופטיות של שכבות דקות.
9. שימוש שכבות דקות בתעשייה.

ספרי לימוד:

1. Ohring, M. Material Science of Thin Films: Deposition and Structure, 2nd ed. San Diego, Calif. : Academic Press, 2002.
2. O'Hanlon, John F. A User's Guide to Vacuum Technology. New York : Wiley, 1989.
3. Elshabini-Riad, A.A.R. and Barlow, F.D. Thin Film Technology Handbook. New York : McGraw-Hill, c1998

ספרי עיון:

1. D. Glocker, Handbook of Thin Film Process Technology, IOP Publishing Ltd, Bristol, 1995.
2. Wolf, S. and Tauber, R. N. Silicon Processing for the VLSI ERA: vol.1: Process Technology, Lattice Press. Sunset Beach, Calif. : Lattice Press, 1992
3. בר-לב אדיר וגדי גולן. התקני מוליכים למחצה ומיקרואלקטרוניקה. הוצאת האוניברסיטה הפתוחה 2003, 2000.

50136 - אלקטרוניקה רפואית מתקדמת Advanced medical electronics

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישת קדם: 50140 עקרונות מכשור רפואי

כללי:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר מושגים ויישומים באלקטרוניקה רפואית.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. עיבוד אותות ממקור ביולוגי.
2. אנליזות ספקטרליות מתקדמות והיבטי חומרה ותוכנה ברישומם של האותות
3. ניתוח מעגלים אלקטרוניים מורכבים במכשירי הדמיה רפואיים
4. יישומי תקשורת בניטור ואבחון רפואיים.

ספרי לימוד:

1. Medical Instrumentation : Application and Design, 3rd ed. New York : Wiley, 1998.
2. Webster, J. G. Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation. 6v.: vol 1-4. Wiley, 1998. 3. Wolf, S. Guide to Electronic Measurements and Laboratory Practice, 2nd ed. Prentice Hall, 1983.

50138 - בקרה של תהליכים פיזיולוגיים Feedback control of physiological processes

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 2.5
דרישת קדם: 50018 מבוא לבקרה (בקרה א'), 50142 פיזיולוגיה מערכתית.

כללי:

בקורס זה ילמד הסטודנט את יישום העקרונות של תורת הבקרה ההנדסית (הקלאסית והמודרנית) במערכות פיזיולוגיות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. יישום העקרונות של תורת הבקרה ההנדסית (הקלאסית והמודרנית) במערכות משוב פיזיולוגיות.
2. חזרה על מושגי יסוד בבקרה קלאסית ובבקרה מודרנית.
3. בקרה במערכת ההורמונלית
4. בקרה של מערכת לחץ הדם מודל וסימולציות
5. בקרה של מערכת הנשימה
6. מודלים וסימולציות.
7. בקרה במערכת העצבים.
8. בקרת הדחף העצבי ובקרה ברמה של תעלות יוניות.

ספרי לימוד:

1. Kooh M. C. .Physiological Control Systems: Analysis Simulation and Estimation, 1st ed. IEEE press series on Biomedical Engineering, 2005.
2. Tortora, G.J. and Grabowski, S. R. Principles of Anatomy and Physiology, 9th ed. Wiley, 2000.
3. Nordin, M. and Frankel, V. H. Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System. Lea & Febiger, 1989

50139 - מעבדה למכשור רפואי Medical devices Lab.

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50140 עקרונות מכשור רפואי (ניתן גם במקביל)

מטרות הקורס:

הקורס בא לחשוף את הסטודנטים לעקרונות האבחון, מדידה והיישומים הקליניים של מכשור רפואי סטנדרטי, בין אם עבודה ותרגול על מכשור רלוונטי, או דרך התנסות ולמידה באמצעות תוכנות וסנסורים מתאימים, תוך כדי הבנת העקרונות האלקטרו-פיזיולוגיים בבסיסו של המכשור הרפואי.

הנושאים שיילמדו במעבדה:

1. מבוא והכרות עם המכשור ועקרונות הפעולה של מכשור רפואי.
2. יישומים אפשריים של מכשור רפואי.
3. הלב כמודל מרכזי לרישום חשמלי.
4. פתו פיזיולוגיה בסיסית של הלב מרמת תא ועד לשריר.
5. עקרונות ה-ECG, עקרונות חשמליים בהפרעות שונות, סקירת הפרעות חשמליות שונות.
6. הדגמה, הפעולה והתנסות אישית ב-ECG.
7. עקרונות מדידת לחץ דם, קולות הלב, התנסות אישית.
8. עקרונות ההדמיה באמצעות US (אולטרא-סאונד).
9. ECHO של שריש הלב הדגמות ולימוד הטכנולוגיה באמצעות תוכנות.
10. עקרונות הספיר ומטריה, מדידת NO באוויר הננשף – הכרת הטכנולוגיה והתנסות.
11. יישומי מעבדה אלקטרו-פיזיולוגיים במכשירי המולטי לוג.
12. יישומי ה-Pulse Oximeter.
13. יישומי ה-EEG.

ספרי לימוד:

1. Henry J.L. Marriot, Practical Electrocardiography, 8th Edition, 2006.
2. Joseph D. Bronzino, The Biomedical Engineering Handbook, 2nd Edition CRC Press, 2000.

50140 - עקרונות מכשור רפואי Biomedical Transducers and Instruments

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50142 פיזיולוגיה מערכתית, 50141 מבוא לביו-מכניקה (אפשר במקביל)

כללי:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר מושגי יסוד במדידות רפואיות ואת עקרונות המכשור הרפואי.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. ניתוח מתמטי של מערכות מדידה ביו-חשמליות, ביו-מכניות, ביו-זרימה וחום.
2. עקרונות של מתמרים: ניתוח ואפיון של מתמרי העתקה, לחץ, כוח, ספיקה, טמפרטורה.
3. מעגלים אלקטרוניים, מבוססי מגברים אופרטיביים, המיוחדים במכשור רפואי.
4. אלקטרודות למדידת פוטנציאלים חשמליים ברקמות ביולוגיות.

ספרי לימוד:

1. Webster, J.G., Jr Clark JW, Neuman MR. Medical Instrumentation Application and Design, 3rd ed. New-York: Wiley, 1998.
2. Enderle, M., Blanchard, S. M., Bronzino, J. D. Introduction to Biomedical Engineering. San Diego: Academic Press, 2000.
3. Northrop, R. B. Introduction to Instrumentation and Measurements, 2nd ed. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 2005.

50142 - פיסיולוגיה מערכתית Human Physiological Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50143 אנטומיה של גוף האדם

מטרת הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט את המערכות הפיזיולוגיות בגוף האדם, תוך מתן דגש על עקרונות הפעולה שלהן הן כמערכות ייחודיות והן בפעולתן המשולבת.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא קצר לכימיה וביוכימיה, מבנה ותפקוד התא.
2. פיסיולוגיה של רקמות אקסיטביליות, מערכת העצבים.
3. פיזיולוגיה של המערכת ההורמונאלית: היפותלמוס, היפופיזה, תירואיד ויותרת הכליה.
4. הלב וכלי הדם – מנגנון ייצור כדוריות הדם, מערכת הקרישה, מערכת החיסון.
5. מערכת העיכול, הקיבה, המעיים, הלבלב.
6. מערכת הנשימה – תפקודי ריאות, שיחלוף גזים בריאות ומנגנון ויסות הנשימה
7. הכליה – ויסות נוזלים ואלקטרוליטים, ויסות הורמונאלי של לחץ הדם.

ספרי לימוד:

1. Johnson L. Essential Medical Physiology. 3RD Ed. Elsevier, 2004.
2. Guyton AC. Hall JE. Text book of Medical Physiology. 10TH Ed. Elsevier, 2000.
3. Tortora GJ & Grabowski SR. Principles of Anatomy and Physiology (w/CD 9TH Ed. John Wiley & Sons, 2000.

50143 - אנטומיה ופיזיולוגיה של גוף האדם Human Anatomy and physiology

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: אין

כללי:

בקורס זה ילמד הסטודנט את המערכות האנטומיות בגוף האדם, תוך מתן דגש בעקרונות הפעולה שלהן הן כמערכות ייחודיות והן בפעולתן המשולבת.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבנה ותפקוד התא; מושגים בסיסיים ברפואה
2. מערכת העצבים והשרירים, אנטומיה של העצמות
3. המערכת הקרדיווסקולרית, כלי הדם ושריר הלב
4. המטולוגיה, הרכב הדם, ומערכת החיסון
5. מערכת הנשימה – תפקודי ריאות, שחלוף גזים בריאות ומנגנון ויסות הנשימה
6. נוירולוגיה: אנטומיה ופיזיולוגיה של מערכת העצבים
7. מערכת העיכול, הקיבה, המעינים, הלב
8. הכליה – ויסות נוזלים ואלקטרוליטים, ויסות הורמונלי של לחץ הדם
9. מערכת הרבייה
10. אנטומיה של העין ושל האוזן

ספרי לימוד:

1. Tortora GJ & Grabowski SR. Principles of Anatomy and Physiology (w/CD), 9TH Ed. John Wiley & Sons, 2000.
2. Guyton AC. Hall JE. Text book of Medical Physiology. 10TH Ed. Elsevier, 2000.

50148 נושאים נבחרים בעיבוד אותות Selected Topics for D.S.P

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50060 עיבוד אותות ספרתי 50074 אותות אקראיים

מטרת הקורס:

מטרת הקורס להרחיב את בסיס הידע בתחום עיבוד ספרתי של אותות, מעבר לנלמד בקורס עיבוד ספרתי הבסיסי. הקורס יקנה לסטודנט כלים שיעזרו לו בפרויקט ההנדסי בישום האפליקציות, ובניתוח אותות בתחומי עיסוק רחבים כגון תקשורת, עיבוד תמונה עיבוד אותות רפואי ואחרים.

נושאים שילמדו בקורס

הגדרת דרישות וסוגים שונים של מסננים. תכן מסננים אנלוגיים. חזרה על מסנני FIR ו-IIR. מערכות מרובות קצבים (דצימציה, אינטרפולציה). תכן מסנני פולי פאזה, עקרונות התמרת פורייה לזמן קצר, STFT, DSTFT, אנליזה וסינתזה. התמרת Gobar מבוא ל-Wavelets, אנליזה זמן-תדר, התמרת Wavelet דיסקרטית.

טכניקות ייעול אלגוריתמים בעיבוד ספרתי (או צדדים פרקטיים בעיבוד ספרתי)

ספרי לימוד:

1. J. G. Proakis and D. G. Malonakis, " Digital Signal processing principles, algorithms and applications, Prentice-Hall 1996
2. V. K. Ingle, J. G. Proaks " DSP using Matlab", Brooke/Cole Thompson Learning , 2000
3. P. Lapsely, J. Beir, A. Shoham, E.A. Lee " DSP processor Fundamentals Architecture and features", Berkley Technology Inc. 1996
4. Boaz Porat, "A course in DSP", Wiley, 1997
5. S. K. Mitra "Digital Signal Processing A computer based approach" 4th Ed. McGraw-Hill , 2011.
6. S. V. Vaseghi, "Advanced Digital Signal Processing and Noise Reduction", Willey, 2008.

50149 - ציפויים ומסננים אופטיים Optical coating and filters

אופן הוראה : שיעור ותרגיל
שעות שבועיות : 4
נקודות זכות : 3.5
דרישות קדם: 50103 מבוא לאלקטרואופטיקה ואופטיקה מודרנית

כללי:

בקורס זה ילמד הסטודנט עקרונות תכנון וייצור של ציפויים אופטיים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא לתכנון וייצור ציפויים אופטיים.
2. הצורך בציפויים אופטיים והיישומים שלהם.
3. מסנני-אור - עקרונות ויישומים.

ספרי לימוד:

1. Ronald R. Willey, Practical Design and Production of Optical Thin Films, 2nd ed. Marcel Dekker; 2002.

50152 - מבוא לתורת הקוונטים

Introduction to Quantum Theory

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 20150 פיסיקה 3, 20152, 2, 20049 משוואות דיפרנציאלית, 20155 פונקציות מרוכבות ואנליזה הרמונית.

כללי:

קורס זה מהווה מבוא לעקרונות הפיזיקליים והמתמטיים של תורת הקוונטים, עם דגש בשימושיה בפיזיקה אטומית, מולקולרית, ומערכות מרובות גופים.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. משוואת שרדינגר המלאה, פונקציות גל, הפירוש הסטטיסטי, הסתברות, תנע, עקרון אי-הוודאות של הייזנברג.
2. משוואת שרדינגר הבלתי-תלויה בזמן ומצבים סטציונרים (עמידים).
3. מערכות חד-ממדיות: בור פוטנציאל איסופי, אוסילטור הרמוני, חלקיק חופשי, בור פוטנציאל סופי, בעיות פיזור חד-ממדיות.
4. פורמליזם מתמטי: מרחב הילברט, אופרטורים, פונקציות עצמיות של אופרטור הרמטי, עקרון אי-הוודאות המוכלל.
5. תורת הקוונטים בשלושה ממדים: משוואת שרדינגר בקואורדינטות כדוריות, אטום מימן, תנע זוויתי, ספין.
6. מערכות דו-חלקיקיות, אטומים, מכניקה סטטיסטית קוונטית.

ספרי לימוד:

1. Griffiths, D.J. Introduction to Quantum Mechanics, 2nd ed. Upper Saddle River, N.J. : Prentice-Hall/Pearson, 2005.

ספרי עיון:

2. Gasiorowicz, S. Quantum Physics, 3rd Ed. Wiley, 2003.
3. Particles, 2nd ed. New York : Wiley, 1985.
4. Peleg, Y., Pnini, R. and Zaarur, E. Schaum's outline of theory and problems of quantum mechanics. New York : McGraw-Hill, 1998.
5. Feynman, R., Leighton, R. and Sands, M. Feynman Lectures on Physics, 3 vol. Reading, Mass. : Addison-Wesley Pub. Co., 1963-196

50153 - מדידות חשמל Electrical Measurements

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 2
נקודת זכות: 2
דרישות קדם: 50090 מבוא להנדסת חשמל

מטרות הקורס:

מטרת הקורס להקנות לסטודנט ידע תיאורטי ויישומי בתחומי מדידות חשמל, כולל במתקני מתח גבוה. הקורס יסקור עקרונות מדידה כלליים, אנליזת שגיאות מדידה, הכרת מכשירים ושיטות שונות למדידות בסיסיות של: זרם, מתח, הספק ואנרגיה, פאזה תדירות ועוד.

כמו כן יידונו בקורס שיטות למדידת רכיבים בסיסיים ושיטות לבדיקת ציוד חשמלי, כגון: שנאים, כבלים, מגני ברק, בידוד חשמלי ועוד.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. עקרונות מדידה ואנליזת שגיאות מדידה.
2. עיבוד סטטיסטי של תוצאות המדידה.
3. מערכות מכשירים אנלוגיים, גשרים.
4. שנאי מתח וזרם, מצדים, מכשירים על בסיס תופעת הול.
5. מדידת מתח, זרם, הספק ואנרגיה.
6. מדידת התנגדות, קיבול, השראות וגורם טיב, הפסדים דיאלקטריים ($\tan\delta$).
7. מדידת פאזה, תדירות ועכבות.
8. הכרת משקף תנודות ומדידות בעזרתו.
9. מכשירים דיגיטליים, רב-מודד.
10. מחוללי אותות למתח וזרם.
11. בדיקות ציוד מתח גבוה: כבלים, שנאי הספק, שנאי מדידה; בדיקות מתח יתר ומגני ברק.

ספרי לימוד:

1. S. Tumanski, Principles of Electrical Measurement, Taylor and Francis, 2006.
2. M. U. Reissland, Electrical measurement, Fundamentals, Concept, Applications, John Wily and Sons, 1989.
3. R. A. Witte, Electronic Test Instrument, Theory and Applications, PTR Prentice Hall, 1993.

ספרי עיון:

1. R. H. Bishop, LabView Student Edition 6i/National Instruments, Prentice Hall, 2001.

50154 - בקרת מערכות חשמל

Control and Automation of Power Systems

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 2
נקודות זיכוי: 2
דרישות קדם: 50043 מערכות הספק א'

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט עקרונות ותכונות בסיסיות של בקרה ואוטומציה במערכות הספק. מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח ותכנון בקרה ואוטומציה במערכות הספק.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. תפקידים ותכונות בסיסיות של מערכות והתקני אוטומציה בבקרה
2. בקרת מצבים נורמאליים.
3. ויסות אוטומטית של עירור גנראטורים.
4. חיבור אוטומטי (סינכרוניזציה) של גנראטורים למערכת הספק.
5. ויסות תדר ומהירות הסיבוב של גנראטורים.
6. בקרה וחלוקה אוטומטית של הספק פעיל (אקטיבי) בין הגנראטורים.
7. ויסות מצבי מתח והספק מדומה (ריאקטיבי).
8. בקרת מקורות של הספק מדומה.
9. ויסות מתח של שנאים.
10. ויסות אוטומטי של תחנות כוח ומערכות הספק.
11. בקרה ואוטומציה של מצבי חרום.
12. מטרות ובעיות של ויסות אוטומטי ומניעת תקלות.
13. ניתוק אוטומטי של קצרים. חבור חוזר של קווי תמסורת. הפעלה אוטומטית של התקני חשמל.
14. בקרת יציבות של מערכות הספק.
15. סילוק אוטומטי של מצב אסינכרוני.
16. אוטומציה ובקרה למניעת שינויים בלתי סבירים של פרמטרי המצב.
17. כיווני התפתחות של בקרה ואוטומציה במערכות הספק.

ספרי לימוד:

1. Juan M., Gers and Edward J. Holmes, "Protection of Electricity Distribution Networks", London, 2004
2. Cobus S., "Practical Electrical Network Automation and Communication Systems", Perth, Australia, 2003
3. Power System Protection, V.4: "Digital Protection and Signaling", London, 1995

ספרי עיון:

1. Ziegler G., "Numerical distance Protection: Principles and Application", Erlangen: Publicis-MCD, Verl., 1999

50155 - מבנה חשמלי של תחנות כוח והשנאה

Electrical Structure of Power Plants and Substations

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זיכוי: 3
דרישות קדם: 50043 מערכות הספק א'

כללי:

בקורס זה יכיר הסטודנט מבנים בסיסים של תחנות כוח ותחנות השנאה למיניהם וציד חשמלי שלהן. מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט ידע מעמיק במבנה של תחנות כוח והשנאה ועיקרון בחירה של ציוד חשמלי וסכמות החיבורים של תחנות כוח ותחנות השנאה ולחשוף את הסטודנט בפני בעיות התכנון של מסדרים למתח גבוה ועילוי ותפקודם בתנאים נורמליים וקיצוניים: בעיות חימום וקירור ובעיות היציבות האלקטרו-דינאמית.

הנושאים שילמדו במעבדה:

1. הגדרות: סוגי תחנות כוח ותהליך ייצור חשמל בתחנות כוח תרמיות, אטומיות, הידרואוליות וטורבינות גז.
2. זרמי קצר: סוגים וסיבות ל זרמי קצר, חישובי זרמי קצר סימטריים ואי-סימטריים, השפעה תרמית ואלקטרו-דינאמית של זרמי קצר על ציוד חשמלי, שיטות להגבלת זרמי קצר.
3. סקירה על מסדרי מתח גבוה ומתח עליון והציור שלהם: מפסיקי זרם ומנתקים, פסי צבירה שנאי מדידה ועד.
4. מובילי זרם ופסי צבירה: תופעת סקין-אפקט ואפקט התקרבות, התחממות של מוליכים ושיטות שונות של קירור, כוחות אלקטרו-דינאמיים הפועלים על מוליכים. בחירת מוליכים, פסי צבירה וציוד חשמלי אחר על פי דרישות תרמיות ודינאמיות.
5. תורת המגע החשמלי, עבודתו של מגע במצב נורמאלי ובהפרעות, מבנים שונים של מגעים.
6. קונסטרוקציות של מפסיקי זרם למתח גבוה ונמוך. תהליך הפסקת מעגל חשמלי במפסיקי גרם, כיבוי הקשת במפסקים, בחירת מפסקים, חימום חלקי מפסיקים ומנתקים, יציבותם תרמית ודינאמית, התקני הפעלה של מפסיקי זרם.
7. בחירת מספר שנאים והספקם בתחנות כוח והשנאה.
8. שנאי מדידת זרם ומתח: מבנים, עיקרון פעולה, מעגלי תמורה וסכמות חיבור, ניתוח שגיאותיהם. בחירת שנאי מדידת.
9. מסדרים של תחנות כוח ומשנה: סכמה עם פס צבירה אחד, סכמה עם שני פסי צבירה, סכמה עם שני פסי צבירה ופס צבירה להעברה, סכמות טבעיות, סכמה עם מפסיק אחד או עם שני מפסקים לכל חיבור.
10. מבנים של מסדרים, סוגים שונים של מסדרים ודרישות בסיסיות למסדרים, מסדרים סגורים ופתוחים, מסדר SF6. דוגמאות למסדרים סגורים למתחים של 3-22kV ולמתח של 110kV ומסדרים פתוחים למתח עליון.
11. הארקות: הגדרות, מתחים מותרים (מתח מגע, פוטנציאל הארקה), זרם לחישוב הארקה, חישוב ההארקות, מדידת ההארקות.
12. צרכני בית של תחנות כוח ומשנה: סוגים לפי הספקם וחשיבותם, בחירת סכמת החיבורים וציוד הנדרש. מתקני זרם ישר (סוללות ומצברים): צרכני זרם ישר, מבנה של מצברים מסוג עופרת-חומצה, סכמת סוללת מצברים ומשטר העבודה, חישוב מספר סוללה וקיבולם.
13. מערכות הגנה לפסי צבירה ושנאים: הגנה ליתרת זרם וירידת מתח, הגנה דיפרנציאלית ואחרות, סלקטיביות, ממסרים אלקטרוניים. הגנה נגד ברקים: קולטי ברק ומגני ברק.

ספרי לימוד:

1 Pansini, A.J., "High Voltage Power Equipment Engineering", Fairmont Press, 1995

- 2 Wright and CV. Christopoulos, "Electrical Power System Protection", Chapman & Hall, 1993
- 3 Kuffel, E., W. S. Zaengl and J. Kuffel, "High Voltage Engineering: Fundamentals", Newnes, 2000
- 4 Ruben, G.D., "High Voltage Circuit Breakers, Design and Application", 1996.
- 5 Kussy, F.W., J.L., Warren, "Design Fundamentals of Low Voltage Distribution and Control", Dekker, 1987.

50156 - יסודות ההנדסה האופטית – מעבדה Fundamentals of Optical engineering – Lab

אופן הוראה : מעבדה

שעות שבועיות : 2

נקודות זכות : 1

דרישות קדם: 50156 יסודות ההנדסה האופטית (חובה במקביל לקורס)

כללי:

במעבדה זו (מעבדת תמיכה לקורס 50156) ילמד הסטודנט שיטות מדידה של רכיבים אופטיים.

הנושאים שיילמדו במעבדה :

1. חזרה על תכונות אופטיות בסיסיות
2. מדידת מקדם השבירה של חומרים אופטיים
3. היכרות עם תופעת הנפיצה
4. שיטות שונות למדידת אורך מוקד אפקטיבי ומיקום המישורים הפרינציפליים בעדשה מורכבת
5. מערכות אופטיות מורכבות – כיוון רכיבים אופטיים
6. מבוא למדידה מדויקת של משטחים אופטיים
7. קיטוב וקיטוב חלקי.

ספרי לימוד:

1. Klein, Miles V. and Furtak, Thomas E. Optics, 2nd ed. New York : Wiley, 1986.
2. Kingslake, R. Optical Systems Design. Academic Press, 1983.

50157 - מעבדה לאופטיקה מודרנית ואלקטרואופטיקה Introduction to Modern Optics and Electro-optics Lab

אופן הוראה : מעבדה

שעות שבועיות : 2

נקודות זכות : 1

דרישות קדם: 50035 פוטוניקה – תקשורת אופטית (חובה במקביל לקורס)

כללי:

במעבדה זו ילמד הסטודנט לבצע מדידות בסיסיות בתחום אלקטרו-אופטיקה.

הנושאים שיילמדו במעבדה:

1. דיפרקציה פראונהופר ודיפרקציית פרנל
2. סינון מרחבי אופטי
3. ניסוי יאנג וקוהרנטיות רוחבית
4. מדידת איכות דמות אופטית והשוואה לתיאוריה
5. ניסויים/הדגמות בסיסיים בהולוגרפיה
6. חישוב אלמנט דיפרקטיבי בסיסי.

ספרי לימוד:

1. Joseph W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, 2nd edition, McGraw-Hill Science/Engineering/Math. Series, 1996.
2. Robert J. Collier, Christof B. Burckhardt and Lawrence H. Lin, Optical Holography, Academic Press, 1971.

50158 - ספקי כוח למתקני חשמל Power Supply for Electrical Equipment

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 2
נקודת זכות: 2
דרישות קדם: 50011 מעגלים אלקטרוניים אנלוגיים

כללי:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר תכונות בסיסיות של ספקי כוח שונים. מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח, תכנון ושימוש בספקי כוח למתקני חשמל שונים.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. רכיבים אלקטרוניים מרכזיים בספקי כוח (power diodes, thyristors, power transistors).
2. מיישר מבוקר חד פאזי ותלת פאזי (controlled rectifier).
3. ספקי AC בתדר קבוע (AC voltage controllers).
4. ספקי AC עם תדר משתנה (voltage and current inverters).
5. ממירי תהודה (resonant converters).
6. ממירי DC-DC למנועי DC (power choppers).
7. מתנעים רכים למנועי חשמל.
8. ספקי כוח אל-פסק (UPS)

ספרי לימוד:

1. Hart D., Introduction to Power Electronics. Prentice Hall, 1997
2. Rashid M., Power Electronics. Prentice Hall, 1995

ספר עיון:

Mohan N., Undeland T., Robins W., Power Electronics. John Wiley, 1995

50159 - חוק החשמל ובטיחות Electrical Law and Safety Engineering

אופן ההוראה: שיעור
שעות שבועיות : 2
נקודות זכות: 2
דרישות קדם: 50090 מבוא להנדסת חשמל

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר את חוק החשמל וכללי בטיחות במתקני חשמל מתח נמוך ומתח גבוה. מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים, בפיתוח, בתכנון, בהקמה ובתחזוקה של מערכות חשמל.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. חוק החשמל ובטיחות: הגדרות, הוראות ותקנות אשר בחוק; רישיונות עבודה.
2. סיכוני חשמל, השפעת זרם חשמלי על גוף האדם, חשמול.
3. שיטות הגנה נגד חשמול: הארקה הגבה, האיפוס, מפסק לזרם דלף (ממסר פחת), הפרד מגן, מתח בטיחות, בידוד כפול.
4. תכנון מתקני חשמל לפי כללי בטיחות: שימוש בחומרים וציוד בעלי תו תקן ובהתאם להוראות בטיחות.
5. התקנה והפעלה מתקני חשמל לפי כללי בטיחות ועל ידי מומחים מוסמכים בעלי רישיונות עבודה מתאימים.
6. בדיקות מתקני חשמל לפני הפעלה ובריקות תקופתיות.
7. תאונות חשמל: במתקנים פנימיים ובמתקני חוץ (בבניין, בחקלאות, בהובלה ובמשק הבית).
8. הוראות בטיחות במסדרי מתח גבוה ועליון.
9. הגנה נגד ברקים.
10. בעיות בטיחות מיוחדות (מטען חשמלי סטטי, מטען אווירי ותדלוק וכד').

ספרי לימוד:

1. חוק החשמל התשי"ד-1954, תקנות חשמל לפי פקודת הבטיחות בעבודה [נוסח חדש], התש"ל-1970.
2. Cooper, W.F. Electrical Safety Engineering, Newnes-Butterw, 1978.

ספרי עיון:

1. דונייבסקי, מדריך לחשמלאי.
2. Marshal J.L., Lightning Protection, John Wiley & Sons, 1973

50161-מעבדה לעיבוד תמונה Image Processing Lab

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: : 50060 עיבוד אותות סיפרתי

כללי:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר באופן מעשי מושגי יסוד בעיבוד תמונה סיפרתי בעבודה מול מחשב. אפליקציות עיקריות בתחום עיבוד תמונה דו ממדי כגון אנליזה גרפית, עיבוד גרפי, דחיסת נתונים וזיהוי תבניות יובאו ויתורגלו במעבדת מחשבים ייעודית. העבודה המעשית תבוצע בסביבת עבודה של MATLAB וכלים נלווים של עיבוד תמונה TOOLBOXES.

הנושאים העיקריים שיילמדו בקורס:

1. פרמטרי בסיס של תמונה, קליטה ושמירה של תמונה ספרתית ושיטות הדמיה (imaging).
2. אלגברה מטריציאלית וטרנספורמציות בעיבוד תמונה ספרתי.
3. תכונות העין כמערכת הדמיה אופטית והשלכתן לעיבוד תמונה, ניתוח ודחיסה תמונות.
4. עיבוד מקדים (preprocessing) בניתוח תמונה וראייה ממוחשבת.
5. גילוי גבולות, הבדלת פרטים, שימוש במושג הסף (threshold).
6. שיטות הפרדה (segmentation).
7. שיפור ושיחזור תמונה, שימוש בהסתברות וסטטיסטיקה, Histogram Equalization הגדלה וחיידוד.
8. סוגי רעש והורדתם, מסננים מחליקים, סינון בעזרת Convolution, HPF, LPF, סינון לא-ליניארי.
9. מציאת מאפיינים (Feature extraction).
10. ניתוח מרקם, ניתוח וסינון במישור התדר המרחבי.
11. שיטות סיווג וזיהוי תצורות (Classification, Pattern Recognition), Fourier - plane, correlation.
12. עקרונות של דחיסה תמונה. יחס דחיסה, RLE וקידוד הופמן.

ספרי לימוד:

1. Jain, Anil K. "Fundamentals of Digital Image Processing", Prentice Hall. (1989).
2. Gonzales, Rafael C. "Digital Image Processing", Addison - Wesley. (1993).
3. Castleman K.R. "Digital Image Processing", Prentice Hall. (1989).
4. עיבוד סיפרתי של תמונות. הוצאה לאור של האוניברסיטה הפתוחה 1996 בין צבי דורון, זאב ויסמן,

50162 - מעבדה לטכניקות מתח גבוה High Voltage Technologies Laboratory

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50054 – טכניקות מתח גבוה (ניתן ללמוד במקביל לקורס).

מטרות הקורס:

בקורס זה יכיר הסטודנט באופן מעשי פריצות מתח באוויר, שיטות בדיקת בידוד וציוד לבדיקה, משטרי נקודת האפס של רשת מתח גבוה ושיטות הבטחת בטיחות בעת ביצוע עבודות במתקן מתח גבוה.

הנושאים שילמדו בקורס:

ניסוי מס' 1: פרצות חשמליות במרווחי אוויר.

חישוב ומדידת מתח הופעת קורונה ומתח פריצה במרווחים אוויריים עם אלקטרודות שונות, השפעה על צורת האלקטרודות, מחסום במרווח אוויר ותנאים אטמוספריים על מתח פריצה.

ניסוי מס' 2: ריצות חשמליות על פני מבודדים (רשיפות): חישוב ומדידת מתח רשיפה, השפעת תנאים אטמוספריים וצורת האלקטרודות על מתח רשיפה.

ניסוי מס' 3: מודל של מיישר קסקדי (כפל מתח גבוה רב דרגתי): לימוד איפיונים של מיישר קסקדי, חישוב ומדידת גליות מתח ומפל מתח במיישר.

ניסוי מס' 4: מודל של רשת מתח והלימודי אפיוני רשת עם נקודות אפס מבודדת או מוארקת דרך סליל פטרסן. חישוב ומדידת מתחים וזרמים של רשת במצב תקין ובמצב של מגע חד פאזי לאדמה ובעת הופעת אסימטריה.

ניסוי מס' 5: מדידת התנגדות הבידוד על ידי מדידת $\tan \delta$ של הבידוד ע"י גשר. לימוד שיטות מדידה והערכת תוצאות המדידה.

ספרי לימוד:

1. י. גורגוב, טכניקות מתח גבוה, דפוס קדם, תל אביב, 2009.

ספר עיון:

1. מ. ארונוב, ב. בוזוטקין, עבודות מעבדה בקורס "טכניקות מתח גבוה", מוסקבה 1982.

50163- מעבדה מתקדמת לבקרה Advanced Automatic Control Lab.

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50052 בקרה ב'

מטרות הקורס:

במעבדה זו ילמד הסטודנט להכיר את הבקרה של מערכות מורכבות הכוללות מערכות לא יציבות, מערכות בפאזה לא מינימאלית ומערכות MIMO.

הנושאים שילמדו במעבדה:

1. מטוטלת הפוכה בציר קווי.
2. מטוטלת הפוכה במסילה מעגלית.
3. מטוטלת הפוכה כפולה במסילה מעגלית.
4. מערכת הליקופטר בעלת שתי דרגות חופש.
5. מסננים הכוללים לולאות משוב מסוג STATE-VARIABLE.
6. בקרה של חוג נעול מופע - PLL.
7. כדור על קורה – ניסוי מתקדם.

ספרי לימוד:

1. חוברת המעבדה המתקדמת לבקרה – חוברת לימוד מאת ד"ר אלי גרשון, 2009 פרסום פנימי של המכון הטכנולוגי חולון.

VHDL - מעבדה ל- 50164

VHDL Laboratory

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 51111 תיכון חומרה בעזרת VHDL (ניתן ללמוד במקביל)

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט עקרונות תיכון רכיבי מערכות מחשב בעזרת VHDL. מטרת הקורס היא להקנות לסטודנטים הבנת המתודולוגיות של תהליך התיכון, וידע מעשי בתכנון חומרה בעזרת VHDL.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. תכנון וסינתזה באמצעות QUARTUS.
2. בדיקת תכניות באמצעות MODELSIM.
3. תכנון מעגלים סינכרוניים ותכנון מעגלים אסינכרוניים.
4. תכנון מכונת מצבים.
5. עקרונות תכנון לסימולציה ותכנון לסינתזה.
6. עקרונות תכנון CPLD ותכנון FPGA.
7. טיפול בקבצים (קבי בדיקה, קבצי I/O).
8. מימוש התכנות באמצעות ערכות פיתוח.

ספרי לימוד:

1. Skahill, K., VHDL for Programmable Logic, Addison-Wesley, 1992
2. Perry D., VHDL, 3-rd ed., McGraw-Hill, N.Y., 1998
3. K. C. Chang, Digital Design and Modeling with VHDL and Synthesis, IEEE Computer Society Press' Los Alamos California' USA, 1999.
4. Perry D., VHDL Programming by Examples, McGraw-Hill, N,Y, 2002.

ספרי עיון:

1. אלקטרוניקה ספרתית, האוניברסיטה הפתוחה, בית ספר לטכנולוגיה, 75260, יחידה 8, 2003.
2. אייל הברבר, שפת תיאור חומרה, שורש 2004.
3. עמוס זסלבסקי, לימוד שפת VHDL לסימולציה וסינתזה, שורש, 2007.

50166 - הדמיה רפואית Introduction to Medical Imaging

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50143 אנטומיה של גוף האדם

מטרות הקורס:

הכרת הרקע הפיסיקלי והכימי – פיסיקלי הדרוש להבנת אינטראקציות של אנרגיה עם רקמות. הכרת שיטות של איסוף וארגון מסדי נתונים אנרגטיים מרקמות. הכרת עיבוד והצגת האינפורמציה המתקבלת

הנושאים שילמדו בקורס:

1. Classic X-ray
2. X-ray Imaging
3. רקע פיסיקלי לרפואה גרעינית.
4. דיאגנוסטיקה גרעינית, סריקת גמא, SPECT&PET.
5. אולטראסאונד והדמיה בתחום.
6. רקע כימי וביולוגי להבנת MRI.
7. רקע פיסיקלי ל-NMR.
8. סדרת פולסים ו-ECHO ב-MRI.
9. גרדיאנטים ופאזות ב-MRI.
10. טרנספורם פורייה רב ממדי.
11. fMRI – מהמולקולה ועד לקריאת מחשבות (כמעט)

ספרי לימוד:

1. Mahan: University Chemistry, 1998.
2. D. Weishaupt et al, How Does MRI work? Springer, 2003.
3. S. Webb, The Physics of Medical Imaging, Taylor and Francis, 1988

50167 – מבוא בקרה מתקדמת ורובוסטית Introduction To Advanced and Robust Control

אופן הוראה: שיעור ותרגול

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50018 תורת הבקרה (בקרה א')

כללי:

מטרת הקורס ללמד את הסטודנט לתכנן מערכות בקרה בהם לתהליך המבוקר יש אי-ודאויות גדולות בפרמטרים שלו.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. הגדרת הבעיה. תרגום דרישות ממישור הזמן למישור התדירות ולהיפך.
2. הגבלות של הגבר פונקציות הרגישות ותמסורת בחוג סגור עם הזנה חוזרת של יחידה במישור ניקולס.
3. מגבלות רוחבי סרט במערכות עם תהליך NMP.
4. הגדרת דרישות מכסימליות ומינימליות במישור התדירות של החוג הסגור.
5. בניית טמפלטים של התהליך הלא-ודאי בדיאגרמת ניקולס.
6. בניית גבולות מותרים לפונקציית המעבר של החוג הפתוח בדיאגרמת ניקולס.
7. תכנון החוג הפנימי האופטימלי.
8. תכנון הפרפילטר של דרגת החופש השנייה.
9. בדיקת התכנון וביצועיו במישור התדירות והזמן. כנ"ל לגבי מערכות רבות כניסות-יציאות.
10. תכנון מערכות רובוסטיות בעזרת טכניקות H-infinity.
11. אקוויוולנטיות בין Phase and Gain Margin לבין הגברים מקסימליים של פונקציית הרגישות ופונקציית התמסורת לכניסה-יציאה.
12. קביעת הדרישות של המערכת בחוג סגור על ידי Weighting functions.
13. תכנון הפתרון האופטימלי על ידי שיטות אופטימיזציה H-infinity למערכות בקרה SISO ו-MIMO.

ספרי לימוד:

1. חוברת הדרכה שהכין המרצה.

ספרי עיון:

1. Zhou K. and Doyle J. Essentials of Robust Control. Upper Saddle River, N.J. : Prentice-Hall, 1998.
2. Horowitz, I. M. Quantitative feedback design theory (QFT). Boulder, Colo. : Quantitative Feedback Design Publications, 1992

3. Skogestad S. and Postletwaite, I. Multivariable Feedback Control. John Wiley & Sons, Chiochester, 1996
4. Sidi, M. Design of Robust Control Systems-from Classical to Modern Practical Approaches. Malabar, Fla. : Krieger Pub. Co., 2001

50168 - מבוא לנוירו-פרוטזות Introduction to Neuroprostheses

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50011 מעגלים אלקטרוניים ליניאריים

מטרות הקורס:

הקניית ידע בסיסי במדעי העצב בכלל ובמודלים עצביים בפרט כבסיס להבנת תחום הפרוטזות העצביות. בנוסף, ידונו אספקטים שונים של גירוי ורישום מתאי עצב ויתוארו טכנולוגיות השתלה וגירוי שונות. כמו כן יתוארו פרוטזות ראייתיות, שמיעתיות ומוטוריות שונות וידונו האספקטים ההנדסיים הנלווים לתכנון ובניין.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. תא העצב (נוירון) – מבנה, תפקוד ומאפייני הממברנה התאית. פוטנציאל מנוחה ופוטנציאל פעולה – מודל הודג'קין-הוקסלי. מודלים לתיאור שיווי משקל דינאמי של ריכוזי יונים בנוירון – Nernst Equation, Equilibrium Donnan ומשוואת Goldman-Hodgkin-Katz.
2. גירוי ורישום תאי עצב – מבוא לאלקטרו פיזיולוגיה תאית. מודלים פסיביים של ממברנת תא העצב וסיב התא (אקסון). מודל לתיאור הנחתת הסיגנל לאורך האקסון – The Standard Cable Theory. תפקוד Node of Renvier כמקור מתח. גירוי חשמלי חיצוני של הנוירון – תלות עוצמת הגירוי בגיאומטריית תא המטרה ומרחק האלקטרודה מהתא.
3. השריר – אנומיה, פיזיולוגיה וצימוד אלקטרו מכאני. סוגי שריר שונים (לבן, אדום) ומאפייניהם (כוח, עייפות). מאפייני עצבוב של תאי שריר (תדר, אמפליטודה, משך גירוי) ושימושיהם השונים.
4. טכנולוגיות השתלה ואספקטים טכנוניים. סוגי אלקטרודות רישום וגירוי במערכת העצבים ההיקפית – על עורי, תת עורי, תוך שרירי ותוך עצבי. שיקולים חשמליים ומכאניים בבחירת אלקטרודה. גירוי ורישום במערכת העצבים המרכזית – לא פולשני (EEG), חצי פולשני (ECoG) ופולשני – יתרונות, חסרונות ושימושים.
5. שתליי שבלוליי האוזן הפנימית (Cochlea) – אנטומיה ופיזיולוגיה של האוזן, פתולוגיות במערכת השמיעה. מסלולים עצביים.
6. נוירו פרוטזות ראייתיות – אנטומיה, פיזיולוגיה ומסלולים עצביים
7. נוירו פרוטזות מוטוריות לשליטה מודעת בתנועה, Functional Electrical Stimulation (FES) Simulation.
8. ממשק מוח מחשב פולשני ולא פולשני.
9. טכנולוגיות עתידיות – מערכי מיקרו אלקטרודות חדשניים, שידור אלחוטי.

ספרי לימוד:

1. W. H. Kenneth, S. D. Gurpreet, Neuroprosthetics: theory and Practice, University of Utah, 2004.
2. K. Schwartz, J. McGraw-Hill, Principles of Neural Science, 4th Ed. Ny, 2000.

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה](#)

50169 - אסטרטגיה ויזמות עסקית
Strategic Management & Entrepreneurship

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: אין

מטרות הקורס:

מטרת הקורס להקנות היכרות ראשונית ויסודות בסיסיים בניהול חברת הזנק טכנולוגית. הקורס מכסה את מגוון הנושאים העיקריים הקשורים בייזום, הקמה, וניהול חברת הזנק טכנולוגית כולל תרגול מעשי של כתיבת תכנית עסקית, הכנת מצגת לגיוס הון ראשוני, מו"מ עם משקיעים בגיוס הון וכד'.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא ליזמות.
2. אסטרטגיה עסקית
3. אסטרטגיה שיווקית.
4. כתיבת תכנית עסקית.
5. חדשנות טכנולוגית.
6. ניהול קניין רוחני.
7. מקורות מימון לחברות הזנק.
8. הקמת חברה וההשלכות.
9. הערכות שווי לחברות הזנק.
10. ניהול גיוס ההון הראשוני.
11. סוגים עיקריים של מודלים עסקיים ואופני השיווק והמכירה.
12. סוגי "אקזיטים": מכירה לחברות גדולות, IPO, מיזוג של שווים.

ספרי לימוד:

1. גלאי דן והלל ליאור, תהליך התוכנית העסקית, מטר הוצאה לאור, 2007.
2. קוטלר והורניק, ניהול השיווק – המהדורה הישראלית, ת"א האוניברסיטה הפתוחה, 2000.

ספרי עיון:

1. Dixit A. and Nalebuff B. Thinking Strategically, Norton, 1991.
2. Moor, Geoffrey, Crossing Chasm, 2002.
3. Moor, Geoffrey, Inside the Tornado, 2002.

50170 -TRIZ שיטות לפתרון בעיות טכנולוגיות TRIZ Methodology and Applications

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: אין

מטרות הקורס:

הקניית ידע בעקרונות שיטת ה-TRIZ, שיטה ייחודית לפתרון בעיות במערכות טכנולוגיות שונות. מטרת הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בחוקים המכתיבים התפתחות מערכות, ניתוח תכנון ופתירת בעיות מורכבות המסוגלות כ - " בלתי פתירות", פיתוח כלים ליצירה ולחדשנות טכנולוגית.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. חשיבה מערכתית: מבוא לתורת מערכות ותרשימי מבנה תפקודי.
2. חוקי התפתחות של מערכות טכנולוגיות.
3. שלבי הניתוח של בעיות: זיהוי סתירות ולוגיקה לפתירת סתירות.
4. שפה פורמאלית לניתוח מבנה בעיה ופתרונה.
5. כלים לפתרונות המצאתיים של בעיות.
6. שיטות לפיתוח חשיבה יצירתית.

ספרי לימוד:

1. Y. Salamatov, TRIZ: The Right Solution at the Right Time, Insytec B. V., 1993.
2. B. Zlotin and A. Zusman, Tools for Classical TRIZ, Ideation International, 1999.

50171 - עיבוד אותות פיזיולוגיים Physiological Signal Processing

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50060 עבוד אותות ספרתי

מטרות הקורס:

מטרת הקורס להקנות לסטודנטים רקע תיאורטי נרחב לגבי מגוון האותות הפיזיולוגיים כמו גם יסודות תיאורטיים ומעשיים בטכניקות מתקדמות המשמשות לעבוד אותות אלו.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא לעבוד אותות פיזיולוגיים: הכרת האותות, סיווגם, תכונותיהם, רעשים.
2. חזרה על נושאים בתהליכים אקראיים ובעיבוד אותות.
3. הבסיס לאותות הביו-חשמליים: פוטנציאל פעולה בתאי שריר ועצב, דפולריזציה ורפולריזציה.
4. הבסיס לאותות ה-ECG: האנטומיה של הלב ומערכת ההולכה החשמלית של הלב, מערכות חיבורי ECG, תכונות אותות ECG, בעיות קצב ומורפולוגיות, רעשים.
5. עבוד אותות ה-ECG: שערך קו בסיס, סינון רעשים, סינון אדפטיבי, זיהוי QRS, מדידת גלים שונים באותות ה-ECG, זיהוי Ventricular Fibrillation דחיסת אותות ECG: מדדי עיוות ודחיסה, קוונטיזציה, PCM, קידוד מקור מבוסס DPCM, קידוד אנטרופיה, שיטות קידוד ECG קלאסיות: AZTEC, SAPA.
6. אותות ה-EEG – רקע: יצירת אות ה-EEG, גלים וקצבים באותות EEG, אפליקציות רפואיות: הפרעות שינה, התקפים אפילפטיים, ממשק מוח-מכונה.
7. עיבוד אותות EEG: אנליזת זמן-תדר, סגמנטציה, הכרת פוטנציאלים תלויי מאורעות, הורדת רעשים ע"י מיצוע אנסמבל ושיערוך חזרה-בודדת.
8. אותות פיזיולוגיים נוספים (PCG, EMG).
9. מבוא לאות הדיבור: יצירת אות הדיבור, תכונותיו, אפליקציות.
10. עיבוד אותות דיבור: עיבוד מקדים ומיצוי מאפיינים ספקטראליים ופרוזודיים, מודל LPC, שערך המקדמים, התמרה הומומורפית ומאפייני Cepstrum, שערך התדר היסודי של מיתרי הקול.

ספרי לימוד:

1. Leif Sornmo and Pablo Laguna, Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications, Academic Press, 2005.
2. Willis J. Tompkins, Biomedical Digital Signal Processing, C Language Examples and Laboratory Experiments for the IBM PC, Prentice Hall, 1st Ed., 1993.
3. Arnon Cohen, Biomedical Signal Processing, CRC Press, Inc., 1986.
4. Rangaraj M. Rangayyan, Biomedical Signal Analysis, Wiley- IEEE Press, 2002.
5. John R. Deller, John H. L. Hansen, John G. Proakis, Discrete-Time Processing of Speech Signal, Wiley-IEEE Press, reprint Ed.' 1999.

50172 - תחבורה חשמלית Electric Transportation

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50090 מבוא להנדסת חשמל

מטרות הקורס:

הקורס יכלול שני נושאים עיקריים: א. רכבות חשמליות - רכבות חשמליות קיימות בעולם מזה למעלה ממאה שמה. בישראל אין עדיין רכבות חשמליות נוסעות אך פרויקטים שכאלו כבר נמצאים בביצוע (רכת קלה בירושלים), בתכנון רכבת קלה במטרופולין ת"א או בשלב מכרזי (רכבת ישראל). חלק זה בקורס יכלול את עקרונות ההינע החשמלי המסילתי, אספקת החשמל לרכבות דרך קו המגע העילי, תופעת הזרמים התועים, שדות מגנטיים וחשמליים הנוצרים במערכות מסילתיות ועוד. ב. רכבים חשמליים - תנודתיות מחירי הבנזין והסולר והצורך בהקטנת זיהום האוויר מאיצים את התפתחות הרכבים החשמליים מעבר לנישות הקטנות (מלגזות רכבי גולף וכדומה) בהן הם היו עד כה. חלק זה בקורס יכלול את עקרונות הרכב החשמלי, פרמטרים ותצורות הרכב החשמלי, המצבר, מנוע הרכב החשמלי, תשתית טעינת הרכבים ועוד.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מערכות הזנת הספק להנעה.
2. קו מגע עילי.
3. מעגל הזרם החוזר.
4. פרמטרים ותצורות של רכבים חשמליים.
5. מקורות אנרגיה לרכבים חשמליים.
6. מנועים לרכבים חשמליים.

ספרי לימוד:

1. Kiebling, Puschmann, Schmieder, Contact Lines for Electric Railways, Siemens, 2001.
2. Unnewehr, Nasar, Electric vehicle Technology, John Wiley, 1982.

ספרי עיון:

1. Rand, Woods, Dell, Batteries for Electrics, SAE, 1998.
2. Dhameja, Eclectic Vehicle Battery System, Newnes, 2002.

50173 - דיודות לייזר Laser Diodes

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50003 יסודות מוליכים למחצה

מטרות הקורס:

הקניית ידע בסיסי באופן הפעולה ותכונותיהן של דיודות לייזר, יישומים והיבטים הנדסיים של שימוש בדיודות אלו.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא. רמות ופסי אנרגיה, פליטה ספונטנית ומאולצת, תיחום מרחבי של נושאי מטען ופוטונים, מוליכים למחצה ללייזרים, גידול אפיטקסיאלי.
2. עקרונות דיודות לייזר. ייצור ורקומבינציה של נושאי מטען, דיודה פולטת אור, פליטה ובליעה של פוטונים, הגבר סף, עצמת הלזירה ביחס לזרם, יעילות ופיזור חום.
3. מראות ומהודים. ייצוג ע"י מטריצות פיזור, שריגים, לייזרים מסוג DBR, VCSEL, DFB.
4. הגבר וזרם שאיבה. הגבר אופטי, פליטה ספונטאנית, רקומבינציה, מוליכים למחצה ותכונותיהם, יחסי קרמר-קרוניג.
5. תכונות דינאמיות. משוואות הקצב, מצב יציב, אפנון, רוחב פס, רעש.
6. עקרונות פיזיקאליים של מיתוג אורך גל. מיתוג רציף ומיתוג מקוטע. משך זמן המיתוג.
7. לייזרים ממותגי אורך גל בעלי אופן יחיד מסוג DBR, DFB. דינאמיקה של מיתוג אורך הגל. טווח המיתוג אפנון עוצמת הלייזר.
8. לייזרים ממותגי אורך גל בעלי טווח מיתוג רחב SG-DBR, GCSR/
9. שימושים והיבטים של תכנון מקור לייזר. תקשורת אופטית, ייצוב אורך גל, אמינות.

ספרי לימוד:

1. M. C. Amann and J. Buus, Tunable Laser Diodes, Artech. House, NY, 1998.
2. L. A. Coldren, S. W. Corzine, Diode Laser and Photonic Integrated Circuit, Wiley, NY, 1995.
3. A. Yariv, Quantum Electronics, Wiley, NY, 1998.

50175 - יסודות אנרגיה חילופית Basic Renewable Energy

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50090 מבוא להנדסת חשמל

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר את הבסיס הפיזיקאלי של ייצור אנרגיית חשמל שלא מדלקים מאובנים. כל מקורות אנרגיה אלה נקראים מקורות חילופיים. להלן מקורות האנרגיה שישקרו בקורס. אנרגיית רוח, אנרגיית מים, אנרגיית שמש, אנרגיה גרעינית, אנרגיה גיאותרמית, אנרגיית פסולת וביו-מסה. מטרתו של הקורס הינה להקנות לסטודנט הבנה בסיסית וידע כללי בתחום האנרגיה החילופית או האנרגיה המתחדשת. בתום הקורס יוכל התלמיד לנתח ולתכנן מערכות המפיקות חשמל ממקורות אנרגיה ברי קיימה.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. חסכון ב שימוש באנרגיה.
2. טכנולוגיות ייצור חשמל קונבנציונלי.
3. חשמל מאנרגיית מים (מפלים , גלי ים, זרמי מים ואוקיאנוס).
4. חשמל מאנרגיית רוח.
5. חשמל מאנרגיית שמש (תרמו ופוטו וולטאי).
6. חשמל מאנרגיה גיאותרמית.
7. חשמל מאנרגיית ביו-מסה.
8. חשמל מאנרגיית מימן ותאי דלק.
9. חשמל מאנרגי גרעינית.
10. חשמל מפסולת.
11. אינטגרציה של מקורות אנרגיה מתחדשת.

פרי לימוד:

1. A. V. Rosa, Fundamentals of Renewable Energy Processes, Elsevier Inc., London, 2005.
2. G. Boyle, Renewable Energy, Oxford University Press, 2004.

פרי עיון:

1. P. Gipe, Wind Power, Chelsea Green Publishing company, Vermont, 2004.
2. T. Markvart, Sola Electricity, John Wiley & Sons, NY, 2006.
3. R. P. O'Hayre, S. W. Cha, W. Colella, and F. B. Prinz, Fuel Cell Fundamentals, John Wiley & Sons, NY, 2006.
4. S.S. Sun and N. S. Sacrifci, Organic Photovoltaics, Taylor & Francis, London, 2005.

50176 - תאי שמש Solar Cells

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50006 התקני מוליכים למחצה

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר את היסודות הפיזיקאליים של תהליכי בליעת אור ושל ייצור אנרגיה חשמלית בעזרת תאי שמש. בנוסף, תילמדנה טכנולוגיות שונות ליצירת תאי שמש, ריכוז שמש על גבי התאים ושימושים אחרים באנרגיית השמש. מטרתו של הקורס הינה להקנות לסטודנט הבנה בסיסית ויכולת ניתוח ותכנון של מערכות המפיקות חשמל משמש בצורה ישירה..

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. אנרגיית שמש ועקרונות הטיפול בה.
2. סקירת חומרים מוליכים למחצה ותכונותיהם.
3. תהליכי חילול ושיחבור (גנרציה ורקומבינציה) של נושאי מטען במוליכים למחצה.
4. צמתים ועקרון פעולתם בתאי שמש.
5. נצילות מרבית והפסדים בתאי שמש.
6. תאי שמש מסיליקון.
7. תאי שמש משכבות דקות.
8. תאי שמש עם נצילות גבוהה.
9. מערכות פוטו-וולטאיות.

ספרי לימוד:

1. A. Goetzberger, J. Knobloch, and B. Vob, Crystalline Silicon Solar Cells, John Wiley & Sons, NY, 1998.
2. S. M. Sze, Physics of Semiconductor Devices, John Wiley & Sons, NY, 1981.

ספרי עיון:

1. H. J. Moller, Semiconductors for Solar Cells, Artech House, Boston, 1993.
2. M. A. Green, Third Generation Photovoltaic, Springer, Netherlands, 2006.
3. G. P. Smestad, Optoelectronics of Solar Cells, Spie Press, Bellingham, USA, 2002.

50177 - תכן שבבי VLSI

Chip Design (VLSI)

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50016 מעגלים ספרתיים

מטרות הקורס:

שבבים מותקנים היום במערכות המקיפות אותנו בכל תחומי החיים. במחשבים אישיים, בטלפונים סלולאריים, ברכבים, במטוסים, במערכות רפואיות, במערכות בנקאיות ובכל מקום. הבנת אופן תכנון השבבים ואופן פעולתם חשובים לכל מי שמתכוון לקחת חלק בתעשיות אלו. בקורס נסקור את תהליכי התכנון, הפיתוח והצור של השבבים על כל מרכיביהם, משלב הרעיון ועד לרכיב עובד. נדון בשיקולי התכנון השונים, בדרכי הפתרון הקיימות ובכלים המשמשים אותנו בפיתוח שבבים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מונחים בסיסיים, התפתחות טכנולוגיות פיתוח השבבים, חוק מור.
2. מרכיבים בסיסיים – שערים, זיכרונות, שעונים מתחים, תדרים, תנאי סביבה, ספריות תאים.
3. טכנולוגיות – Full Custom, Asic, Gate Standard Cell Array, Fpga, Structured Array
4. בחינת השבב כמיכלול – המערכות שבו, רכיבי המערכות, תתי מערכות Buses, Interfaces, IPs.
5. תכנון השבב – הגדרות, דרישות, ארכיטקטורה. שיקולי תכנון – טכנולוגיה, מחיר, הספק, תדר.
6. RTL – יישום וכלים.
7. וראיפיקציה.
8. סינתזה.
9. LAYOUT.
10. אימות התכנון הלוגי והפיזי.
11. היציאה ל-FAB.

ספרי לימוד:

1. Neil H. E., Weste and David Harris, CMOS VLSI Design, Addison Wesley Longman, NJ, 2004.
2. Rabaey, Chandrakasan, nikolic, Digital Integrated Circuit, Prentice Hall, NY, 2003.
3. Design of VLSI Systems, e-version at:
<http://lsiwww.epfl.ch/LSI2001/teaching/webcourse/toc.html>

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה](#)

50178 - מעבדה למיקרואלקטרוניקה ושכבות דקות Thin Films and Laboratory microelectronics

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50077 טכנולוגיה של מיקרואלקטרוניקה, או 50135 טכנולוגיה של שכבות דקות

מטרות הקורס:

מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של הפעלת מערכות ייצור שכבות דקות במיקרואלקטרוניקה ושיטות אפיון תוצאות של ניסויים.

בקורס יינתנו הבסיס הפיזיקאלי ועקרונות הפעולה היסודית של תהליכים טכנולוגיים במיקרואלקטרוניקה ויצירת שכבות דקות, טכניקות של ואקום, חומרים ומדידות במיקרואלקטרוניקה.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא לתהליכי ייצור מכשירים במיקרואלקטרוניקה.
2. מבנה מערכות ואקום, שיטות שיקוע בשכבות דקות.
3. הכנת מצעים לציפוי, תהליך נידוף תרמי.
4. מדידות בטכנולוגיית שכבות דקות.
5. חיתוך וניקוי מצעים במעבדה.
6. נידוף תרמי של חומרים שונים.
7. יצירת מערכות שכבתיות עם תכונות של דיודה.
8. יצירת גופי חימום שכבתיים.
9. יצירת מערכות שכבתיות למדידת טמפרטורה.
11. אפיון שכבות דקות ומערכות שכבתיות.

ספרי לימוד:

1. D. Glocker, Handbook of thin Film Process Technology, IOP Pub., Bristol, 1995.
2. J. F. O'hanlon, A User's Guide tom Vacuum Technology, Wiley, NY, 1989.
3. M. Ohring, Materials Science of Thin Films, Wiley, NY, 2002.
4. S. Wolf, R. N. Tauber, Silicon Processing for the VLSI ERA, Vol. 1 – Process Technology, Lattice Press, Sunset Beach, 1992.

50179 - חיישנים ביו-רפואיים Biomedical Sensors

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50003 יסודות מוליכים למחצה

מטרות הקורס:

הקורס יציג את עקרונות הפעולה של חיישנים ביו-רפואיים, את השימוש בטכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה למזעור מעבדה על שבב ויסקור יישומים נפוצים כגון מדידת רמת הסוכר בדם וגילוי זיהומים במים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. סקירה כללית של חיישנים ביו-רפואיים.
2. עקרונות האלקטרוכימיה וחיישנים אלקטרו כימיים.
3. שיטות חישה אופטיות.
4. שיטות חישה מבוססות MEMS.
5. חיישני ISFET.
6. מעבדה על שבב BioMEMS.
7. דוגמאות של יישומים נפוצים כגון ניתור רמות סוכר בדם וניתור מזהמים במים.

ספרי לימוד:

1. R. S. Marks, C. R. Lowe, D. C. Cullen, H. H. Weetall, I. Karube, Handbook of Biosensors and Biochips, Wiley Int., NY, 2007.
2. E. Kress-Rogers, Handbook of Biosensors and Electronic Noses, CRC Press' NY, 1996.
3. K. R. Rogers and A. Mulchandani, Affinity Biosensors: Techniques and Protocols, Humana Press, NY, 1998.

50180 – ננופוטוניקה Nanophotonics

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 5003 יסודות מוליכים למחצה

מטרות הקורס:

הקורס יעסוק בתיאוריה וביישומים של התקני מוליכי גלים אופטיים מתקדמים המיוצרים בטכנולוגיות ננו, כגון גבישים פוטוניים ומהודים טבעתיים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. תכונות כלליות של מנחה גלים אופטיים.
2. אופנים במנחי גלים אופטיים.
3. שיטות לחישוב וקבלת האופנים במנחי גלים.
4. צימוד אופנים במבנים מחזוריים ובמנחי גלים מקבילים.
5. מהודים טבעתיים – תכונות, תיאוריה ויישומים.
6. גבישים פוטוניים - תכונות, תיאוריה ויישומים.
7. שיטות ייצור של התקנים ננופוטוניים.

ספרי לימוד:

1. R. G. Hunsperger, Integrated Optics: Theory and Technology, Springer, NY, 2009.
2. Yariv and P. Yeh, PPhotonics, Oxford Press, NY, 2006.
3. A. Yariv and P. Yeh, Optical Waves in Crystals, John Wiley, NY, 2002.
4. J. D. Joannopoulos, R. D. Weade and J. N. Winn, Photonics Crystals, Princeton University Press, NY, 1995

MEMS 50181 - טכנולוגיית MEMS **MEMS Technology**

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: מ"מ א' 50003

מטרות הקורס:

בקורס זה יילמדו שיטות ייצור, תכנון, מידול ויישומים של התקנים מיקרואלקטרומכניים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. יישומי התקנים מיקרואלקטרומכניים (חיישנים, אופטיקה, זרימה).
2. תהליכי הייצור.
3. אפיון האינטראקציה האלקטרו מכאנית (מתמרים).
4. שיטות חישה.
5. מידול ותכנון התקנים.
6. פיזיקה של התקני MEMS (תופעת ה-Pull-in, אפקטים לא ליניאריים).
7. אפיון של התקני MEMS..

ספרי לימוד:

1. S. M. Sze, Semiconductors Sensors, Wiley Int., NY, 1994.
2. M. J. Madou, Fundamentals of Micro fabrication: The Science of Miniaturization, CRC Press' NY, 2002.
3. S. D. Senturia, Microsystem Design, Kluwer, NY, 2001.
4. G. T. A. Kovacs, Micro machined Transducers Sourcebook, McGraw-Hill, NY, 1998.

50183 - מעבדה להתקנים אלקטרוניים Laboratory of Electronic devices

אופן הוראה: מעבדה
שעות בועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50003 יסודות מוליכים למחצה

מטרת הקורס:

הקניית ידע וניסיון מעשי בעבודה מעגלים עיקריים המבוססים על דיודות וטרנזיסטורים. רכישת ניסיון בעבודה עם מכשירי מדידה: רב מודד, אוסילוסקופ, מחולל אותות. מדידת נתונים ניתוח תוצאות והגעה למסקנות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא לקורס, תוכניות ממוחשבות "דגם", ו-"MultiSim", הדמיה ממוחשבת.
2. דיודת הצומת PN.
3. מעגלי דיודות, מיישר.
4. דיודת זנר, מייצב.
5. מעגלי קיטום וריתוק.
6. טרנזיסטור הצומת.
7. מגבר טרנזיסטורי.
8. עוקב פולט.
9. טרנזיסטורי תוצא שדה צומתי (JFET) מעגלי JFET.
10. טרנזיסטורי תוצא שדה (MOSFET)
11. טייריסטור (SCR), טריאק (TRIAC).

ספרי לימוד:

1. אדיר בר-לב וגדי גולן "התקני מוליכים למחצה ומיקרואלקטרוניקה", 2000.
2. שמחה גילעם, זאב וייסמן. אלקטרוניקה תקבילית. כרך א' חלק 2, 1999.
3. Paul Horowitz, Winfield Hill, The Art of Electronics' Cambridge, 2000.
4. Denton J. Daily, "Electronic Device and Circuits", Prentice Hall, 2001.
5. Johan P. Borris, Semiconductor Devices Using Electronics Workbench, 2000.

50184 מעבדה לאלקטרוניקה תקבילית

Laboratory of Electronic Devices - B

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50011 מעגלים אלקטרוניים ליניאריים

מטרות הקורס:

הקניית ידע בסיסי ועקרונות פעולה יסודיים של התקנים אלקטרוניים המבוססים על מגברי שרת בחוג פתוח וחוג סגור. כמו כן ילמד הסטודנט מסננים מסוגים שונים, משווה מעגלים מחוללים אותות והדמיה ממוחשבת של מעגלים בעזרת התוכנות EWB - MultiSim.

הנושאים שיילמדו במעבדה:

1. תכונות בסיסיות של מגבר שרת.
2. מגבר מהפך DC.
3. מגבר מהפך AC.
4. מגבר לא מהפך.
5. מגבר שרת עם ספק יחיד.
6. מגבר הפרש.
7. מסכם.
8. מגברי שרת עם דיודות.
9. משוים.
10. מעגלים עם משוב חיובי.
11. מסננים פעילים.
12. סוכם וגוזר.

ספרי לימוד:

1. אדיר בר-לב וגדי גולן "התקני מוליכים למחצה ומיקרואלקטרוניקה", 2000.
2. רון בימיה, "אלקטרוניקה תקבילית", כרך א-חלק 1.
3. William D. Stanley, "Operational amplifiers with Linear Integrated, Circuits" NY, 1994.
4. Denton J. Daily, "Electronic Device and Circuits", Prentice Hall, 2001.
5. Robert F. Coughlin and FredericK F. Driscoll, Operational Amplifiers With Linear Integrated Circuit' Prentice Hall,2001.

50185 - עקרונות מכ"מ Radar Principles

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות בועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50024 הנדסת תקשורת א'

מטרות הקורס:

להקנות לסטודנט קונספטים תיאורטיים בסיסיים בניתוח ותכנון מערכות מכ"מ.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבנה טיפוזי וסיווג מערכות מכ"מ.
2. משוואות המכ"מ
3. קשרי טווח – השהיה, מהירות – דופלר, אנטנות ומדידות כיוון.
4. משדרים ומקלטים במכ"מ.
5. מידול מטרות, שטח חתך מכ"מ.
6. אפיון רעשים והפרעות במערכות מכ"מ, סטטיסטיקות Clutter.
7. עקרונות תורת ההחלטות, משפט Bayes ובדיקת היפותזות.
8. התראות שווא (false alarms), קריטריון Neymann-Pearson.
9. גילוי אות דטרמיניסטי ברעש לבן. מסננת מתואמת. גילוי אותות אקראיים.
10. שיערוך פרמטרים ודיוקי מדידה במכ"מ.
11. חסמים תיאורטיים של מדידות השהיה, מופע ותדר.
12. מכ"מ פולס – דופלר ו-MTI. פונקציית אי-וודאות (Ambiguity) ותכונותיה. דחיסת פולסים.
13. אותות מכ"מ מקודדים.
14. מבוא לאלגוריתמי שיערוך DOA במערכי אנטנות. עקרונות העקיבה.

ספרי לימוד:

1. M.I. Skolnik, Introduction to Radar Systems, 3rd. ed. (McGraw-Hill, New York' 2002).
2. B.R. Mahafza, Radar Systems Analysis and Design Using MATLAB, 2nd. Ed. (Chapman and Hall/CRC, 2005).
3. M.A. Richards, Fundamentals of Radar Signals Processing (McGraw-Hill, New York, 2005).

50186 - מערכות הספק לאנרגיה חלופית Power Systems for Renewable Energy

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50011 מעגלים אלקטרוניים ליניאריים

מטרות הקורס:

הקורס מקנה ידע באופן הפעולה של ממירי חשמל אלקטרוניים ממקורות אנרגיה חלופיים למתח רשת קובנציונלית. בקורס יתואר המבנה ואופי הפעולה של ממירים אלקטרוניים, בקרה ושימור אנרגיה חשמלית בעזרת התקני מולכים למחצה, שיטות לניתוח ממירים, בחירת טופולוגיות ובחירת רכיבים אקטיביים ופסיביים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא. סקירה של מקורות אנרגיה חלופיים, מאפייניהם החשמליים והבסיס למערכות המרה אלקטרוניות.
2. הרכיבים העיקריים במערכות הספק אלקטרוניות ואופייניהם. דיודות להספקים גבוהים. תריסטורים להספקים גבוהים MOSFET. Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT).
3. מעגלי דיודות ומיישרים. מיישרים לא מבוקרים. מיישרים מבוקרים
4. ממירים DC-DC ממותגים. ממירים DC-DC מבודדים. ממירים DC-DC ממותגים עם קומוטציה רכה.
5. ממירים מהפכים - AC-DC. ממיר גל מרובע המבוסס על גשר שלם. PWM – ממיר מבוסס גשר שלם. ממיר תהודה. ממיר מבוקר על-ידי רשת החשמל. מחולל חשמל המוזן משני המקורות

ספרי לימוד:

1. G. Boyle, B. Everett, J. Ramage, Energy Systems and Sustainability, Oxford University Press, 2003.
2. I. Batarseh, Power Electronic Circuits, John Willey & Sons, 2004

ספרי עיון:

1. R.W. Erickson and D. Maksimovic, Fundamentals of Power Electronics (Second Edition), 2006.
2. Aldo V. da Rosa, Fundamentals of Renewable Energy Processes, ELSEVIER, 2005

50187 - תכן מערכות סולריות

Solar Cells System Design

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50176 תאי שמש

מטרות הקורס

בקורס זה ילמד הסטודנט תכן של מערכות סולריות להפעלת מערכות חשמליות. דגש יושם על הצד ההנדסי יישומי מן ההיבט התכנוני של מערכות פוטוולטאיות. הסטודנט ידע לתכנן מערכת פוטוולטאית המושתתת על מערך הפוטוולטאי, מתאם, בנק מצברים, צורת חיבור והמרת חשמל. כל זה בהתאם למתקן אותו יש להזין ובהתחשב בהיבטים כלכליים ותחזוקתיים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. אנרגיה חשמלית קונבנציונלית ומבוא למערכות פוטוולטאיות.
2. מאפייני קרינת השמש
3. בחירת אתרים למיקום מערכות פוטוולטאיות.
4. מרכיבי מערכת פוטוולטאית ודוגמאות למערכות לשימושים שונים.
5. שיקולים טכנו כלכליים ומכניים בתכנון מערכות פוטוולטאיות.
6. מוליכים למחצה וצומת n-p.
7. אפיון תאים פוטוולטאיים בטכנולוגיות שונות.
8. תכנון מערך פוטוולטאי.
9. תכנון מערכי מצברים למערכות פוטוולטאיות ומערכות אגירה אחרות.
10. מערכות בקרה וממירי מקסימום הספק (MPPT).
11. תכן מערכת פוטוולטאית עצמאית למתקנים מרוחקים (standalone system)
12. תכן מערכת פוטוולטאית לחיבור ישיר לרשת החשמל (grid connected system)
13. שיקולים בהתקנה ותחזוקת מערכות פוטוולטאיות.

ספרי לימוד:

1. Wenham S.R., Green M.A., Watt M.E and Corkish R. "Applied Photovoltaics", Earth scan/James & James., 2007. ISBN- 1-84407-401-3.
2. Messenger R.A., Ventre J. and Ventre G.G., "Photovoltaic Systems Engineering", Taylor & Francis, Inc., 2003. ISBN: 0849317932

50188 - חשמל ממקורות רוח ומים Wind and Water Energy Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות בועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50090 מבוא להנדסת חשמל

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט יסודות אווירודינמיקה, מאפייני מקורות רוח ומים, יסודות טורבינות ומחוללי חשמל (גנרטורים). בנוסף, יילמדו שיטות הדמיה שונות. מטרת הקורס היא להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולי הניתוח והתכנון של מערכות ייצור חשמל המבוססות על מתקני רוח ומים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא. הפקת חשמל מרוח ומים.
2. אופיינים של משבי רוח: מהירות רוח. יחסים בין מהירות הרוח להספק החשמלי. חלוקת הרוחות וסטטיסטיקה.
3. יסודות טורבינת הרוח: תכונות טורבינת רוח. רכיבי טורבינת רוח. אווירודינמיקה של טורבינת רוח. אופייני הספק של הרוטור.
4. אופיינים חשמליים של טורבינות רוח: המרת אנרגיה מכנית לאנרגיה חשמלית. טורבינת רוח במהירות קבועה ובמהירות משתנה. מחולל סינכרוני ומחולל השראה.
5. הדמיה של טורבינות רוח: מודל אווירודינמי. מודל של טורבינת רוח הכולל את התמסורת המכנית. מודל של מחולל השראה.
6. אופיינים של אנרגיית מים: אגירה והמרה של אנרגיית חום. המרת אנרגיית גלים. המרת אנרגיית זרמי מים, גאות ושפל.

ספרי לימוד:

1. M.R. Patel, Wind and Solar Power Systems. Taylor & Francis, 2006.
2. J.F. Manwell, J.G. McGowan, A.L.Rogers, A.L.Rogers, Wind Energy Explained: Theory, Design and Applications, John Wiley and Sons, 2002.

ספרי עיון:

1. Aldo V. da Rosa, Fundamentals of Renewable Energy Processes, ELSEVIER, 2005.
2. Masters, G. M., Renewable and Efficient Electric Power Systems, John Wiley & Sons, 2004.

50189 - עקרונות ותכן תאי דלק Fuel Cells principles and Design

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות בועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50186 מערכות הספק לאנרגיה חילופית

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט תכן של מערכות תאי דלק להפעלת מערכות חשמליות. הסטודנט יכיר את המבנה והטכנולוגיות של תאי דלק מבוססי מימן, מרכיבי מערכת המבוססת על תאי דלק הכוללים את: מערכת הקירור, מעגלי הבקרה, ומעגלי ההספק ב- DC וב- AC. הסטודנט ידע לתכנן מערכת המושתתת על תאי דלק והמעגלים הנלווים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מושגים טכניים והגדרות מונחים הקשורים בתאי דלק.
2. בטיחות בתאי דלק.
3. מבוא בכימיה ותרמו דינמיקה לתאי דלק.
4. טכנולוגיה וסוגים של תאי דלק.
5. אופיינים חשמליים של תאי דלק מבוססי מימן.
6. מעגלי תמורה ומתחי ריקם.
7. נפילות מתח והפסדים בעומס.
8. מימושים של תאי דלק במערכות חשמליות ואלקטרוניות.
9. מרכיבים, תת מערכות ומערכות של תאי דלק.
10. בקרה על תאי דלק.
11. תדלוק של תאי דלק.
12. העברת אנרגיה מתאי דלק (DC ו- AC).

ספרי לימוד:

1. Larmianie J., and Dicks A. "Fuel Cell Systems Explained", Wiley & Sons, 2001. ISBN-1-471-49026-1.
2. O'Hayre R., Cha S.W., Collela W. and Prinz F.B., "Fuel cell Fundamentals", Wiley & Sons, 2006. ISBN: 13-978-0-471-74148-0

50190 - מעבדה לאנרגיה חלופית Alternative Energy Laboratory

אופן הוראה: מעבדה
שעות בועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50176 תאי שמש

מטרת הקורס:

בקורס מעבדה זה ילמד הסטודנט להכיר באופן מעשי צורות שונות של המרת אנרגיית שמש ואנרגיית רוח לאנרגיה חשמלית. כמו כן ילמד הסטודנט שיטות מדידה ואפיון של תאי שמש ומערכות רוח, חיבור מקורות אנרגיה חלופית לקבלת יעילות מרבית, עקרונות שמירת אנרגיה ממקורות שונים, מערכות המרת אנרגיה. מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית ומעשית בשימוש בתאי שמש ובמערכות רוח לצורך ייצור אנרגיה חשמלית וביצוע תכנון מערכות המנצלות את האנרגיה החלופית.

נושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא למערכות יצירת אנרגיה חלופית: תאי שמש ותחנות רוח, שיטות המרת אנרגיית שמש ואנרגיית רוח לאנרגיה חשמלית.
2. מדידה ואפיון פרמטרים בסיסיים של תא שמש: זרם קצר, מתח חוג פתוח, הספק כפונקציה של עוצמת האור, הספק כפונקציה של עומס, הערכת יעילות ופקטור מילוי – Fill Factor בתא שמש.
3. השפעה של זווית האלומה וטמפרטורת תא שמש לפרמטרים בסיסיים.
4. אפיון ומדידת מערכות תאי שמש, זהות ושונות, בחיבור טורי, מקבילי ומשולב.
5. אגירת אנרגיה - תהליכי טעינה של מצברים מתאי שמש.
6. מדידת הספק תחנות רוח, אפיון של תחנת רוח לפי קצב הרוח.
7. מערכות ותהליכי טעינה של מצברים מתחנת רוח.
8. חיבור מקורות אנרגיה חלופית שונים ברשת החשמל.
9. השוואה בין מקורות אנרגיה חלופית מסוגים שונים.

ספרי לימוד:

1. חוברת ניסויים "מעבדה לאנרגיה חלופית".
2. A.V. da Rosa, Fundamentals of Renewable Energy Processes, "Elsevier", Amsterdam, 2005.
3. G. Boyle, Renewable Energy, "Oxford", Oxford, 2004.
4. T. Markvart, Solar Electricity, "John Wiley", Chichester, 2006

50191 - מבוא לארכיטקטורת מחשבים

Introduction to Computer architecture

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות בועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50008 מיתוג ותכנון לוגי

מטרת הקורס:

הקורס מקנה ידע בעקרונות ארכיטקטורה ומיקרו ארכיטקטורה של מערכות מחשבים. יוצגו מספר ארכיטקטורות ומיקרו ארכיטקטורות ויוסברו היתרונות היחסיים של כל גישה. לאורך הקורס נדרש הסטודנט ליישם עקרונות אלה במגוון בעיות.

תוכן הקורס בראשי פרקים:

1. חישובים בינאריים אריתמטיים
2. ארכיטקטורת מעבד X86.
3. אוסף ההוראות וגישות המיעון.
4. שגרות ופסיקות. ממשק למערכת הפעלה.
5. מיקרו ארכיטקטורה של מחשבים. מבוא למעבדי MIPS. השוואה בין גישות RISC ו CISC
6. מרכיבים בסיסיים של CPU. ארכיטקטורת ה-Single Cycle. חסרונות ה-Single Cycle.
7. ארכיטקטורת הצנרת. מימוש, יתרונות, וטיפול בבעיית Hazards.
8. חישובי כושר ביצועים ושיטות אופטימיזציה.
9. היררכיות זיכרון: זיכרון מטמון וזיכרון מדומה.
10. קלט-פלט: סוגים ומאפיינים של התקני קלט-פלט.
11. ממשקי קלט-פלט.

ספרי לימוד:

1. D.A. Patterson, J.L. Hennessy, "Computer Organization & Design, the Hardware - Software Interface", Morgan Kaufman Pub., 4th Ed. 2009.
2. Money & Harris, Digital design and computer architecture, Morgan Kaufmann Publishers, 2007
3. KIP R. Irvine, Assembly Language for Intel based computers, Prentice Hall, fifth edition, 2007

ספרי עיון

1. מבוא למקרו מחשבים ולמקרו מעבדים, האוניברסיטה הפתוחה, 2005
2. ג'ון אופנבק, משפחת המיקרופרוססורים 8088 8086
3. האוניברסיטה הפתוחה, שפת הסף 8086/8088, כרך א, ב

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה](#)

50192 – מעבדה בארכיטקטורת מחשבים

Compute architecture Lab

אופן הוראה: מעבדה
שעות בועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50191 מבוא לארכיטקטורת מחשבים

מטרות הקורס:

הקורס מקנה העמקה והתנסות מעשית בנושאים שנלמדו בקורס מבוא למחשבים. יבוצעו שני פרויקטונים; פרויקטון פתוח תכנה בסביבת Verilog ופרויקטון סימולציית מעבד MIPS.

תוכן הקורס בראשי פרקים:

1. נושאים מתקדמים בשפת אסמבלי של מערכת X86.
2. מבוא לשפת Verilog וסביבת סימולציית modelsim.
3. פיתוח מודולארי של מערכות MIPS בסיסיות.
4. פיתוח מודלים ל MIPS בארכיטקטורת single cycle , multi cycle | pipeline.
5. הרצת סימולציות והשוואת היעילות היחסית של כל ארכיטקטורה.

ספרי לימוד:

1. D.A. Patterson, J.L. Hennessy, "Computer Organization & Design, the Hardware - Software Interface", Morgan Kaufman Publishers, 4th Ed. 2009.
2. Money & Harris, Digital design and computer architecture, Morgan Kaufmann Publishers, 2007
3. KIP R. Irvine, Assembly Language for Intel based computers, Prentice Hall, fifth edition, 2007

50193 - מעבדה למיקרו בקרים Microcontrollers Laboratory

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50008 מיתוג ותכנון לוגי

מטרת הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט את עקרונות הארכיטקטורה ואופן הפעולה של המיקרו בקרים, (זיכרון, יע"מ, ALU, קידוד הוראות), שיטות ממשק בין מעבד לזיכרון ולרכיבי קלט/פלט, התקנים פנימיים בסיסים ואופן פעולתם (פסיקות ובקר פסיקות, מונים/טיימרים, מעגלי אתחול ושעונים), עקרונות הממשק האנלוגי (ממירי A/D, ממירי D/A), ממשקים לתקשורת טורית (UART, I²C), יישומי DSP (מכפל בחומרה, FPU).

מטרתו של הקורס היא הבנת הקשר בין ארכיטקטורה לאופן הפעולה של המעבד, הבנת הקשר בין חומרה לתוכנה, ידע תיאורטי ומעשי בתכנון ותכנות מעגלים משובצים מיקרו בקר. הקורס מבוסס על מיקרו בקרים מסוג MSP430 ו-TMS320C2000.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. עקרונות המיקרו-בקרים. כלי פיתוח (חומרה ותוכנה)
 2. ארכיטקטורה ואופן הפעולה של המיקרו-בקרים.
 3. קידוד ההוראות
 4. יישומי פורטים קלט/פלט
 5. שימוש במונים/טיימרים
 6. בקר LCD
 7. ממירים A/D
 8. ממירים D/A
 9. מחולל אותות.
 10. תקשורת טורית בעזרת UART
 11. Square Root Extraction
 12. בקר זיכרון FLASH
 13. תכן מסננים ספרתיים
- ספרי לימוד:**

1. TI University Program, MSP430 and C2000 Microcontrollers, Texas Instruments, 2009
2. Steven F.Barett, Daniel J.Pack, Microcontroller Programming and Interfacing, TI MSP430 Morgan & Claypool, 2011

ספרי עיון:

1. Mike James, Microcontroller Cookbook, Elsevier, 2000
2. Jack Lipovski, Introduction to Microcontrollers, Academic Press, 2005
3. John Crisp, Introduction to Microprocessors and Microcontrollers, Newnes, 2003

50194 רובוטים ניידים Mobile robots

אופן הוראה: שו"ת
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישת קדם: 50009 מבוא למערכות ליניאריות

מטרות:

הקניית ידע בסיסי בעקרונות ושיטות יישומיות של בניית מערכות אוטונומיות עם או בלי בקרת מפעיל אנושי. לימוד שיטות מערכתיות נחוצות לבניית מערכת המסוגלת לפעול בסביבה דינאמית ובלתי מובנית. הקורס יעשה שימוש בשילוב ידע מתחומים רבים הכוללים היבטים הנדסיים מתחום מכונות, חשמל, אלקטרוניקה ומדעי המחשב.

הנושאים שילמדו בקורס:

הגדרת רובוט, מרחבי חישה ומצבים, ספקטרום הבקרה, חזית הידע של הרובוטיקה בימנו. חיישנים והבנת הרקע הפיזיקאלי. שיטות עיבוד אותות החיישנים. ראייה ממוחשבת במערכות אוטונומיות.

מפעילים ומניפולאטורים. חזרה על עקרונות הבקרה הקלאסית. טכניקות היוריסטיות וקוגניטיביות: מערכות מבוססות התנהגויות. בקרה פאזית. מודלים של בקרה ריאקטיבית: **Subsumption Architecture** בקרה היברידית. סוכנים ומערכות מבוססות סוכנים. טלה-רובוטיקה: מערכות אוטונומיות בבקרת מפעיל אנושי. קבוצות רובוטים ונחילים.

ספרי לימוד:

מידע על הקורס, שקפים של הרצאות וחומר קריאה ייחודי לשיעורים מסוימים ימצא באתר <http://math.haifa.ac.il/robotics>

1. Maja Mataric: The robotic Primer, MIT Press, 2007

50195 מעבדה ברובוטיקה Laboratory in Robotics

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישת קדם: 50194 רובוטים ניידים במקביל

מטרות:

מימוש הנלמד בקורס רובוטים ניידים והתנסות עם השלמת משימה אוטונומית תוך הפעלת גישות הנדסיות כמקובל בתעשייה.

ציוד המעבדה: כל זוג סטודנטים יבצע משימה ייחודית ממומשת בסט Lego Mindstorms NXT

הנושאים שילמדו בקורס

ניווט, מיקום, SLAM הדמיית מיקום ומיפוי, ביות באמצעות מפעילים, שילוב חיישנים, RCS ארכיטקטורת בקרה, מסנן קלמן, קירוב בייסיאן.

ספר לימוד:

1. Maja Mataric: The robotic Primer, MIT Press, 2007

ספרי עיון:

דוגמאות של פרויקטים קודמים (דומים) ניתן למצוא באינטרנט ובאתר

<http://math.haifa.ac.il/robotics>

50196 הנדסת מנייה ואיכות חשמל Metering engineering and Power Quality monitoring

אופן הוראה: שיעור ותרגול

ש"ש: 4

נ"ז: 3.5

דרישת קדם: 50090 מבוא להנדסת חשמל

כללי:

בקורס ילמד הסטודנט מניית חשמל וניטור איכותו של החשמל. דגש יושם על הצד ההנדסי יישומי של תכנון מערכות מנייה. הסטודנט ידע לתכנן באמצעות כלים אנליטיים וסימולציה מערכות מנייה חכמות. התכנון יהיה בהתאם למתקן אותו יש להזין, עם הבדלים בין מערכות המוזנות מהרשת לבין מערכות המוזנות ממקורות אנרגיה חלופית.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא להנדסת מנייה.
2. פרמטרי יסוד פסיקאליים במנייה וחשמל זרם-חזק.
3. סקירת מערכות אנרגיה חלופית.
4. מנייה נכונה במערכות אנרגיה חלופית.
5. [מניית תעו"ז](#) (תעריף על פי עומס זמן).
6. ניטור איכות חשמל.
7. ניתוח הפרעות חשמל בחוות טורבינות.
8. בדיקות קבלה מטרולוגיות ופונקציונליות למונים.
9. תכן מנטר איכות חשמל.
10. חזית המחקר במנייה וניטור איכות חשמל.
11. כלי סימולציה בשרות תכן מערכות מנייה.

ספרי לימוד:

1. Siegfried Heier, "Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems," John Wiley & Sons Ltd, 1998, ISBN 0-471-97143-X
2. Tony Burton, David Sharpe, Nick Jenkins, and Ervin Bossanyi, "Wind Energy Handbook", John Wiley & Sons Ltd, 2001, ISBN 0-471-48997-2
3. E.F. Fuchs and M.A.S Masoum, "Power Quality in Power Systems and Electrical Machines", Elsevier Academic Press, 2008, ISBN: 978-0-12-369536-9

50198 תכנון לבדיקות וטכנולוגיות JTAG

Design-For-Testability and JTAG Technologies

אופן הוראה: שיעור ומעבדה
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50008 מיתוג ותכנון לוגי

מטרת הקורס:

קורס זה סמסטריאלי מיועד לסטודנטים מחוגי האלקטרוניקה והנדסת החשמל וכמו כן אבטחת האיכות, המעוניינים להתעמק בתהליכי תכנון מעגלי האלקטרוניקה ובדיקותיהם, יישום טכנולוגיית (Joint Test Action Group) JTAG במערכות דיגיטליות ואנאלוגיות לפי האתגרים שלפנינו מתוך מצב ההי-טק הנוכחי. קורס זה בנוי כאוסף של הרצאות תיאורטיות וכמו כן שיעורי מעבדה עם עמדת בדיקה אמיתית (Flynn onTAPTM) וכרטיסים תעשייתיים להצגה ולאימונים.

תוכן הקורס בראשי פרקים:

מבוא לפיתוח לבדיקות (DFT), תקלות ומודלים של תקלות, סקירה קצרה של ציוד אוטומטי לביצוע בדיקות סטרוקטוראליות (ATE), JTAG - IEEE 1149.1, ארכיטקטורת אפליקציות בדיקה JTAG ברמת כרטיס.

שיטות בדיקות JTAG ברמת כרטיס, טכנולוגיית JTAG אנאלוגית ואות מעורב, בדיקות של אותות דיפרנציאליים במתחים נמוכים LVDS

שיעורי מעבדה:

עמדת בדיקה, מבוא לחומרה ותוכנה של העמדה, מבנה Scan Boundary של כרטיסי דמו, קבצי BSDI של רכיבי Scan Boundary, קימפול של נטליסט ומיזוגם (merging netlist), בדיקת שלמותה של שרשרת Scan Boundary, בדיקת נכונות קשרים בין רכיבים (interconnect) ודיבוג, גילוי תקלות וסימולציה שלהם, בדיקת נכונות גישה לרכיבי זיכרון SSRAM ו-SDRAM, קינפוג תוך מעגל לרכיבי CPLD, צריבה תוך מעגל לרכיבי פלאש, רצף שלבי בדיקה ושימושם.

ספרי לימוד

1. M.Bushnell, V.Agrawal, "Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory & Mixed-Signal VLSI Circuits", KAP, 3rd Printing
2. K.Parker, "The Boundary-Scan Handbook. Analog and Digital", KAP, 2003
3. Ami Gorodetsky, "Design-For-Testability and JTAG Technologies", HIT Students Handbook & Course Manual, 2011 (web)

50199 מבוא להנדסה עצבית

Introduction to Neuroengineering

אופן הוראה: שיעור ותרגול

ש"ש: 4

נ"ז: 3.5

דרישות קדם: 50060 עיבוד אותות ספרתי, 51101 מעבדת Matlab

הנדסה עצבית (NeuroEngineering) מוגדרת כשטח בינתחומי המשלב הנדסה עם גישות חישוביות לפתרון בעיות בסיסיות ויישומיות בחקר המוח. בקורס נלמד את השיטות הקיימות לרישום וגירוי המוח, כיצד המוח מתרגם גירויים חיצוניים לפעילות עצבית, ומהם השיטות החישוביות לפענוח הקוד העצבי. כמו כן נלמד את הבסיס לבקרה המוטורית וחישוביות של מעגלים סנסורים-מוטוריים. נבחן ביצועים של מערכת מבוססת אדם-מכונה (BMI) ונדון ביישומים שיקומיים של מערכת זו. הקורס ילווה בתרגילים מבוססי Matlab לניתוח נתונים ו/או סימולציות.

תוכן הקורס בראשי פרקים:

מבוא לנוירופיזיולוגיה. סקירה כללית על מערכות המוח ועקרונות כללים במבנה הארגוני בחינה פונקציונלית: מפות קורטיקליות, מעגלים תת-קורטיקליים. שיטות בחקר המוח: הנחות בסיסיות וגישה שונות. מדידת פעילות עצבית, אלקטרופיזיולוגיה ושיטות מערכתיות לא פולשניות EG, MEG, fMRI. שיטות לגירוי תוך/חוץ מוחי: DBS, infrared optical stimulation, TMS. הקוד העצבי. שיטות חישוביות בחקר המוח: הקשר בין גירוי לתגובה עצבית: פענוח הקוד העצבי. הנדסה "הפוכה" של מעגלים נוירונלים. חוש המישוש: עקרונות פעולה. המערכת המוטורית: קשר עצב-שריר ועקרונות בקרה. חישה אקטיבית: היררכיית מעגלים סנסו-מוטורים סגורים. דוגמאות למערכות של חישה אקטיבית: ניווט קולי של עטלפים (Echolocation), ניווט של דגי חשמל (Electro location). ממשק אדם מכונה – Brain-Machine Interface. אפליקציות לשיקום נוירולוגי. ביולוגיה פוגשת הנדסה: מה ניתן ללמוד מהמפגש?

ספרי לימוד:

1. M. F. Bear, "Neuroscience: Exploring the Brain (3rd ed.)", Lippincott, Philadelphia: 2007.
2. L. F. Abbott, "Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems", MIT Press, Cambridge, Mass, 2001.
3. C. Eliasmith, "Neural Engineering: Computation, Representation, and Dynamics in Neurobiological Systems", MIT Press, Cambridge, Mass, 2003
4. [Metin Akay](#). "Handbook of Neural Engineering" IEEE Press Series on Biomedical Engineering, 2007

50200 תכן צגים – תיאוריה ומעשה

Displays Design – Theory and Practice

אופן הוראה: שיעור ותרגול

ש"ש: 4

נ"ד: 3.5

מטרת הקורס:

הקניית ידע בסיסי על טכנולוגיות צגים, כולל ממשקים אלקטרוניים, אופטיים ומכניים. יינתן דגש רב על תכן מעשי של צגים מסוגים שונים לשימושים שונים תוך אופטימיזציה של הביצועים במסגרת האילוצים הנתונים. בנוסף, ייסקרו כיווני התפתחות עתידיים ואפשרויות ההשתלבות שלנו בעולם של המחר.

תוכן הקורס בראשי פרקים:

1. מושגים באופטיקה הקשורים לצגים.
2. טכנולוגיות צגים – עבר והווה.
3. טכנולוגית LCD.
4. תכן תאורה אחורית ל-LCD.
5. ממשקים אלקטרוניים ל-LCD ול-LED.
6. שיקולים מכניים בתכן צגי LCD.
7. הצג כחלק ממערכת.
8. דוגמה – תכן צג LCD מוטס.
9. ממשק אדם – מכונה ושיקולים של הנדסת אנוש.
10. דוגמה – תכן צג לטלפון סלולרי.
11. טכנולוגיות צגים – העתיד.

ספרות מקצועית:

1. Jiun-Haw Lee, David N. Liu, Shin-Tson Wu: Introduction to Flat Panel Displays. John Wiley & Sons, 2009.
2. Robert L Myers: Display Interfaces Fundamentals and Standards. John Wiley & Sons, 2002.
3. Lindsay W. MacDonald, Anthony C. Lowe: Display Systems - Design and Applications John Wiley & Sons, 1997.

50202 רשת חכמה Smart Grid

אופן הוראה: שיעור ותרגול

ש"ש: 4

נ"ד: 3.5

דרישת קדם: 50046 גלים ומערכות מפולגות

כללי:

המאמץ העולמי לצמצום פליטת גזי החממה וההתפתחות הטכנולוגית המואצת, הביאו לשינויים נרחבים בתפיסת ההפעלה של מערכות החשמל בארץ ובעולם. שינויים אלו באים לידי ביטוי בשני מישורים: שילוב אנרגיות מתחדשות ברשת החשמל וייעול הצריכה תוך שילוב רשתות חשמל חכמות (Smart Grid). מטרת הקורס הינה הקניית ידע וסקירת האתגרים העומדים כיום בפני משקי החשמל המודרניים בעולם, בתחומי רגולציה, עקרונות תפעול המערכת, מדדי איכות ואמינות אנרגיות מתחדשות ורשתות חשמל חכמות כמעטפת כוללת.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבנה משק החשמל ומדיניות הרגולציה בארץ ובעולם.
2. מערכות וטכנולוגיות לייצור, הולכה וחלוקת חשמל.
3. עקרונות בסיסים בתפעול המערכת.
4. מדדי אמינות ואיכות החשמל כבסיס לרשת חכמה, מודלים אנליטיים וסימולציות מונטה קרלו לחיזוי אמינות.
5. מודלים כלכליים להערכת אמינות האספקה.
6. מניעים ומגמות לפיתוח רשתות חשמל חכמות
7. חיבור אנרגיות מתחדשות ואמצעי אגירת אנרגיה למערכת החשמל.
8. אוטומציה ברשתות חלוקה.
9. מערכות מניה חכמות, תכן מונה ספרתי ואלגוריתמים.
10. שיטות תקשורת ברשת חכמה, השוואת השיטות מבחינת מדדי מהירות ופרמטרים של תווק תקשורת.
11. ארכיטקטורת מידע לרשת חכמה

ספרי לימוד:

1. Gellings, C.W, (2010). *The Smart Grid – Enabling Energy Efficiency and Demand Response*, CRC Press.
2. Bayliss, C. R. (1999). *Transmission and Distribution Electrical Engineering*. 2nd Ed Oxford, Newnes.
3. Billinton, R and R. N. Allan. (1996). *Reliability Evaluation of Power Systems*, New-York, Plenum.
4. Brown, R.E, (2002), *Electric Power Distribution Reliability*, New-York, Marcel Dekker.
5. Farret, F. and A., M. Godoy Simoes, (2006). *Integration of Alternative Sources of Energy*, John Wiley & Sons, Inc.

50204 יסודות מדעיים לאנרגיה חלופית Scientific Basis for Renewable Energy

אופן הוראה: שו"ת

ש"ש: 4

נ"ז: 3.5

דרישת קדם: פיסיקה 1, טורים והתמרות אינטגרליות

כללי:

מטרת קורס זה הקניית ידע בסיסי בכימיה כללית, תרמודינמיקה ובביולוגיה שיהווה בסיס ללימודי ההמשך באנרגיות מתחדשות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. עקרונות ומושגי יסוד בכימיה: אטום, יסודות, איזוטופים, מבנה הגרעין ורדיואקטיביות, מולקולות, תרכובות, יונים.
2. תגובה כימית וחישובים סטויכיומטריים.
3. מערכה מחזורית: אנרגיית יינון, רדיוס אטומי, ערכיות, אפיניות אלקטרונית.
4. קשרים כימיים במולקולות- מבני לואיס, רזוננס.
5. קשרים בין מולקולריים: קשרי דיפול-דיפול, קשרי דיספרסיה, קשרי מימן.
6. מספרי חמצון מבוא לתגובות חמצון חוזר.
7. שיווי משקל כימי, עקרון לה שטליה.
8. מצבי צבירה: גז, נוזל ומוצק.
9. תכונות המתכות ואפקט פוטואלקטרוני.
10. מקרו מולקולות: פחמימות, שומנים, חלבונים, פולי נוקליאוטידים.
11. תיאוריה של התא החי.
12. מיקרואורגניזמים.
13. מטבוליזם – יצורים אוטוטרופים והטרו טרופים.
14. ביו-אנרגיה. מיטוכונדריה, כלורופלסטים.
15. קינמטיקה: תיאור התנועה, קווי זרימה, ומאזני מסה.
16. דינמיקה: מאמצים, חוק ניוטון, זרימה למינרית וזרימה טורבולנטית.
17. מכשירי מדידה בזרימה.

ספרי לימוד:

1. Alberts, Bray, Lewis, Raff, Roberts & Watson. "Molecular Biology of the cell". 4th Edition. (2002).
2. P.H Petrucci. And W.S.Harwood, "General chemistry", Prentice Hall International, Upper Saddle River, New Jersey, (1997).
3. McCabe, L.W., Smith, I.C., Harriott, P., "Unit Operations of Chemical Engineering", McGraw Hill, New York, (2001).

4. J. M. Coulson , J. F. Richardson , J. R. Backurst and J. H. Harker, "Chemical Engineering", Volume 1-2 , Fourth Edition, Pergamon Press Ltd. Oxford England, (1990).

50205 פרקים נבחרים בכימיה וביולוגיה Selected Topics in Chemistry and Biology

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: אין

מטרת הקורס הינה ללמד על בסיס כימי של גוף האדם העומד מאחורי תהליכים פיזיולוגיים המתרחשים בו. הקורס מקנה ידע על תהליכים ביוכימיים המסבירים כיצד הגוף פועל ומתפקד ברמה הבסיסית ביותר. שיטת ההוראה כוללת הרצאות פרונטאליות ותרגילים ומלווה במצגות ודוגמאות מביוכימיה של האדם.

מושגי יסוד בכימיה, יסודות כימיים וטבלה מחזורית. קשר כימי, תרכובות יוניות וקוולנטיות, מתכות, קשרים בין מולקולאריים. היסוד הכימי של עולם החי, מקרומולקולות ביולוגיות. סטויכיומטריה, מערכות בשיווי משקל (תמיסה מימית, pH, בופרים). קינטיקה כימית ואנזימטית, פעילות אנזימים. תרמודינאמיקה: תהליכים ספונטניים, אנרגיה חופשית, ריאקציות צמודות. מבוא לביולוגיה של התא: מבנה ותפקוד בסיסי (זרימת מידע, העברת סיגנלים).

ספרי לימוד:

1. Petrucci, R.H., Herring F.J., Madura J.D., and Bissonnette C. General Chemistry. 10th ed., Prentice Hall, 2010.
2. Nelson, D.L. and Cox, M.M. Lehninger Principles of Biochemistry. 5th ed., W. H. Freeman, 2008.

50207 מבנה ביו מולקולות Bimolecular structure

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50205 פרקים נבחרים בכימיה וביולוגיה

הקורס מיועד להבנת מבנה של בימולקולות עם דגש על חלבונים. תכני הקורס כוללים שיטות לקביעת מבנה לצד של תוכנות וכלים המשמשים לחקר בימולקולות ולהנדסת תרופות. שיטת ההוראה בקורס תהיה בצורה של הרצאות אשר יציגו רקע תיאורטי ודוגמאות אמיתיות ותרגילים מעשיים שיבוצעו במעבדת מחשבים.

מבוא: הבסיס הכימי של מולקולות ביולוגיות, הקשר בין מבנה לתפקוד. שיטות לקביעת מבנה: קריסטלוגרפיה בקרני X ו-NMR. שיטות מידול נוספות: , מיקרוסקופיית אלקטרונים, מידול הומולוגי, פרדיקציה ab initio. מידול מולקולרי: חישובי אנרגיה ו-EM, דינאמיקה מולקולארית, מונטה קרלו. פרקים בהנדסת תרופות: ligand-based , structure-based.

ספרי לימוד:

1. Schlick T. Molecular Modeling and Simulation: an Interdisciplinary Guide. Springer, 2nd ed., 2010.
2. Rhodes G. Crystallography made crystal clear. Elsevier. 3rd ed., 2006.

50209 מעבדה לעיבוד אותות פיזיולוגיים Physiological Signal Processing Lab Processing

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50171 עיבוד אותות פיזיולוגיים

רציונל ומטרות הקורס:

מטרת המעבדה היא לתרגל את היסודות התיאורטיים שנלמדו בהרצאות בקורסי היסוד, בפרט בכל הנוגע לעיבוד וניתוח של אותות פיזיולוגיים, ולאפשר לסטודנטים להתנסות בעיבוד מעשי של אותות פיזיולוגיים, מימוש אלגוריתמים ובחינת ביצועים של השיטות השונות. שיטת ההוראה בקורס כוללת, בנוסף להרצאות הקדמה מרוכזות, תרגילים מעשיים ופרויקט, המתבצעים באמצעות ה-MATLAB.

הנושאים שיילמדו בקורס:

איסוף נתונים, ייצוגם ושיטות תיאור. סינון לינארי. סינון אדפטיבי. אותות ECG - קריאה, עיבוד וסינון מקדים, הורדת בסיס, סיווג תבניות. אותות EEG ואותות תלויי-מאורעות (ERP). עיבוד אות ה-EMG. ניתוח ועיבוד אותות דיבור.

ספרי לימוד:

1. Arnon Cohen, Biomedical Signal Processing, CRC Press, 1986.
2. חוברת ניסויים ייעודית.

50210 תכנון מחקר ביו-רפואי Study Design in Biomedical Research

אופן הוראה: סמינר

שעות שבועיות: 2 שעות

נקודות זכות: 2

דרישות קדם: ביולוגיה של תא האדם, אנטומיה ופיזיולוגיה של גוף האדם, עיבוד נתונים ביולוגיים

מטרת הקורס הינה לחשוף בפני הסטודנטים תכנון מחקר ביו-רפואי מהשאלה הנשאלת, דרך ההיפותזה ובדיקתה ועד להסקת המסקנות. במהלך הקורס הסטודנטים ידונו במספר מאמרים נבחרים מתחומי המחקר השונים במטרה ללמוד על תכנון המחקר והשיטות השונות על בסיס של מחקרים אמתיים. שיטת ההוראה בקורס תכלול הן הצגת המחקרים ע"י המרצה והן דיונים בכיתה.

סקירה של סוגי מחקר: בסיסי וקליני, כמותי ואיכותי, אפידמיולוגי, פיתוח של תרופות ומכשור ביו-רפואי. דיון בארבעה מאמרים במהלך הקורס מתחומים שונים. סיכום של סוגי מחקר ושיטות.

ספרי לימוד:

1. Laake, P., Benestad, H.B. and Olsen, B.R. Research Methodology in the Medical and Biological Sciences. Academic Press, 2007.
2. מאמרים שיהולקו במהלך הסמסטר.

50211 מבוא להדמיה רפואית Introduction to Medical Imaging

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: פיזיקה 3, גלים ומערכות מפוגלות מומלץ (לא חובה): עיבוד תמונה

קורס זה סוקר את העקרונות הפיסיקליים, ואת האלגוריתמים של מרבית שיטות ההדמיה הרפואית, ומתאים במיוחד לתלמידי המסלול הביו-רפואי ולתלמידי מסלול אלקטרו-אופטיקה ועיבוד תמונה. השיטות הנלמדות בקורס כוללות צילום "פשוט" בקרני רנטגן, הדמיה באמצעות קרני גאמה, טומוגרפיה ממוחשבת, הדמיה באולטרא-סאונד, MRI ו-OCT.

ספרי לימוד

1. H. H. Barrett and W. Swindell, *Radiological Imaging*, revised edition (Academic Press, 1981).
2. J. L. Prince and J. M. Links, *Medical Imaging – Signals and Systems* (Pearson Prentice Hall, 2006).
3. Mark E. Brezinski, *Optical Coherence Tomography: Principles and Applications* (Academic Press, 2006).

50212 עיבוד נתונים ביולוגיים

Biological Data Processing

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: אותות אקראיים (50040)

כללי:

מטרת הקורס היא לצקת יסודות וכלים בסיסיים בניתוח ותכנון ניסויים רפואיים, לרבות שיטות איסוף נתונים וייצוגם, מבחנים סטטיסטיים פרמטריים ולא-פרמטריים, מבחנים השוואתיים, רגרסיה ועוד. שיטת ההוראה בקורס כוללת, בנוסף להרצאות הפרונטאליות, תרגילים תאורטיים ומעשיים ופרויקט, המתבצעים באמצעות ה-MATLAB.

הנושאים שיילמדו בקורס:

איסוף נתונים, ייצוגם ושיטות תיאור. בוטסטראפ, רווח בר-סמך, בוטסטראפ פרמטרי. מבחן היפותזה, סוגי שגיאות, קורלציה, מבחן חד-צדדי ודו-צדדי, זוגות מתואמים. רווח בר-סמך פרמטרי, מבחן t , אזור קבלה ורווח בר-סמך. עוצמה, רובוסטיות, מבחן χ^2 . רגרסיה.

מבחן F , רגרסיה רבת משתנים. שימוש במשתני דמה, מבחן אנובה, אינטראקציות. מולטי-קו-לינאריות. אנובה דו-צדדית, קידוד אפקטיבי. השואות, תיקון השואות מרובות, מודלים מעורבים.

ספרי לימוד:

1. S. A. Glantz and B. K. Slinker, Primer of applied regression, 2nd edition. QH 323.5.G56 1990.S
2. Lectures' slides in the course's website.

50213 מבוא לסייבר Introduction to Cyber

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 51105 רשתות מחשבים א

מטרת הקורס:

כיום מרבית ממערכות המידע והאתרים המרכזיים באינטרנט משתמשים במרכזי מידע מבוזרים הנתונים להתקפות ואיומים באופן שוטף. התקפות הסייבר הפכו בתקופה האחרונה לאחד הנושאים החשובים בכל תשתיות המחשוב, הן בתשתיות תעשיות והן בתשתיות לאומיות ברחבי העולם. הצורך להתמודד עם התקפות אלה מחייב הכרה מעמיקה של המערכות, האיומים וכיווני ההתקפות האפשריות. לצורך כך במסגרת קורס זה נקנה לסטודנט כלים, הבנה מעמיקה ויכולת ניתוח של איומי סייבר על מערכות ממוחשבות מבוזרות (ביניהן, מנועי חיפוש ומערכות מסחר אלקטרוני) המהוות את המטרה המרכזית להתקפה.

נושאי הלימוד:

מבוא לסייבר – כללי: מושגי יסוד, מעגלי אבטחה (לוגי, פיזי, תהליכים), מערכות ניטור, מרכז סייבר, איומים ופגיעות, טכניקות וידוא (Authentication) והצפנה יישומית להתמודדות עם האיומים. תקנים בין לאומיים. מתודולוגיית אבטחת סייבר, הגדרת מערכת CPS, מערכות ממוחשבות מבוזרות, מערכות סקאדה, נושאים כללים בתורת אבטחת הסייבר, מערכות אבטחה לרשתות חכמות, תרגיל סייבר

ספרי לימוד:

1. Computer Networking: A Top-Down Approach (6th Edition) [Hardcover]
[James F. Kurose](#), , [Keith W. Ross](#)
2. Introduction to Information Retrieval
[Christopher D. Manning](#), [Prabhakar Raghavan](#) and [Hinrich Schütze](#)
3. T. Macaulay, B. Singer. "Cyber security for industrial Control Systems", CRC press, 2012
4. Related journals in the field.

50214 מערכות למידה

Machine learning

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50060 עיבוד אותות ספרתי 50074 אותות אקראיים

מטרת הקורס:

להקנות כלים לסטודנט טכניקות של מערכות למידה.

נושאי הלימוד:

למידה מונחית ולא מונחית – הגדרת הבעיה, עקרונות הלמידה כרעיון "חיפוש". רקע מתמטי – עקרונות סטטיסטיים והסתברותיים, החלטות, ותורת המידע. מודלים לינאריים לרגרסיה – מודל לינארי, מודל ביאסיאני ואחרים. מודלים לינאריים לסיווג – פונקציית הבחנה. למידה עפ"י עץ החלטות.

אלגוריתמים למידה – clustering analysis, למידה עפ"י רשתות נוירונים, אלגוריתם גנטי, EM, מודל מרקובי חבוי, אלגוריתמים משולבים, Support vector machine (SVM) ואחרים.

ספרי לימוד:

1. Ian H. Witten; Eibe Frank, Mark A. Hall (2011). "Data Mining: Practical machine learning tools and techniques, 3rd Edition". Morgan Kaufmann.
2. C. H. Bishop "Pattern recognition and Machine learning" Springer, 2007.
3. T. M. Mitchell "Machine learning" The McGraw Hill. 1997.

50215 התפתחות טכנולוגיות וכוחות השוק When Technology Meets Market Force

אופן הוראה: שיעור ותרגול

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: אין

מטרות:

קורס זה נועד להציג בפני תלמידים את התפתחויות הטכנולוגיות המשפיעות ביותר ב-30 השנים האחרונות והשפעתן על האופן שבו השוק העסקי חושב, מגיב ומתנהג. מכיוון שאנו חיים בשוק המשתנה במהירות, מטרת הקורס היא להקנות ידע ודרכי החשיבה לניתוח וזיהוי מגמות בשוק, המבוססות על ההיסטוריה והניסיון של השוק בדור האחרון. כלי זה הוא יסוד לכל מהנדס בעולם האמתי.

נושאי לימוד:

הקדמה: ההיסטוריה של ההתפתחות הטכנולוגית, כוחות השוק ותהליכים נלווים, 10 נקודות הזמן המשמעותיות בפיתוח הטכנולוגי ב-30 שנה האחרונות. מה בין טכנולוגיה ועסקים: יחסי "הביצה והתרנגולת" – מה מניע את מה?, איך מוגדרת ונמדדת הצלחה?. המשתמש – הלקוח: צרכים משתנים, כוחם של הצרכנים, נגישות וזמינות. צלילה לתחומי הטכנולוגיה השונים: תקשורת, טלפוניה, מדיה. פירוט השינויים המשמעותיים ביותר: תקשורת (הרחבה), מחשוב – השינוי, צלילה לתחומי הטכנולוגיה השונים, מחשוב (חומרה ותוכנה), אינטרנט, www, עולם התקשורת הניידת, תחום הסלולאר ולידת הסמארטפונים. השפעת הטכנולוגיה על התפתחות השוק: רשתות חברתיות, פרסונליזציה, נגישות, נתונים ומידע, חווית משתמש. שינויים בשוק: יתרונות וחסרונות, דוגמאות מ"העולם האמיתי".

ספרי לימוד:

1. William Meisel, [The Software Society](#), Trafford publishing, 2013
2. Arthur, W. Brain, The Nature of Technology: What it is and how it evolves, Free Press, 2009.
3. Breg Insight, The Global Wireless M2M market, December 2009.
4. O'Regan, Gerard, A Brief History of Computing, Springer 2008.
5. Dan Senor & Saul Singer Start-up Nation, Grand Central Publishing, 2011

50216 מערכות אנרגיה של רוח ומים Wind and Water Energy Systems

אופן הוראה: שו"ת

ש"ש: 4

נ"ז: 3.5

דרישת קדם: 50012 המרת אנרגיה א'

כללי:

בקורס זה ילמד הסטודנט את יסודות ארו דינמיות, אופייניים של משאבי רוח ומים, יסודות של טורבינות וגנרטורים. הסטודנט ילמד שיטות הדמיה המתאימות. מטרת הקורס היא להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח ותכנון מערכות הספקת חשמל המבוססות על מתקני רוח ומים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא - סקירה של מתקנים והתפתחות של רוחלמים ממירי אנרגיה.
2. אופיינים של משאבי רוח - אופיינים של מהירות הרוח. יחסים בין מהירות הרוח להספק. חלוקת הרוחות וסטטיסטיקה. התפוקה של אנרגית רוח.
3. יסודות של טורבינות רוח - תכונות של בניית המערכות. רכיבים של מערכת רוח. ארו דינמיקה של טורבינות רוח. אופייני הספק של הרוטור.
4. אופיינים חשמליים של טורבינות רוח - המרת אנרגיה מכני-חשמלי. טורבינות רוח בעלי מהירות קבועה ומהירות משתנה. מחולל סינכרוני ומחולל השראה.
5. הדמיה של טורבינות רוח- מודל ארו דינמי. מודל של טורבינת רוח יחד עם תמסורת מכני. מודל של מחולל השראה.
6. אופיינים של משאבי מים- המרה של אנרגיה תרמי של אוקיאנוס. המרת אנרגית גלים של אוקיאנוס. המרת אנרגיה של זרמי מים וגאות ושפל.

פרי לימוד:

1. M.R. Patel, *Wind and Solar Power Systems*. Taylor&Francis, 2006.
2. J.F. Manwell, J.G. McGowan, A.L.Rogers, *Wind Energy Explained: Theory, Design and Applications*, John Wiley and Sons, 2002.

50217 אנרגיה במשק המים Energy in the Economy water Supply

אופן הוראה: שו"ת

ש"ש: 4

נ"ז: 3.5

דרישת קדם: 50175 יסודות אנרגיה חלופית

כללי:

בקורס זה ייחשף הסטודנט למשבר המים בארץ. ילמד על מקורות המים העיקריים ועל האנרגיה הדרושה לצורך הפקת מים הראויים לשתיה. בחלק השני של הקורס יכיר שיטות להתפלת מים מליחים ומי ים, התקדמות השיטות ויישומן וזאת תוך דגש על דרישות האנרגיה של תהליכים אילו.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. משבר המים בישראל.
2. מחזור הידרולוגי, חוק שימור החומר והאנרגיה.
3. אנרגיה הדרושה לטיפול במים עיליים.
4. אנרגיה הדרושה לטיפול במי תהום.
5. מקורות מים חלופיים (התפלה והשבת קולחין).
6. שיטות התפלה בתהליכי זיקוק ועקרונות הפעלתם – תהליכי אידי ועיבוי, חימום מי הזנה, עיבוי מי תוצר, מבנים, מאייד פריצה רב דרגתי, זיקוק רב שלבי, זיקוק דחיסת אדים, שיטת "זרחין" התפלה בהקפאה.
7. שיטות התפלה ממברנליות – שיטת האוסמוזה ההפוכה, אלקטרודיאליזה, סוגי ממברנות ותכונותיהן, מבנה מתקני ממברנות.
8. שיקולים אנרגטיים בשיטות ההתפלה שונות.

ספרי לימוד:

1. Rueil-Malmaison, "Water Treatment Handbook", Degremont, 1991.
2. Van der Roest, H.F. et al, "Membrane Bio-Reactors for Municipal Wastewater Treatment", IWA Publishing, London – Seattle, 2002.

50218 מחזור בתחום האנרגיה Recycling Energy

אופן הוראה: שו"ת

ש"ש: 4

נ"ז: 3.5

דרישת קדם: 50175 יסודות אנרגיה חלופית

כללי:

בקורס יסקור את הפסולת בישראל ויעמוד על התמורות שחלו בטיפול בפסולת עם השנים. הסטודנט ייחשף לצורך הכלכלי והאקולוגי לטיפול ומחזור של פסולת. במהלך הקורס ילמד הסטודנט על הפקת אנרגיה משריפה של פסולת, ביו-גז הנוצר מהטמנת הפסולת. נעמיק על גז המתאן, תוצר הלוואי של תהליך העיכול האנארובי של הבוצה. ונלמד על תהליכי ייצור של ביו-דיזל ממקורות שונים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. הפסולת בישראל
2. תמורות בטיפול בפסולת מוצקה לאורך השנים
3. היבטים כלכליים ואקולוגיים בפסולת מוצקה
4. טיפול בפסולת מוצקה: הפחתה במקור (Reduction), שימוש חוזר (Reuse), מחזור (Recycle), התמרה (Recovery).
5. הפקת אנרגיה (ביו-גז) מפסולת.
6. הפקת אנרגיה בתהליכי עיכול אנארובי של בוצה.
7. הפקת ביו-דיזל.

ספרי לימוד:

1. P. A. Vesilind, W. Worrell, and D. Reinhart, "Solid Waste Engineering", Brooks Cole, 2002.
2. G. Tchobanoglous, H. Theisen, and S. Vigil, "Integrated Solid Waste Management - Engineering Principles and Management Issues", McGraw-Hill Book Co., 1992.
3. McGraw-Hill. "Industrial water pollution control", Eckenfelder, 2nd edition, 1989

50219 גישות ואלגוריתמים לעיבוד שפות בעזרת מחשב

Computer Algorithms and methodologies for Language Processing

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: קורס DSP - 50060

מטרות

עיבוד שפות טבעיות הוא תחום שמטרתו לאפשר למחשב לנתח שפה טבעית כתובה או מדוברת (text or speech) בצורה הדומה למוח האנושי, ומכאן ההשקה לתחום הבינה המלאכותית (AI). הקורס "גישות ואלגוריתמים לעיבוד שפות בעזרת מחשב" נועד להציג בפני הסטודנטים את המורכבות במידול שפות אנוש, וכן להקנות ידע מעשי שיסייע להם לפתור משימות בתחום עיבוד שפות טבעיות, החל מכלי מיון וכלה בתרגום אוטומטי. הקורס יעסוק בהיבטים אלגוריתמיים, בנושאים לשוניים ובהדגמת כלים המבצעים ניתוחים על נתוני שפה טבעית. הקורס בונה קשר ישיר בין התיאוריות ליישומים ומקשר מחקר ליישומי תעשייה תוך הבאת מקרים ודוגמאות לפרויקטים בחזית תעשיית ההיי-טק והמחקר. בקורס יחשפו הסטודנטים לתיאוריות המדעיות והאסכולות השונות בתחום בתקופות השונות האלגוריתמיים החשובים המובילים כגון: מודלי מרקוב, רשתות ניוורנים, אלגוריתמים סטטיסטיים וסטוקסטיים כמו גם מכונות מצבים. במעבדה יוצגו שיטות וכלים עדכניים המשמשים לעיבוד שפה ונתרגל עיבוד והקמת בסיסי נתונים, מודלי שפה ופתרון בעיות עמימות. לכל התיאוריות, האלגוריתמים והכלים נביא דוגמאות אמיתיות של מוצרים וטכנולוגיות שפותחו בתחום ונקשר לפרויקטים אמיתיים בתעשייה.

נושאי לימוד

מבוא לעבוד שפות טבעיות- הגדרה שימוש ומטרות.
עבוד שפה – סקירה, הגדרת הבעיה, אדם מול מכונה בעיבוד השפה.
נושאים לשוניים בתחום עיבוד השפה – כגון פונטיקה אקוסטית, פונולוגיה ופרוזודיה, מורפולוגיה, לקסיקון, תחביר, ניתוח שיחה.
מודלי הידע וגישות לעבוד שפות – גישות סימבוליות סטטיסטיות, הקשרים והיברידיים.
כלים לניתוח ועבוד שפות- סקירה על גישות עקרונות וכלים, שונים SVM, HMM, N-GRAM, רשתות נוירונים, רשתות סמנטיות ואחרים.
השילוב בין הכלים לאלגוריתם הלכה למעשה
ממשק משתמש – הגדרות תכנון וביצוע
סקירה על מערכות NPL בתעשייה

ספרות מקצועית

1. List of Articles – will be published.
2. Ralph Grishman, *Computational Linguistics- An Introduction*, Cambridge University Press, 1986.
3. Daniel Jurafsky and James H. Martin, *Speech and Language Processing: an introduction to natural language processing, computational linguistics, and speech recognition*, Prentice Hall 2009.

50221 מבוא לאלקטרוניקת שמע

Introduction to Audio Electronics

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50018 מבוא לתורת הבקרה (בקרה א'), 50011 מעגלים אלקטרוניים ליניאריים

מטרת הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט את עקרונות היסוד של אלקטרוניקת השמע האנלוגית החל ממעגלים הכוללים שפופרות תרמיוניות [הטריודה והפנטודה], הזוכים לעדנה מואצת בעשור האחרון, עבור דרך מעגלים הכוללים רכיבי מצב מוצק [BJT, FET, MOSFET ועוד..] וכלה במעגלים משולבים ברמות הכללה שונות הייעודיים למעגלי שמע. המעגלים השונים יידונו תוך שימוש באנליזות מתקדמות בתחום התדר הכוללות אנליזת יציבות, אנליזת משוב [feedback-control analysis] ואנליזת רעש תוך שימוש בכלים מתמטיים מתקדמים. בנוסף יעשה שימוש נרחב בתוכנות שונות לניתוח מעגלי שמע הכוללות, בין השאר, MATLAB, SIMULINK ו-EWB. הקורס עוסק ברובו במערכות שמע ליניאריות תוך הדגשת הרגישות של מערכות אלו והביטויים השונים של האי-ליניאריות המתגלה בהן [עיוותים הרמוניים, סחיפות תדר וכדומה..].

הקורס כולל תרגול אינטנסיבי המכין את הסטודנט לנתח מעגלי שמע בסיסיים אשר נידונים בחומר ההרצאות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

13. פיזיקה של גלי קול, ספקטרום השמע, מושגי יסוד באלקטרוניקת שמע
14. השפופרות האלקטרוניות במעגלי שמע: שפופרות היישור (מיישרת זרם) הטריודה והפנטודה, מעגלי התמורה שלהן, ניתוח DC ו-AC של המעגלים
15. סיווג מגברים: מגבר class A, class B, class C וסוגים מתקדמים, ליניאריות ועיוותים לא ליניאריים של המגברים.
16. מבנה של קדם מגבר (preamplifier) ומגבר הספק (power amplifier) שפופרתיים, מעגלי דחף-סחף (push-pull)
17. מקרה בוחן (case study): מגבר Mullard 5-20 – אנליזה וסימולציות ביצועים של הדרגות השונות.
18. הטרנזיסטור הבי-פולרי במעגלי השמע, אנליזות תדר של מעגלי התמורה וסיווג מגברי מצב-מוצק
19. שימוש ב-FET ו-MOSFET במעגלי שמע, מבנה של קדם מגבר ומגבר הספק עקרוניים מבוססי מצב מוצק
20. טופולוגיות של מסננים לחדר שמע: מסננים במרחב המצבים, מסנני Sallen-Key ומסנני MFB
21. התקני עיבוד של אותות שמע: מעגלי Envelope generators, Dynamic compressors, Slew limiters, Ring-modulators ו-Echo
22. הכללה של מעגלים משולבים ייעודיים במערכות שמע

ספרי לימוד:

א. חוברת הרצאות "אלקטרוניקת שמע" (50***) בעריכת ד"ר אלי גרשון - פרסום פנימי של מכון טכנולוגי חולון

1. John Linsley Hood, *Audio Electronics*, Newnes, A division of Reed Educational and Professional Publishing, Ltd, 2004
2. Douglas Self, *Audio Power Amplifier Design*, Focal Press, 2013
3. Morgan Jones., *Valve Amplifiers*, Newnes, Elsevier, 2012

50222 סמינריון נושאים נבחרים בביו-הנדסה

Selected Topics in Bio-Engineering Seminar

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 2

נקודות זכות: 2

דרישות קדם: פרקים נבחרים בכימיה ובביולוגיה, אנטומיה ופיסיולוגיה של גוף האדם.

מטרת הקורס:

מטרת הסמינריון לחשוף את הסטודנטים לחזית המחקר ולספרות הקשורה לתחומים השונים בביו-הנדסה תוך כדי הכשרתם ליישם עדכון שוטף בתחום התמחותם. הסמינריון יכלול שלושה פרקים שאותם יעבירו מרצים שונים ממגוון תחומים בתחום הביו-הנדסה (משנתנה מסמסטר לסמסטר).

נושאים לדוגמא שיילמדו בקורס:

1. רישום וגירוי במערכת העצבים המרכזית- מבוא לנוירופרוטזות מוטוריות.
 2. המרת תהליכים ביוכימיים לאותות חשמליים.
 3. הפן החישובי של מבנה חלבונים.
 4. זיהוי דיבור.
 5. סקירה של סוגי מחקר: בסיסי וקליני, כמותי ואיכותי, אפידמיולוגי, פיתוח של תרופות ומכשור ביו-רפואי.
 6. סוגי מחקר ושיטות בביו-הנדסה.
 7. בקרה אוטומטית בשרות החולה הסוכרתי- יישום שיטות בקרה אוטומטית במשאבות אינסולין.
 8. טכנולוגיות מסייעות באבחון, ניטור וטיפול של מחלות העצבים המרכזית.
- הפרק שיעביר כל מרצה יכלול תרגיל הכולל עבודה הקשורה למאמר או פרק בספר של אותו התחום.

ספרים ומאמרים:

משתנים מסמסטר לסמסטר ויוגדרו לסטודנטים לפני פתיחת כל קורס.

ביבליוגרפיה לפי נושאים:

נושא 1:

1. W. H. Kenneth, S. D. Gurpreet, "Neuroprosthetics: Theory and Practice", University of Utah, USA, 2004.
2. K. Schwartz, J. McGraw-Hill, "Principles of Neural Science", Fourth Edition, NY, 2000.

נושא 2:

1. Bioelectronics : From Theory to Applications, E. Katz and I. Willner , John Wiley & Sons, 2005.

נושא 3:

1. Essential Bioinformatics, J Xiong, Cambridge University Press, 2006

נושא 4:

1. L. R. Rabiner and B. H. Juang, Fundamentals of Speech Recognition, Prentice Hall, 1993.
2. J. R. Deller, J. G. Proakis, and J. H. L. Hansen, Discrete Time Processing of Speech Signals, McMillan, 1999.

50223 אפיון ותכנון מערכות משובצות מחשב Specification and development of Embedded Computer Systems

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל

ש"ס: 4

נ"ז: 3.5

דרישות קדם: מבוא לארכיטקטורת מחשבים א 50008 מיתוג ותכנון לוגי א 61203 מבנה מחשב ותורת המיתוג

מטרת הקורס:

חשיפה לפעילויות עיקריות במהלך מחזור החיים של פיתוח מערכות משובצות מחשב עתירות תוכנה (ממ"מ) כחלק מפיתוח כולל של מערכות CYBER PHYSICAL SYSTEM (CPS). הקורס כולל סקירת תהליכי פיתוח עם דגש על הצגת טכנית מעמיקה של הגדרת דרישות, ניתוח, תיכון, שילוב ובדיקות ממ"מ. כמו כן ניתנת סקירה של סטנדרטים לפיתוח איכותי של ממ"מ.

הנושאים שילמדו בקורס

- מבוא : מה זאת מערכת משובצת מחשב מה זה CYBER PHYSICAL SYSTEM ?
- דוגמאות של מערכות משובצות עתירות תוכנה
- תהליכי פיתוח תוכנה.
- פיתוח מבוסס מודלים (MODEL BASED DEVELOPMENT)
- הנדסת דרישות תוכנה.
- ניתוח ותיכון תוכנה:
- אימות ובדיקות תוכנה
- ניהול תצורת חומרה-תוכנה
- תקנים לפיתוח מערכות משובצות

ספרי לימוד

1. Marwedel, P, *Embedded System Design, (2nd ed.)*, Springer, 2010 ISBN-9789400702561
2. Harel, D. and Politi, M , *Modeling Reactive Systems with State charts: The STATEMATE Approach*, 2005 Available for download at:
<http://www.wisdom.weizmann.ac.il/~harel/STM.Book/>

50224 מערכות הפעלה זמן אמת Real-Time Operating Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגול

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 60001 תכנות C למהנדסים או 61101 מבוא למדעי המחשב, 50008 מיתוג ותכנון לוגי או מבוא לארכיטקטורת מחשבים או 61203 מבנה מחשב ותורת המיתוג

מטרת הקורס:

הקורס משלב הרצאות וביצוע פרויקט ומכסה עקרונות בסיסיים של מערכות הפעלה זמן אמת מרובות משימות, כגון: מושגים של מערכות הפעלה זמן אמת, ניהול משימות, תקשורת בין תהליכים וניהול זיכרון. סטודנטים יבצעו פרויקט תוך שימוש במערכות הפעלה זמן אמת מודרניות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

- מושגים של מערכות הפעלה זמן אמת, גרעין זמן אמת של מערכת הפעלה
- ניהול משימות, ניהול זמן, ניהול אירועים
- סיגנלים, סמפורים כאמצעי סנכרון
- ניהול של הודעות (תיבות דואר של הודעות, תורים של הודעות)
- ניהול זיכרון

ספר לימוד:

Li, Qing, Real-Time Concepts for Embedded Systems, CMP Books, 2003

ספר עיון:

Tanenbaum, A, *Modern Operating Systems*. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall, 2008

50225 כלי פיתוח למערכות משובצות מחשב

Development tools for Embedded Computer Systems

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל

ש"ס: 4

נ"ד: 3.5

דרישות קדם: אפיון ותיכון מערכות משובצות מחשב

מטרת הקורס:

חשיפה לתהליכי כלי פיתוח מבוסס מודלים (MBD) עבור מערכות משובצות מחשב עתירות תוכנה (ממ"מ). הקורס כולל מידול של ארכיטקטורת חומרה-תוכנה והתנהגות גם במישור הדיסקרטי וגם במישור הזמן הרציף. הסטודנטים ילמדו ויתרגלו מודלים בעלי יכולת מימוש (EXECUTABLE), סימולציה והפקת קוד אוטומטית שבשימוש בתהליכי מתקדמים של פיתוח מערכות משובצות מחשב.

הנושאים שילמדו בקורס

תהליך פיתוח מבוסס מודלים (MBD).
סקירת כלים ושיטות למידול מערכות משובצות (חומרה ותוכנה).
כלי מידול ארכיטקטורה לוגית ופיזית. מודלים בעלי יכולת מימוש (EXECUTABLE) להתנהגות דיסקרטית (למשל STATEFLOW, RHAPSODY).
מודלי זרימות נתונים בעלי יכולת מימוש להתנהגות רציפה (למשל DFD_RT, SIMULINK).
מודלי מולטי-פיזיקה להתנהגות רציפה (למשל MATLAB, MODELICA, PHYTON). מידול הסביבה הפיזיקלית החיצונית.
אימות, תיקוף וסימולציה של התנהגות דיסקרטית ורציפה.
הפקת קוד אוטומטית.

פרי לימוד

1. Bruce P. Douglas, *Real-Time UML Workshop for Embedded Systems*, Newnes (an imprint of Butterworth-Heinemann Ltd); 2nd edition, 2014
2. Peter Fritzon, *Introduction to Modeling and Simulation of Technical and Physical Systems with Modelica*, Wiley-IEEE Press, 2011
3. MATLAB & Simulink Student Version, Multimedia DVD – DVD-ROM by Math Works, 2012

50226 אלגוריתמים ומבני נתונים Algorithms and Data Structures

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 60001 תכנות C למהנדסים און 61101 מבוא למדעי המחשב

מטרת הקורס:

הכרת מבני נתונים בסיסיים והבנת היתרונות והחסרונות שלהם. לימוד שיטות בסיסיות לתכנון וניתוח אלגוריתמים. רכישת כלים לפתרון של בעיות אלגוריתמיות. הקניית יכולת בחירה של מבני הנתונים המתאימים וניתוח של השפעת הבחירה על סיבוכיות של אלגוריתמים.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. מבני נתונים: מחסנית, רשימה מקושרת, תור, עצים בינאריים, עצים מאוזנים
2. אלגוריתמים בסיסיים: שיטות מיון (מיון בועות, מיון הכנסה, מיון בחירה, מיון מהיר, מיון מיזוג). שיטות חיפוש (חיפוש בינארי. חיפוש בינארי בסדרה שאורכה אינה ידועה, חיפוש חציון, חיפוש בינארי בסדרה ממוינת מעגלית, חיפוש איבר מקסימלי ואיבר מינימלי. חיפוש שני איברים מקסימאליים).
3. ניתוח יעילות אלגוריתם: הגדרת יעילות וסיבוכיות של אלגוריתמים (זמן ומקום). נוסחאות נסיגה. משפט האב

ספר לימוד:

T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, *Introduction to Algorithms*, MIT Press, 3rd edition, 2009

ספר עיון:

Larry R. Nyhoff, *ADTs, Data Structures, and Problem Solving with C++ (2nd Edition)*, Prentice Hall, 2004

50227 ראייה ממוחשבת Computer Vision

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 20158 אלגברה ליניארית; 20152 חשבון אינפיניטסימלי 2

מטרת הקורס:

הקורס נועד להקנות לסטודנטים בסיס וניסיון מעשי בנושאי היסוד של ראייה ממוחשבת עם דגש בשימוש בכלים חדשנים.

הנושאים הנלמדים

- תהליך יצירת התמונה,
- עיבוד תמונה בסיסי (נקודות עניין, שפות, פירמידות),
- וקטורים מתארים (descriptors),
- סגמנטציה
- מבוא לשחזור תלת-ממדי.

ספר לימוד:

Richard Szeliski, *Computer Vision, Algorithms and Applications*, Springer,

50228 מערכות אירועים בדידים

Discrete Event Systems

אופן ההוראה: שיעור ותרגיל

ש"ס: 4

נ"ז: 3.5

דרישות קדם: 201258 אלגברה ליניארית; 20152 חשבון אינפיניטסימלי 2

מטרת הקורס:

טכנולוגיות רבות עובדות כמערכות המגיבות לאירועים בדידים שזמן התרחשותם לא בהכרח ידוע מראש: מחזורים בעיר, פסי ייצור, תחבורה, תקשורת ועוד. בכל מקום שישנו צורך בניהול תהליכים מקבילים, סנכרון, שיתוף משאבים, הפורמליזם של מערכות אירועים בדידים מהווה שפה הולמת ויעילה לפתרון הבעיות.

הקורס נועד להקנות לסטודנטים ידע וניסיון במושגי היסוד של מערכות אירועים בדידים עם דגש בשיטות מתמטיות המאפשרות הן ניתוח איכותי והן ניתוח כמותי של מערכות אלה.

הנושאים שיילמדו:

- כלים אלגבריים: אריתמטיקה חדשה ו-Dioids
- אוטומטיים ומכונות מצב: שפות ומערכות אירועים בדידים, בקרה.
- רשתות Petri
- גרף אירועים מתוזמנים וצורה ARMA
- ניתוח ספקטראלי של מערכות עצמאיות ובקרה

ספרי לימוד:

1. F. Bacelli, G. Cohen, G.J. Olsder, J.P. Quadrat, *Synchronization and Linearity, An Algebra for Discrete Event Systems*, Wiley, 1993.
2. M. Gondran and M. Minoux, *Graphs, Dioids and Semi Rings*, Springer 2008.

50229 מבוא לארכיטקטורת מחשבים Introduction to Computer Architecture

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: אין

מטרת הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכרעת עקרונות הארכיטקטורה של המחשבים, שיטות ממשק בין יע"מ (CPU) לזיכרון והתקני קלט/פלט. מטרתו של הקורס היא הבנת הקשר בין ארכיטקטורה לאופן הפעולה של המחשב והבנת הקשר בין חומרת המחשב לתוכנה.

הנושאים שילמדו בקורס:

ארגון מערכות מחשב, ארכיטקטורה Von Neumann, ארכיטקטורה Harvard
ייצוג ואחסון מספרים מסוג integer ו-floating point
מבנה ה-ALU ב-IU. מבנה ה-FPU. אלגוריתמים ויישומים.
יחידת הבקרה: עקרונות ושיטות מימוש בחומרה.
עקרונות תכנון "צנרת" (pipeline).
ארגון הזיכרון, זיכרון מחסנית, זיכרון מטמון, זיכרון וירטואלי, DMA.
תכנון מחשב בסיסי Hardwired Control. תהליך פענוח וביצוע ההוראות,
תכנון מחשב בסיסי Micro programmed Control
יחידת קלט-פלט, ממשקים, פסיקות, רכיבי קלט/פלט.
שיקולי עלות ויעילות BENCHMARKS.

ספרי לימוד:

1. M. Mano, *Computer System Architecture*, Third Ed. Prentice Hall Inc., 1996.
2. V.C Hamacher, *Computer Organization*, 4-th Ed., McGraw Hill, 1996.
3. D.M.Harris & S.L.Harris, *Digital Design and Computer Architecture*, Elsevier, 2013.

ספרי עיון:

1. D. Patterson, J. Hennessy, *Computer Organization and Design*, Morgan Kaufmann, 2001.
2. J.Hennessy, D. Patterson, *Computer Architecture. A Quantitative Approach*, Morgan Kaufmann, 1996.

50230 מעבדה למערכות זמן אמת משובצות מחשב Real Time Embedded Systems Laboratory

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 60001 תכנות C או 61101 מבוא למדעי המחשב

מטרת הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט את עקרונות הארכיטקטורה ואופן הפעולה של למערכות זמן אמת משובצות מחשב - מערכות משובצות מיקרובקרים – ארכיטקטורה של המערכת (מיקרו בקר, זיכרון, ממשקי קלט פלט) ואופן הפעלתה בזמן אמת (הגדרת ושימוש בפסיקות)

מטרתו של הקורס היא הבנת הקשר בין ארכיטקטורה לאופן הפעולה של המערכת, הבנת הקשר בין חומרה לתוכנה, ידע תיאורטי ומעשי בתכנון ותכנות מעגלים זמן אמת משובצים מיקרו בקר.

הנושאים שילמדו בקורס:

עקרונות המערכות זמן אמת מבוססות מיקרו-בקרים.
ארכיטקטורה ואופן הפעולה של המיקרו-בקרים.
תכנות המיקרו בקרים לעבודה בזמן אמת, כלי פיתוח (חומרה ותוכנה)
יישומי פורטים קלט/פלט, שימוש במונים/טיימרים, ממירים A/D וממירים D/A
תקשורת טורית בין מערכת למחשב PC
אפיון, תכנון ותכנות של מערכת זמן אמת משובצת מיקרו בקר.

ספרי לימוד:

1. TI University Program, *MSP430 and C2000 Microcontrollers*, Texas Instruments, 2009
2. Steven F.Barett, Daniel J.Pack, *Microcontroller Programming and Interfacing, TI MSP430*, Morgan & Claypool, 2011

ספרי עיון:

1. Mike James, *Microcontroller Cookbook*, Elsevier, 2000
2. Jack Lipovski, *Introduction to Microcontrollers*, Academic Press, 2005
3. John Crisp, *Introduction to Microprocessors and Microcontrollers*, Newness, 2003

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידיעון תשע"ה](#)

51029 תקשורת לוויינים Satellite Communications

אופן הוראה: שו"ת
ש"ש: 4
נ"ז: 3.5
דרישות קדם: הנדסת תקשורת ב' (51031)

מטרות הקורס:

להקנות לסטודנט קונספטים תיאורטיים ועקרונות מימוש פרקטי של מערכות תקשורת לוויינים, כולל מכאניקה אורביטלית, תת-מערכות של סגמנט החלל וסגמנט הקרקע, תופעות התפשטות הגלים דרך האטמוספירה, טכניקות מתקדמות של אפנון וקידוד, וגם מערכות ניווט דוגמת GPS.

הנושאים שיילמדו בקורס:

הרצאת מבוא. מכאניקה אורביטלית, טילים ושיגור, אפקטים אורביטליים, הסביבה. תת-מערכות של לוויינים, טכנולוגיות מתקדמות, אמינות תחנות קרקע כולל VSAT. חישובי מאזן ערוץ (link budget). שיטות אפנון. קידוד הערוץ. אפנון מקודד. שיטות ריבוי משתמשים (multiple access). התפשטות גלים באטמוספירה. רשתות לוויינים. מערכות ניווט (GPS). נושאים נבחרים

ספרי לימוד:

- [1] T. Pratt, C. W. Bostian, and J. E. Allnutt, *Satellite Communications*, 2nd. ed. (Wiley, New York, 2002).
- [2] G. Maral and M. Bousquet, *Satellite Communications Systems*, 5th. ed. (Wiley, New York, 2009).

51031 - הנדסת תקשורת ב' Communication Engineering B

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50024 הנדסת תקשורת א'

מטרת הקורס:

קורס זה מקנה לסטודנט ידע והבנה בניתוח ותכנון מערכות תקשורת ספרתיות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבנה של מערכות תקשורת ספרתית ומדדי ביצועים במערכות תקשורת ספרתית
2. עקרונות תורת האינפורמציה, קיבולת ערוץ קידוד ערוץ.
3. ייצוג שיטות אפנון ספרתיות – ייצוג של מעטפת מרוכבת, ייצוג אותות במרחב ווקטורי, ייצוג קונסטלציות האותות עבור שיטות האפנון השונות.
4. אפנון פאזה רציפה – CPFSK.
5. מקלט אופטימאלי בערוץ AWGN – בעיית ההחלטה.
6. ניתוח שיטות אפנון בינאריות – ASK, PSK, FSK, DPSK, עבור קליטה קוהרנטית ולא קוהרנטית.
7. ניתוח שיטות אפנון מרובות – רמות M-ary: חישוב הסתברות שגיאה עבור שיטות אפנון ספרתיות – MASK, MPSK, MFSK, QAM.
8. העברת מידע בערוץ מוגבל סרט – תכנון אות להעברה בערוץ מוגבל סרט - תופעת ISI, פולס נייקוויסט דיאגרמת עיין
9. עקרונות שוויונים.

ספרי לימוד:

1. Proakis, J.G., "Digital Communications", 3rd Ed., McGraw-Hill, 1995.
2. Couch, L.W., "Digital and Analog Communication Systems", 5th Ed., Prentice-Hall, 1997.

ספרי עיון:

1. Haykin, S.S., "Communication Systems" 2nd Ed., Wiley, 1983.
2. Gitlin, R., J. F. Hayes, S.b. weinstein, "Data communications principles", Plenum, 1994.
3. Van Trees, H. L., "Detection estimation and modulation theory", Part 1., John Willey, 1968
4. Sklar, B., "Digital Communication Fundamentals and application", Prentice Hall, 1988.

51032-טכניקות קליטה ושידור Techniques Receiving and Transmitting

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 51031 הנדסת תקשורת ב'

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר תכונות בסיסיות וטכניקות של מעגלי קליטה ושידור. מטרת הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולי ניתוח ותכנון מערכות קליטה ושידור שהינן היסודות של תקשורת רדיו.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. חזרה על מערכות תקשורת ומודלי ערוץ.
2. משדרים AM ו-FM, מבנה המאפן ומגבר, תאום עם אנטנה.
3. משדרים ספרתיים.
4. אנטנות במשדרים ומקלטים.
5. קבלת רגישות טובה, מגבר LAN חדשני.
6. מקלטים Super heterodyne ו-Homodyne.
7. גילוי אנלוגי וספרתי.
8. מערכות סנכרון (כלל PLL ו-Costas), שחזור גל נושא.
9. מערכות עתידיות.

ספרי לימוד:

1. M. Simon, S. Hinedi, W. Lindey. Digital Communication Techniques, Prentice-Hall, 1995.
- M. Roden, Digital communication system design, Prentice-Hall, 1998
- Y. Okunev, Phase and phase difference Modulation in Digital communications, Artech House, 1997.
- B. Sklar, Digital communications, Pearson Education, Inc 2005.
- Proakis, J.G., Digital communications, 4th Edition McGraw-Hill' 2001.
- A. S. Sedara, K. E. Smith, Microelectronics Circuits, Oxford Univ. Press, 1998.
- S. S. Haykin, Communications Systems, 2nd Ed., Wiley, 1983.

51033 - רשתות מחשבים ג' Intelligent Networks

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 51277 רשתות מחשבים ב'

מטרות הקורס:

הקורס מקנה ידע בנושאים מתקדמים בתקשורת. בקורס נתמקד בנושאים שלא קיבלו התייחסות בקורס הבסיסי. בין הנושאים שייסקרו הם: תקשורת אלחוטית, תקשורת מולטימדיה, איכות שרות, אבטחת מידע, MPLS ועוד.

נושאים שיילמדו בקורס:

1. OSI Reference Model וסקירת מרכיבי האינטרנט.
2. פרטוקולי peer to peer.
3. ניתוב multicast - ו broadcast.
4. MPLS.
5. תקשורת אלחוטית ותקשורת סלולרית.
6. תקשורת מולטימדיה ואיכות שרות.
7. אלגוריתמי הצפנה ומערכות הצפנה באינטרנט.
8. מנועי חיפוש.

ספרי לימוד:

1. Sosinsky B., Networking Bible, Wiley 2009
2. Kurose J., Ross K., Computer Networking. A Top Down Approach Featuring the Internet, 5th Ed, Addison Wesley, 2009

ספרי עיון:

1. IEEE Communications Society, The Best of the Best: Fifty Years of Communications and Networking Research, Wiley- IEEE Press 2007
2. Garg V., Wireless Communications & Networking, Morgan Kaufmann 2007
3. Parziale L. et al, TCP/IP Tutorial and Technical Overview, Red Books 2006
4. Comer D., Computer Networks and Internets (5th Edition), Prentice Hall 2008
5. Liu et al, Cooperative Communications and Networking, Cambridge University Press 2009
6. Downey T., Web Development with Java Using Hibernate, JSPs and Servlets, Springer 2007
7. Konchady M., Building Search Applications: Lucene, LingPipe, and Gate, Mustru Publishing 2008
8. Katz J. and Lindell Y., Introduction to Modern Cryptography: Principles and Protocols, Chapman and Hall 2007

51038 - מעבדת תקשורת נתונים Data Communications Laboratory

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 51105 רשתות מחשבים

כללי:

במעבדה לתקשורת נתונים הסטודנטים מתנסים בניצול ובניית רשתות מחשבים מסוג LAN ו-WAN. יילמדו מאפייני איכות שירות, מערכות ניהול ומערכות בקרה וזרימה ברשתות מודרניות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

סקירה כללית של מתקני המעבדה לתקשורת נתונים ומונחי יסוד בתקשורת. מודל OSI לתקשורת מחשבים. רשתות תקשורת LAN, WAN, MAN, מערכות הפעלה לרשת, עבודה ברשת NOVELL. Router, Bridge, Repeater וארכיטקטורת IP - TCP. ניהול רשתות, SNMP, עבודה ברשת New-bridge.

ספרי לימוד:

Tanenbaum, A., "Computer Networks", Prentice-Hall, 1996.

ספרי עיון:

צבי שחם, "תקשורת ומחשוב", הוצאת בינת 1997.
חוברת מעבדה - מכון י טכנולוגי חולון.

51041 מערכות חוזי Video Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגול
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 51031 הנדסת תקשורת ב'

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר מעגלים של מערכות חוזי. מטרת הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולי ניתוח ותכנון מעגלים של מערכות חוזי.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מידע של חוזי. יתירות וצמצומה.
2. צבה במערכות חוזי.
3. מערכת סנכרון ושידור.
4. התמרה ספקטראלית כולל Wavelet Transform.
5. תקני הטלוויזיה בעולם.
6. שיטות דחיסה, MPEG-2 MPEG-4 JPEG.
7. טלוויזיה ספרתית, DVB-C DVB-T.
8. מערכת טלוויזיה לוויינית DVB-S.
9. DVD Disc.
10. Kinescopes חדשים.

ספרי לימוד:

1. Townsend, B., "PAL Color Television", Cambridge Univ. Press, 1970.
2. Watkinson, J., "Compression in Video and Audio", Focal Press, 1995.
3. Fink, D., "Television Engineering", McGraw-Hill, 1980.
4. Noll, A.M., "Television Technology: Fundamentals and Future Prospects", Artech House, 1988..

51053 מעבדת טכניקות קליטה ושידור Receiving and Transmitting Techniques Lab.

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 51032 טכניקות קליטה ושידור במקביל

מטרות

הסטודנט ילמד את עקרונות הפעולה והמבנה של מעגלי קליטה ושידור. מטרת המעבדה היא להקנות הבנה בסיסית והכשרה מעשית בשיקולים של ניתוח ותכנון מעגלי קליטה ושידור.

הנושאים שיילמדו במעבדה:

1. הכרה מעשית של מכשירי מדידה מודרניים.
2. השפעת הקיבול של הוואריקפ על הפרמטרים של מתנד מקומי מעגלי תהודה של משדר FM.
3. מציאת הפרמטרים האופטימאליים של מעגלי המשדר FM לפי קריטריון השגת ההספק המקסימאלי, התאמת משדר ומקלט FM לאנטנה.
4. מדידת פרמטרים של מקלט FM, חוג נעול מופע (PLL) כגלאי תדר.

ספרי לימוד:

1. Robert , A., "Electronic Test Instruments . Theory and Applications" HP, 1993.
2. James Hardy K., "Electronic Communications Technology" 1986.
3. Rohde, Ulrich L., "Communication Receivers; Principles and Design", 2nd Ed., McGraw-Hill, 1997

51056 מעבדה ל-RF

RF Lab.

אופן הוראה: מעבדה

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 1.5

דרישות קדם: 50046 גלים ומערכות מפולגות

הנושאים שיילמדו במעבדה:

1. תוכנת סימולציה ADS לתכנון מעגלים ורכיבים עבור RF.
2. ספקטרום אנלייזר- מבנה ועקרון פעולה, ביצוע מדידות.
3. נתח רשת- מבנה ועקרון פעולה, יסודות קווי תמסורת, מקדם החזרה: ליניארי, לוגריתמי, יחס גלים עומדים, דיאגרמה פולרית, דיאגרמת סמיט, מקדם העברה, כיוול נתח-רשת, מדידת S-Parameters.
4. קווי תמסורת – התורה המתמטית של התקדמות גלים א"מ בקווי תמסורת, כבלים קואקסיאליים, קווי מיקרוסטריפ, קווים מקוצרים, מנותקים וסיומות של 50 אוהם.
5. מסננים – תכנון, סימולציה ומדידות של מסננים מקובצים בשיטת Chebyshev, Butterworth ו-Elliptic.
6. תאום עכבות – תכנון, סימולציה ומדידות של מעגלים לתאום עכבות ע"י רכיב פסיבי אחד וע"י שני רכיבים.
7. מנחתים – לימוד ומדידת פרמטרים של מנחתים, המנחת כרשת זוגיים, מודל נגדים לתדר גבוה, תכנון ובניית מנחת מסוג T בעזרת קו מיקרוסטריפ. תאום אימפדנסים באמצעות מנחת. מנחת צעד, מדידות.
8. ערבול - הכרת הערבול, רכיבים טפיליים, הפסדי שילוב, תחום דינמי, בידוד בין הכניסות והמוצא ומדידת פרמטרים של הערבול. ערבול כגלאי פאזה.
9. מצמד כיווני – הכרת המצמד הכיווני ומבנהו, צימוד נומינאלי, כיווניות ומדידת הפרמטרים של המצמד. מצמד כיווני כ- Reflectometer וכרכיב למדידת הספק.
10. אנטנת – פרמטרים וסוגים שונים של אנטנות, עקומי קרינה של אנטנה, אזורי קרינה סביב האנטנה, משואת פריז, אנטנת דיפול ו-Balun. מדידת פרמטרים ועקומי קרינה של אנטנת דיפול.

ספרי עיון:

1. Ppzar D. M., Microwave Engineering 3rd Ed., Wiley, 2005.
2. Rizzi, A., "Microwave Engineering Passive Circuits", Prentice-Hall, 1988.

51068 - מעבדה לתקשורת ספרתית Digital Communication Lab.

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 51031 הנדסת תקשורת ב'

מטרות:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר מערכות תקשורת ספרתית בסיסיות. מטרת הקורס להקנות לסטודנטים הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח ותכנון מערכות שידור / קליטה ספרתיות.

הנושאים שיילמדו במעבדה:

1. משפט הדגימה של Nyquist.
2. מסננים דיגיטליים.
3. Line Coding and PSD.
4. שיטות קידוד מקור.
5. MFSK.
6. ISI.
7. שיטות לקידוד ערוץ.

ספרי לימוד:

1. Roden, M., "Digital Communication System Design", Prentice-Hall, 1998.
2. Proakis, J., "Digital Communications", 3th Ed., McGraw- Hill, 1995.

51071 מערכות תקשורת MIMO

Modern Wireless Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50046 גלים ומערכות מפולגות, 51031 הנדסת תקשורת ב' (אפשר במקביל)

מטרות:

להקנות לסטודנט קונספטים תיאורטיים ועקרונות מימוש פרקטי של מערכות תקשורת MIMO.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. אפיון ערוצים סקלריים ווקטוריים.
2. תופעות multipath ודעיכות בקנה מידה קטן.
3. דעיכות שטוחות וסלקטיביות. סטטיסטיקות כיוון.
4. אפיון רעשים והפרעות.
5. מערכות מרובות אנטנות וערוצים וקטורים. מטריצות הערוץ ותכונותיה, וקטורים וערכים עצמיים. ערוצים מנוונים.
6. שיערוך ערוץ בזמן אמת, CSI, מערכות עם חוג פתוח וסגור.
7. שיטות שוני (diversity) מרחבי.
8. קידוד מרחבי – זמני מבלי לדעת את הערוץ במשדר.
9. סירוג.
10. עיצוב הקודים. פענוח אופקי ואלכסוני.
11. שימוש ב-CSI במשדר: טכניקת SVD, ניצבות.
12. קיבולת הערוץ.
13. שילוב OFDM ושיטות מרחיבות פס.
14. עיצוב האלומה, אנטנות חכמות וטכניקת היפוך זמן. MIMO Multiuser.
15. חסמים.

ספרי לימוד:

1. Paulraj D. Gore, R> Nabar, Introduction to Space-Time Wireless Communications, Cambridge University Press, 2003.
2. G. D. Durgin, Space-Time Wireless Channels, Prentice Hall, 2003.
3. R. Vaughan and J. B. Andersen, Channels, Propagation and Antennas for Mobile Communications, IEE, 2003.
4. M. Jankiraman, Space-Time codes and MIMO Systems, Artech House, 2004.
5. H.G. Bessai, MIMO Signals an Systems, Springer, 2005.
6. E. Biglieri, R. Cakderbank, A. Constantinides, A. Goldsmith , A. Paulraj, and H. V. Poor, MIMO Wireless Communications, Cambridge University Press, 2006.
7. Sklar, B., "Digital Communications; Fundamentals and Applications", Prentice-Hall, 1988
8. Gavan, J., R. Perez, Handbook of Electromagnetic Compatibility, Academic Press, 1995

ספרי עיון:

- 1 Rappaport, T.S., "Wireless Communications", Wiley, 1996.

51075 - מבוא למעגלי תדרי RF Introduction to Circuits

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 50011 מעגלים אלקטרוניים אנלוגיים, 50046 גלים ומערכות מפולגות

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר מעגלים אלקטרוניים לתדר גבוה. מטרת הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולים של ניתוח ותכנון של מעגלים אלקטרוניים לתדר גבוה.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. התנהגות רכיבים מקובצים בתדרי RF.
2. קווי תמסורת נפוצים: קואקסיאלי, מיקרוסטריפ וסטריפליין.
3. רשתות RF.
4. רכיבי RF פסיביים: מתאמים, מסננים מקובצים ומודפסים, מפצלים ומצמדים, ערבלים.
5. רכיבי RF אקטיביים: מגברים, ערבלים מתנדים.
6. חישובי רעש במעגלי RF.
7. פרמטרים של אנטנות.

ספרי לימוד:

1. Pozar, D. M., Microwave and RF Design of Wireless Systems, Wiley, 2001.
2. Ludwig R. P., RF Circuit Design, Theory and Application, Pearson Education, 2000.
3. Pozar, D. M., Microwave Engineering, 3rd Ed., Wiley, 2005.
4. Vizmuller, P., "RF Design Guide; Systems, Circuits and Equations", Artech House, 1995.
5. Medley, M.W., "Microwave & RF Circuits; Analysis, Synthesis and Design", Artech House, 1993.

51077 מעגלי רדיו משולבים Radio Frequency Integrated Circuit

שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50024 הנדסת תקשורת א'

מטרות:

מטרת הקורס להקנות לסטודנט ידע בסיסי בניתוח ובתכנון מעגלי תקשורת בתחום הרדיו. יושם דגש על הבנת דרישות מערכתיות של מערכות אלחוט שונות והשלכת דרישות אלו על המפרט הטכני ותכנון של מקלט ומשדר.

הנושאים שיילמדו בקורס:

מושגי יסוד בתכנון RFIC: ליניאריות IP3, תחום דינמי DR ו-SFDR, ספרת רעש, רגישות, רעש מופע. סקירה של תקנים שונים בתקשורת אל-חוטית: GSM, DECT, WCDMA, 1800DCS, וכו'. ניתוח ההשלכות של התקנים על המפרט של רכיבים שונים במשדר ובמקלט. ארכיטקטורות של מקלטים ומשדרים. רכיבים פסיביים, רשתות תיאום. מבוא לחוג נעול מופע וסינטיסייזרים. מבוא לתכנון מגברי הספק לת"ר

ספר לימוד:

1. Lee, T.L., "The Design of CMOS RF Integrated Circuits", Cambridge University Press 2004.
2. Razavi, B., "RF Microelectronics", Prentice-Hall, 1998.

51078 - מבוא לתורת הצפינה

Introduction to Coding Theory

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 51031 הנדסת תקשורת ב'

מטרות הקורס:

הקורס יקנה לסטודנטים טכניקות לבקרת שגיאות כולל גילוי ותיקון שגיאות במערכות תקשורת. הקורס ינתח הטכניקות המעשיות לתיקון שגיאות בצד היבטים תיאורטיים של שיפור ביצועי מערכות תקשורת בעזרת תיקון שגיאות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא- מבוא לתורת האינפורמציה, הגדרות H, R, I, J , קיבול ערוץ גאוס
לפי שנון, סכמת תקשורת עם מקודד-מפענח, קיום קודים טובים, ARQ, FEC קודי בלוק קודי קונוולוציה, הגבר קידוד COADING GAIN, ביצועים של קודים מול חסם שנון.
2. מושגי יסוד וחסמים של ביצועים – יכולת גילוי / תיקון של קודים, מודלים לערוצי תקשורת, מפענח סבירות מרבית (MLD), מפענח חסום מרחק (BD).
3. קודים ליניאריים – מבנה מטריצה יוצרת, מטריצת בדיקה, קוד דואלי, מערך סטנדרטי, סינדרום שגיאה, דוגמאות לקודים ליניאריים: Reed-Moller, MDS, Hamming, טכניקות הרחבה, קיצור ניקוב של קודים, טכניקות פענוח בסיסיות.
4. מבוא ומבנה של שדות סופיים - אריתמטיקה של שדות סופיים, בניות של שדות סופיים, אלמנט פרימיטיבי, פולינומים מינימאליים, שדה הרחבה, שדה פיצול, השורשים של היחידה.
5. קודים ציקליים – פולינום יוצר, תיאור מטריצי בשדה הרחבה, קוד Hamming כקוד ציקלי לתיקון שגיאה בודדת, קודים ציקליים לתיקון שתי שגיאות, קוד Golay.
6. קוד BCH – הגדרות בסיסיות, דוגמאות מפענח PGZ לקוד BCH.
7. קודי Reed-Solomon - הגדרות בסיסיות, דוגמאות.
8. נושאים מתקדמים בתורת הצפינה – טכניקות פענוח בהחלטה רכה לקודי בלוק, טורבו קוד, פענוח איטרטיבי, מבוא לקודי קונוולוציה ופענוח Viterbi.

ספרי לימוד:

1. Lin S. and Costello D.J : Error control Coding, Prentice-Hall, 1983.
2. R.E Blahut: Theory and Practice of Error Control Codes, Addison-Wesley, 1983.
3. Richard E. Blahut, Algebraic Codes for Data Transmission, Cambridge Univ. Press' 2001.

ספרי עיון:

- 1 R.H. Morelos-Zragoza: The art of Error Correcting Coding, John Wiley, 2002

51081 - מבוא למערכות תקשורת אופטיות

Introduction to Optical Communication Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות 3.5
דרישות קדם: 50024 הנדסת תקשורת א'

מטרות הקורס:

מטרת הקורס להקנות לסטודנט יכולת בסיסית של תכנון וניתוח מערכות תקשורת אופטית. לחשוף את הסטודנט למגבלות המערכות הנ"ל ודרכים להתגברות על המגבלות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מרכיבי מערכת תקשורת אופטית, השילוב ביניהם ויבחנו ביצועי מערכות תקשורת אופטית.
2. חזרה על הערוץ האופטי, תכונותיו הליניאריות, מבנהו.
3. התפשטות, נפיצה וניחות בגל הא"מ בערוץ.
4. המשדר האופטי - תאור כללי ובחינת הפרמטרים המערכתיים, (הספק, Chirp).
5. המקלט האופטי - בחינת הפרמטרים המערכתיים. המגבר האופטי (EDFA) - עקרון פעולה. שילוב של מרכיבי מערכת אופטית, סקירת רעשים במערכת האופטית, חישוב יחס אות לרעש, וחישוב הסתברות שגיאה.
6. פיצוי דיספרסיה לשיפור ביצועי מערכת אופטית.

ספרי לימוד:

1. Agraval, G. P., "Fiber-optic Communication Systems", A Wiley-Interscience publication, 3rd Edition, 2002.
2. Kazovsky, L., S. Benedetto, A. Willner, "Optical Fiber Communication Systems", Artech House, 1996.
3. Bajiv Ramaswami, Kumar N. Sivarjan, "Optical Networks", Academic Press, 1998.

51082 - מבוא לתקשורת אופטית לא-ליניארית Introduction to Non Linear Optical Communication

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות 3.5

דרישות קדם: 51031 הנדסת תקשורת ב', 51081 מבוא למערכות תקשורת אופטית

מטרות הקורס:

מטרת הקורס ללמד את הסטודנט תופעות לא-ליניאריות ואת השפעתן על מערכות תקשורת אופטית ואת מגבלות הביצועים הנובעות מהן, וכן רכיבים אופטיים המבוססים על התופעות הלא-ליניאריות האלה.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. במסגרת הקורס יילמדו נושאים הקשורים לתופעות לא ליניאריות בסיבים והשפעתם על ביצוע מערכות תקשורת אופטית.

2. פיתוח משוואת שרדינגר לא-ליניארית, הבנת והגדרת המושגים של:

Self-Phase Modulation – SPM

Cross Phase Modulation–XPM

Four Wave Mixing – FWM , Stimulated Raman scattering, Stimulated Brillouin scattering

3. Self-Phase Modulation - אפנון פאזה עצמי של הגל, הזזת פאזה לא- ליניארית, השינוי ברוחב ספקטרום של הפולס בסיב והשפעות על ביצועי מערכת תקשורת אופטית. Cross Phase Modulation הצימוד בין גלים שונים בעלי תדירות שונה בסיב, שבירה כפולה לא ליניארית, ואפקט Kerr, אי יציבות באפנון והשפעות זמניות ומרחביות על פולס השידור.

4. אפקט פיזור Raman על מערכות תקשורת אופטית; עיקרון, והשלכות מערכתיות.

5. אפקט פיזור Brillouin על מערכות תקשורת אופטית; עיקרון, והשלכות מערכתיות.

6. עירוב ארבע גלים Four Wave Mixing, עיקרון פיסיקלי והשלכות. עיקרון של מערכת סוליטונית.

ספרי לימוד:

1. Govind P. Agrawal, "Nonlinear Fiber-optic", S.D., Academic Press, 2001.
2. Shen, Y.R., "Principles of Nonlinear Optics", N.Y. Wiley, 1984.

ספרי עיון:

1. Govind P. Agrawal, "Fiber-optic Communication Systems", A Wiley-Interscience publication, 2nd Ed., 1997
2. Bajiv Ramaswami, Kumar N. Sivarjan, "Optical Networks", Academic Press, 1998.

51083 - מבוא לרשתות אופטיות

Introduction to Optical Networks

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 51031 הנדסת תקשורת ב'

מטרות הקורס:

להקנות לסטודנט שיקולים בסיסיים לתכנון תקשורת אופטית, להכיר ארכיטקטורות שונות של רשתות אופטיות, את יתרונותיהן ואת מגבלותיהן.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. הקדמה לרשתות תקשורת לטלקומוניקציה, סקירה היסטורית לרשתות אופטיות מדור I, שיטות ריבוב אופטיות.
2. הגדרות של מושגים בסיסיים ברשתות תקשורת אופטיות כגון: שירותים, שקיפות, פרוטוקולים. רשתות אופטיות דור II העוסקות במתן שירותים, ארכיטקטורות ושכבות הרשת האופטית.
3. מבנה של שכבה פיסיקלית ברשת אופטית ורכיבים אופטיים לרשתות.
4. שיקולים בסיסיים בתכנון רשתות אופטיות: LAN, MAN, WAN.
5. רשתות אופטיות מתקדמות העוסקות בניתוב אורכי-גל, בקרה וניהול. מבוא ל - Photonic Packet Switching.

ספרי לימוד:

1. Bajiv Ramaswami, Kumar N. Sivarjan, "Optical Networks", Academic Press, 1998.
2. K.M. Sivalingam, S. Subramaniam, "Optical WDM Net Works. Principles and Practice" Kluewer, 2000.
3. T.E. Stern, K. Bala, "Multi Wavelength Optical Network, A Layered approach", Addison - Wesley, 1999.

51084 - מבוא לשיטות אפנון בתקשורת אופטית Introduction to Optical Modulation Methods

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 51031 הנדסת תקשורת ב'

מטרות הקורס:

מטרת הקורס ללמד את הסטודנט שיטות שונות לניצול מרבי של מערכות אופטיות. כמו כן שיטות אפנון וגילוי שונים, חישובי רעש ואת השפעתם על ביצועי המערכת.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. קורס זה יעסוק בשיטות גישה לערוץ האופטי ובתקשורת אופטית קוהרנטית. שיטות הגישה הנלמדות בקורס זה הן Orthogonal , Wave Length Division Multiplexing- WDM ו- Code Division Multiplexing Access – OCDMA ו- Optical Time Division Multiplexing OTDM
2. המקלט האופטי האופטימאלי.
3. שיטות אפנון וגילוי אופטית: שיטות אפנון אופטיות מסוג P.S.K, A.S.K ו- F.S.K, שיטות גילוי הטרודיין, והומודיין.
4. רגישות מקלטים אופטיים בתקשורת אופטית קוהרנטית, חישובי רעש, יחס אות לרעש.
5. עקרונות הגלאי האופטי, חישובי BER.
6. השפעות של רעשי פאזה וקיטוב על רגישות המקלטים ועל ביצועי מערכות תקשורת אופטית קוהרנטית.
7. בחינת מימוש מקלטים לתקשורת אופטית קוהרנטית.

ספרי לימוד:

1. Agraval, G. P., "Fiber-optic Communication Systems", Wiley, Sec. Ed., 1997.
2. Bajiv Ramaswami, Kumar N. Sivarjan, "Optical Networks", Academic Press, 1998.
3. Shiro Ryu, "Coherent light wave communication systems", Artech house, 1995.
4. Einarsson., Goran, "Principle of light wave communication", Wiley, 1995.

51085 - מעבדה לתקשורת אופטית Optical Communication Lab.

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
דרישות קדם: 51081 מבוא לתקשורת אופטית

מטרות הקורס:

ללמד את הסטודנט שיטות בסיסיות במדידות אופטיות של אופייני הרכיבים ובמערכות תקשורת אופטית. ניתוח ספקטרלי של אותות ומדידות רעש.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא למדידות במערכת אופטיות עם תווך סיבי.
2. מדידות הספק אופטי: דיודת PIN, היענות ספקטרלית, יציבות תרמית, תלות בקיטוב, תאימות עם סיבים שונים.
3. ניתוח ספקטרלי של אותות אופטיים, סוגים שונים של מנתחי ספקטרום אופטי (Spectrum analyzers), פעולה ותכונות של מנתחים אופטיים המבוססים על סריגי עקיפה. מדידות ספקטרליות של אות מאופנן.
4. ניתוח ספקטרום אופטי ברזולוציה גבוה: רוחב הקו ו-chirp, מדידת הרחבה ספקטרלית של לייזר, מדידות אפנון הפאזה. מדידות קיטוב. ניתוח אפנון ספרתי מדידת BER, יצירת דיאגרמות עין מדידות נפיעה: כרומטית, קיטוב מדידות רעש: מקורות רעש שונים, SNR, NF.

ספר לימוד:

Derickson, D., "Fiber Optics Test and Measurement" Prentice-Hall, 1998.

51087 - תכן וניתוח רשתות תקשורת

Design and Analysis of Computer Networks

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 51105 רשתות מחשבים

כללי:

קורס זה דן בנושאים מתקדמים ברשתות תקשורת חכמות. מטרת הקורס הנה לימוד שיטות לחקר ואופטימיזציה של פרוטוקולים ברשת תקשורת מודרנית. ניתן דגש לטכנולוגיות מהירות כמו Asynchronous Transfer Mode.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. ניסוח בעיות של ניתוח אופטימיזציה של רשתות תקשורת.
2. מושגים תיאורטיים ביצירת מודלים מתמטיים של פרוטוקולי תקשורת.
3. שימוש במודולי מרקוב לניתוח רשתות תקשורת.
4. מודלים הסתברותיים של פרוטוקולים של שכבות OSI.
5. אלגוריתמי ניתוב ב- Power Line LANS. ניסוח ופתרון בעיות של אופטימיזציה של מחסניות פרוטוקולים OSI ו-ATM.
6. Reference Models. יצירת מודל של רשת ATM אלחוטית (Wireless ATM).
7. יצירת מודל ואופטימיזציה של תהליך סימון תאים בטכנולוגיה ATM.

ספר לימוד:

1. Schwartz, M., "Telecommunication Networks: Protocols, Modeling and Analysis", Addison Wesley, 1987.

ספרי עיון:

1. Black, "Computer Networks – Protocols, Standards and Interfaces", Prentice-Hall International, 1987.
2. Ginsburg, D., "ATM. Solutions for enterprise internetworking", Addison Wesley, 1996

51088 - מודלים בתכנון מערכות תקשורת Modules in Communication Systems Designing

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50024 הנדסת תקשורת א', 50011 מעגלים אלקטרוניים אנלוגיים

מטרות הקורס:

קורס זה דן בשיקולים בסיסיים לתכנון, מימוש וניתוח מעגלים ורכיבים אקטיביים ופסיביים המשמשים במערכות תקשורת: מגברים, מסננים, גלאים, מערבלים וכד'.

מטרת הקורס היא להקנות לסטודנטים כלים מתקדמים ושיטות חדשניות לפיתוח מערכות תקשורת. יושם דגש על ניתוח הרעש ברכיבים הנ"ל.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. סקירת מערכות תקשורת בסיסיות. מודולים במקלטים במערכות AM ו-FM.
2. מחוללי תדר, מתנדים.
3. חוג נעול מופע, מעגלי VCO.
4. פיתוח מגברים במקלט ובמשדר כולל LNA ומגברי הספק.
5. פיתוח מערבלים במקלט ובמשדר.
6. ניתוח ופיתוח מסננים.
7. פיתוח מעגלי AGC, מגבלים.
8. מעגלים ספרתיים במערכות תקשורת אנלוגיות.
9. מעבדי אות ספרתיים.
10. מערכות שליטה.

ספרי לימוד:

1. Haykin, S.S., "Communication Systems" 2nd Ed., Wiley, 1983.
2. Schwartz, M., "Transmission Modulation and Noise", McGraw- Hill, 1990.
3. Edited by William Gosting., "Radio Receivers", Peter Peregrines Ltd., 1986.
4. Tomasi, W., "Electronic Communications systems" Prentice Hall, 1988.

ספרי עיון:

1. Sedra, S., K. E. Smith., "Microelectronics Circuits", Oxford Univ. Press, 1998.
2. Taub, H., D.L. Schilling, "Principles of Communication Systems" McGraw-Hill, 1986.
3. Hardy, J.K., "Electronic Communication Technology", Prentice- Hall International Edition, 1986.
4. Rohge, U., Bucher, T., "Communications Receivers" McGraw- Hill, 1988.

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה](#)

51090 - תקשורת ספרתית מתקדם Advanced Digital Communication

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4 ש'
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 51031 הנדסת תקשורת ב'

מטרת הקורס:

קורס התמחות הדין בנושאים מתקדמים בתקשורת מודרנית כגון OFDM מערכות UWB, שוויינים מסתגלים, קידוד מקור ועוד.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. שיטות קידוד של מקורות מידע.
2. עקרונות תורת האינפורמציה, קיבולת ערוץ, קידוד ערוץ.
3. שיטות אפנון לא ליניאריות CPFSK/CPM.
4. עקרונות שחזור גל נושא ושיחזור שעון.
5. שוויינים ליניאריים.
6. שוויינים אדפטיביים.
7. מערכות OFDM.
8. מערכות UWB.
9. שיטות קידוד ואלגוריתם ויטרבי.

ספרי לימוד:

1. [Richard D.J. van Nee Ramjee Prasad Richard Van Nee](#) - OFDM for Wireless Multimedia Communications (Artech House, 2000)
2. Proakis, J. G., Digital Communications 4th Ed., McGraw-Hill, 2000.

ספרי עיון:

1. G. D. Durgin, Space-Time Wireless Channels (Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2003).

51091 טכניקות בתקשורת נתונים Techniques in Data Communications

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4 ש'
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50024 הנדסת תקשורת א'

מטרת הקורס:

בקורס זה הסטודנטים נחשפים לטכניקות שונות לאבטחת ולביטחון המידע ברשתות תקשורת נתונים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא ל-PCM ושיטות קידוד ערוץ
2. אסטרטגיות גילוי ותיקון שגיאות
3. מערכות ARQ ומערכות FEC, H-ARQ
4. קודים לתיקון שגיאה, קוד ציקלי, קודי קונבולוציה.
5. מבוא לתורת הצפנה, שיטות RSA
6. שיטות קידוד מקור, קוד הופמן, קוד אריתמטי, קוד למפל-זיו.
7. קודים לתיקון שגיאה ברמת רשת (Digital Fountain)
8. קודים לא אחידים כולל שיטת Punctured.

ספרי לימוד:

1. John G. Proakis- Digital Communications 4th Ed. Mc Graw-Hill 2001

ספרי עיון:

1. A. Bruce Carlson, Paul B. Crilly, Janet C. Rutledge – Communication Systems 4th Ed, McGraw – Hill 2002
2. James F. Kurose- Computer Networking 3rd Ed- Pearson Ed 2005
3. Sklar. B- Digital communication, Prentice-Hall- 1988

51094 - מערכות תקשורת ניידות ותאיות Mobile and Cellular Communication Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 51031 הנדסת תקשורת ב'

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמדו הסטודנטים את התיאוריה והפיתוחים הטכנולוגיים של תחום התקשורת הניידת. יילמדו גם מגמות התפתחות צפויות, במיוחד בנושא תקשורת ניידת רחבת סרט.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא למערכות תקשורת ניידות ותאיות.
2. עקרונות בהתפשטות גלים, עבור מערכות תקשורת ניידות, דגמי הערוץ.
3. שימוש חוזר בתדרים, שיטות אפיון מיוחדות וריבוב אפיקים במערכות תקשורת ניידות.
4. מערכות מיקרו תאיות, תכנון תחנות בסיס, פרמטרי תכנון היחידות הניידות, השפעות קרינה של תחנות בסיס ומכשירים נישאים.
5. מערכות תאיות ספרתיות מתקדמות, מערכות איתור, מיתוג ואיתות, מערכות נתונים, דילוגי תדר, מערכות תקשורת אישיות.
6. שיטות OFDMA ב-WLAN.
7. ניווט ואיתור רכב, מערכות ניידות של כוחות הביטחון, מערכות תקשורת ניידות גלובליות ופיתוחים צפויים, במיוחד בתחומי מערכות אלחוט מולטימדיה ניידות.

ספרי לימוד:

1. Lee, W.C.Y., "Mobile Communications Design Fundamentals", 2nd Ed., Wiley, 1993.
2. Prasad, R. "Universal Wireless Personal Communications, Artech House, 1998.
3. Rappaport, Wireless Communications Principle & Practice 2nd Ed
4. A. Mehrotra' Cellular Radio Performance Emgineer5ing, Artech House, 1994.
5. R. steele, Mobile Radio Communications, Pentech Press, 1992.
6. Okunev, Y., Phase and Phase Difference Modulation in Digital Communications, Artech House, 1997.
7. IEEE and IEE Transactions and Magazine papers on Mobile, Cellular communications and Vehicular Technology.

מערכות תוכנה להנדסת תקשורת

System Programming for Communication Engineering

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 60001 תכנות שפת C

מטרות:

הקורס מקנה ידע בסיסי בתפקוד מערכת ההפעלה, כמו כן הסטודנטים ידרשו לבצע תרגילי תכנות המתרגלים את הנושאים התיאורטיים הנלמדים.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. מבוא למערכת ההפעלה: הערכת ביצועים, פסיקות, מצב CPU.
2. תהליכים, סנכרון בין תהליכים במערכות multitasking, שימוש במנגנוני סנכרון - סמאפורים.
3. Thread-ים, טיפול בבעיות deadlock. ניהול גישה משותפת לאובייקטים.
4. ניהול זיכרון פיסי ווירטואלי, thrashing
5. ניהול דיסק ומערכות קבצים, תמיכת מערכת ההפעלה בתקשורת ותכנות באמצעות sockets.
6. במהלך הקורס יינתנו תרגילי תכנות שיתרגלו את החומר הנלמד, בתרגיל האחרון יבנו הסטודנטים אפליקציית שרת-לקוח.

ספרי לימוד:

1. Silberschatz, A., P. Galvin, "Operating Systems Concepts", 5th Ed., Addison Wesley, 1998.
2. William Stallings, Operating Systems: Internals and Design Principles 5th ed, 2005.
3. W. Richard Stevens, Advanced Programming in the UNIX Environment, 2nd ed, 2005.

51100 - סימולציה של מערכות תקשורת Simulation of Communication Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 51031 הנדסת תקשורת ב', 50060 עיבוד אותות ספרתי

מטרות הקורס:

הסטודנט ילמד לבצע סימולציות למערכות תקשורת, תוך שימוש בכלים התיאורטיים שרכש במהלך הקורסים: אותות ומערכות, תקשורת תקבילית, תקשורת ספרתית ועיבוד אותות.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. ייצוג של אותות ומערכות בסימולציה: אותות, מערכות, מערכות ליניאריות וקבועות בזמן, אותות ומערכות דיסקרטיות, ייצוג במישור התדר.
2. תאור מסגנים, מערכות משתנות בזמן, מערכות לא ליניאריות.
3. סימולציה של משתנים אקראיים ותהליכים אקראיים: מספרים אקראיים וסדרות.
4. יצירת מספרים אקראיים, יצירת מ"א גאומי, מעבר של אותות אקראיים דרך מערכות ליניאריות ומערכות לא ליניאריות.
5. יצירת תהליכים אקראיים.
6. מודלים למערכות תקשורת: מקורות מידע, אפנון BaseBand, גילוי, סינון, סימולציה לערוצים שונים, קידוד ערוץ, סנכרון.
7. שיטות אפנון וגילוי אופייניות כגון: QAM, QPSK, MPSK, PSK, ASK, MFSK ועוד.
8. הערכת ביצועים של תוצאות סימולציה.

ספרי לימוד:

1. Jeruchim, M.C., P. Balaban, K.S. Shanmugan, "Simulation of Communication Systems", Kluwer/Plenum, 2 Ed, 2000.
2. Proakis, J. G., Salehi M, "Contemporary Communication Systems using Matlab" Brooks/Cole 2000.

ספרי עיון:

1. Gitlin, R.D., J.F. Hayes, S.B. Weinstein, "Data Communications Principles", Plenum, 1992.

51101 מעבדה לחישובים נומריים בסביבת Matlab Lab. for Numerical Computations using Matlab environment

אופן הוראה מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: תכנות C - 60001

מטרות הקורס:

הכרת תוכנת Matlab, הכרת יישומים נומריים והנדסיים, שימוש ב-Matlab לאפליקציות בסיסיות בתחום תקשורת, עיבוד אותות.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. הסבר ממשק, מטריצות, מניפולציות מטריציות, מטריצות טיפוסיות ב-Matlab.
2. קבצי M-files, ניפוי שגיאות, תנאים ולולאות, ממשק משתמש.
3. אותות ומערכות: הצגת אותות בתחום הזמן, בתחום התדר, משפט הדגימה, התמרת פורייה.
4. אינטגרציה נומרית: פיתוח טור פורייה בעזרת אינטגרציה נומרית.
5. שיטות נומריות: שימוש ב-ODE: אוילר, Rung-kutta.
6. יצור משתנים אקראיים בעזרת CDF, יצור משתנה אקראי גאوسی, סימולציית מונטה-קרלו.
7. חישוב קורלציה של תהליך אקראי, מעבר תהליך אקראי דרך מערכת LTI, שערך PSD.
8. מבוא ל-Simulink.

ספרי לימוד:

1. Matlab Documentation.
2. Matlab Quick Reference Guide
3. Simulink Quick Reference Guide

ספרי עיון:

1. John G. Proakis, Masoud Salehi, Contemporary Communication Systems Using Matlab, Brooks Cole., 1st Ed., 1999.
2. Brian R. Hunt, Ronald L., Lipsman & Jonathan M. Rosenberg, A Guide to Matlab: Beginners and Experienced Users, Cambridge University Press, 2001.
3. Edward B. Magrab, Shapour Azarm, Balakumar Balachandran, Lames Duncan, Keith Herold & Gregory Walsh, An Engineer's Guide to Matlab, Prentice Hall, 2000.

51105 - רשתות מחשבים א' Computer Networks

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 60001 תכנות שפת C

מטרות הקורס:

תקשורת מחשבים הינו תחום המתפתח בקצב אדיר בשנים האחרונות ונוגע כמעט בכל תחום של חיינו, בין אם מדברים בטלפון הסלולרי, גולשים באינטרנט, שולחים דואר אלקטרוני או צופים בטלוויזיה בכבלים. רוב חברות התוכנה והחומרה הקיימות כיום עוסקות כיום בתחומים הנגזרים מתקשורת. בקורס נלמד מהן אבני הבניין הבסיסיות של תקשורת מחשבים ומהו הרקע התיאורטי העומד מאחוריהן. נסקור את מודל TCP/IP ונבחן את אלגוריתמי הניתוב השונים. נסקור פרוטוקולים שונים בשכבות האפליקציה ו-Ethernet בנוסף ניגע בנושאים מתקדמים כגון תקשורת מולטימדיה ו-security באינטרנט.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. איך עובד האינטרנט – סקירה כללית, מודל OSI, מודל TCP/IP, פרוטוקולים בשכבות האפליקציה: HTTP DNS, ו-Cookies, פרוטוקולי דואר אלקטרוני SMTP, IMAP, POP3
2. שכבות התעבורה, UDP, תעבורת נתונים אמינה, selective repeat, ו-go back-N. TCP: התקשורת, מבנה חבילה, אומדן RTT, בקרת זרימה, בקרת צפיפות רשת, הוגנות, מידול עיכובים ברשת, ATM, ABR.
3. שכבת הרשת – אפשרויות ניתוב, מבנה נתב, IP: מבנה חבילה, ICMP, IPv4, IPv6. אלגוריתמים של ניתוב: LS, DV. ניתוב היררכי, OSPF, RIP, BGP.
4. שכבת הערוץ – שירותים, פרוטוקולי גישה מרובה (Protocols Multiple access), חלוקת משאבי הערוץ, גישה רנדומאלית, "גישה בתורות". מיעון בשכבות הערוץ, כתובות MAC, ARP, Ethernet: מבנה חבילה, CSMA/CD HUB ו-Switches.

ספרי לימוד:

1. Kurose J., Ross K., Computer Networking. A Top Down Approach Featuring the Internet, 3rd Ed., Prentice-hall, 2003.
2. Tanenbaum, A .S., "Computer Networks" 3rd Ed., Prentice- Hall, 2003.

51111 - תיכון חומרה בעזרת VHDL

Hardware Design using VHDL

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 60001 תכנות C

מטרת הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט עקרונות תיכון החומרה בעזרת שפות עיליות. מטרת הקורס היא להקנות לסטודנטים הבנת המתודולוגיות ותהליך התכנון, וידע תיאורטי ומעשי לתכנון חומרה בעזרת VHDL.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. רכיבי CPLD ורכיבי FPGA.
2. מבוא לשפות עיליות לתיאור חומרה. מאפיינים ומושגים בסיסיים.
3. מבנה בסיסי של תכנית ב-VHDL.
4. שיטות תכנון: תכנון מלמעלה למטה ותכנון מלמטה למעלה.
5. ארגון התכנון. ארכיטקטורה התנהגותית וארכיטקטורה מבנית. אותות. משתנים.
6. תהליך התכנון. פקודות. ספריות, תתי תכניות, חבילות.
7. תכנון מעגלים סינכרוניים ותכנון מעגלים אסינכרוניים.
8. תכנון מכונת מצבים.
9. עקרונות תכנון לסימולציה ותכנון לסינתזה.
10. עקרונות תכנון CPLD ותכנון FPGA.
11. טיפול בקבצים (קבצי בדיקה, קבצי I/O).
12. TEST BENCHES.
13. עקרונות AHDL והשוואה עם VHDL.

ספרי לימוד:

1. Skahill, K. VHDL for Programmable Logic. Reading, Mass. : Addison-Wesley Pub. Co., 1996.
2. Perry, D. VHDL, 3rd ed. New York : McGraw-Hill, 1998
3. Chang, K.C. Digital Design and Modeling with VHDL and Synthesis. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, Calif. USA, 1999.
4. Perry, D. VHDL Programming by Examples. New-York: McGraw-Hill, 2002.

ספרי עיון:

1. אלקטרוניקה ספרתית, האוניברסיטה הפתוחה, בית ספר לטכנולוגיה, 75260, 2003, יחידה 8.
2. אייל הברבר, שפת תיאור חומרה, שורש, 2004.

51120 - מבוא לעיבוד אותות דיבור

Introduction to Voice Signal Processing

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 50060 עבוד אותות ספרתי

מטרות הקורס:

הקורס עוסק באספקטים שונים של עיבוד אותות הקשורים בעיבוד אות דיבור, כגון: סכמות קוונטיזציה ומודולים פרמטריים שונים, בעיקר לצורכי דחיסה.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מבוא, אפליקציות של עבוד אות דיבור וסיווג של מערכות, סקירת מערכות לעבוד אות דיבור בעבר ובהווה.
2. מבנה פיזיולוגי ואקוסטי של איברי הדיבור והשמיעה.
3. תורת ההיגוי והדקדוק, התורה האקוסטית של היווצרות הדיבור, התדר היסודי והפורמנטות.
4. מודלים אקוסטיים של אות הדיבור: מודל הצינורות, מודל מקור-מסנן.
5. התכונות הסטטיסטיות של אות הדיבור.
6. שיטות לניתוח אות הדיבור, תרשים עבוד כללי, מיצוי מאפיינים, מאפייני AMDF, קורלציה, חציית אפסים, אנרגיה, תדרי יסוד.
7. ניתוח בעזרת סדרות זמניות, מקדמי החיזוי הליניארי, שיטות לשערוך מקדמי החיזוי הליניארי.
8. ניתוח קפסטרלי, הקשר בין המאפיינים השונים.
9. כימות ווקטורי
10. מדדי מרחק.
11. מבוא לזיהוי תבניות.

ספרי לימוד:

1. Deller, J., J. Proakis, "Discrete Time Processing of Speech Signals", Prentice-Hall, 1995.
2. Rabiner, L.R., R.W. Schafer, "Digital Processing of Speech Signals", Prentice-Hall, 1978.

ספרי עיון:

3. Oppenheim, A.V., R.W. Schafer, "Discrete Time Signal Processing", 2nd Ed., Prentice-Hall, 1999.
4. Oppenheim, A.V., R.W. Schafer, "Digital Signal Processing", Prentice-Hall, 1991.
5. Rabiner, L.R., B. Gold, "Theory and Application of Digital Signal Processing", Prentice-Hall, 1975.
6. Frank Fallside, William A. Woods, "Computer Speech Processing" Prentice/Hall, 1985
7. Raymond Steel, "Mobile radio Communications", Pentech Press, 1992.
8. Zwicker. E "Psychoacoustics, Facts and Models", Springer, Verlag, 1990.

51122- מערכות שמע

Audio Systems

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 51031 הנדסת תקשורת ב'

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר מעגלים של מערכות שמע. מטרת הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולי ניתוח ותכנון מעגלים של מערכות שמע.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מערכת השמיעה האנושית.
2. נתונים פיסיולוגיים ונתונים ניסיוניים, כמות המידע באות, עקרונות של תורת המוסיקה.
3. מערכת: מקור שמע-ערוץ-אוזן- מוח-הבנה-דמות-זיכרון.
4. קידוד לא ליניארי.
5. עקרונות העברה של מידע שמע ברדיו.
6. בסיס מתמטי לדחיסה, **Wavelet Transform**, **QMF**, **DCT**.
7. עיבוד שמע בתקנים **MPEG-2**, **MP3**, **Dolby**, **AAC**.
8. **Room Acoustic**.
9. מערכות **DAB** ו-**DBM**.

ספרי לימוד:

1. Pohlmann, K.C., "Principles of Digital Audio", 4th Ed., McGraw- Hill, 2000.
2. Zwicker, E., H. Fastl, "Psychoacoustics, Facts and Models", 2nd Ed., Springer, 1999.
3. ETSI Standard DAB – ETS 300 401.
4. M. Bosi, R. E. Golberg, Introduction to Digital Audio Coding and Standard, Kluwer Acad. Publ., 2003.
5. M. Bank, Redundancy Versus Video and Audio Homan. Perception, International Journal of Communications Issue 1, Volume 2, 2008, (1-16).
6. M. Bank, U. Mahlab, Hearing system model and sounds quality estimation, WSEAS Transactions on Acoustics an Music, 1(1), 2004 (34-44)

[הפקולטה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ידעון תשע"ה](#)

51276 - מבוא לתקשורת רחבת סרט Introduction to broadband communication

אופן הוראה: שיעור ותרגיל
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3.5
דרישות קדם: 51031 הנדסת תקשורת ב'

כללי:

בקורס זה ירחיב הסטודנט את הידע הבסיסי שרכש בתקשורת ספרתית ובסיסית לטכניקות תקשורת מודרניות ובהם מיושמת הרחבת סרט של האותות. נכיר תאוריה ושימושים של שיטות הרחבת סרט וננתח ביצועים של מערכות תקשורת בהן מיושמת הרחבת סרט.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. חזרה על שיטות אפנון ספרתיות, OFDM M-QAM M-PSK, M-FSK.
2. יעילות. ספקטרלית מול יעילות הספק.
3. תיאוריה ומימוש של סדרות פסאודו-רעש (PN) סדרות בעלות אורך מקסימאלי.
4. עקרונות של מערכות תקשורת רחבות סרט (Spread Spectrum).
 - א. דילוגי תדר Frequency Hopping
 - ב. דילוג זמן Time Hopping
 - ג. הרחבת ספקטרום עם סידרת PN (Direct Sequence)
5. מערכות רחבות סרט היברידיות – יצירת אותות רחבי סרט, גילוי אותות רחבי סרט.
6. עקרונות קודים לתיקון שגיאות והשלכתם על ביצועי מערכות תקשורת רחבות סרט.
7. עקרונות CDMA בתקשורת ניידת תאית. שימושים למערכות חלל וניווט.
8. מבוא למערכות Ultra-Wideband (UWB).

ספרי לימוד:

1. Lee S. J., Miller L.' CDMA Systems Engineering Hand book' Artechouse Publisher, 1998.
2. Proakis, J.G“ „Digital Communications”, 3rd Ed., McGraw-Hill, 1996.
3. Zepernick H. J., Finger A., Pseudo Random Signal Processing, John Wiley & Sons, 2005.
4. Peterson R. L., Ziemer R. E., Borth D. E., Introduction Spectrum Communications, Prentice Hill' 1995.

51277 - רשתות מחשבים ב' Computer networks B

אופן הוראה: ש"ות

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3.5

דרישות קדם: 51105 רשתות מחשבים, 51098 מערכות תוכנה להנדסת תקשורת

מטרות הקורס:

בקורס זה נעמיק את הידע הבסיסי שרכשנו בקורס רשתות מחשבים, בכל שכבה בנפרד. נעמיק בפרוטוקולים להעברת מולטימדיה ברשתות. בנוסף, נלמד שני עקרונות חשובים בתקשורת – איכות שרות ואבטחה

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מודל 5 השכבות של האינטרנט – סט הפרוטוקולים של TCP/IP
2. שכבת האפליקציה - P2P, שרת WEB, תיכנות סוקט
3. שכבת הטרנספורט – בקרת עומסים ב TCP
4. שכבת הנתוורק - פיתוח נתב, פרוטוקולי ניתוב RIP OSPF, BGP, IGMP, פרוטוקול בקרה ICMP
5. שכבת הלינק
6. מולטימדיה באינטרנט.
7. איכות שירות.
8. אבטחת רשתות מחשבים, Firewalls , Intrusion detection
9. ניהול רשתות

ספרי לימוד:

1. Kurose J., Ross K., Computer Networking. A Top Down Approach Featuring the Internet, 5th Ed, Addison Wesley, 2009.
2. Hallberg B., Networking: A Beginner's Guide, Fifth Edition, McGraw-Hill, 2010.
3. Forouzan B., Data Communication and Networking, 4th Ed, McGraw-Hill, 2006

51278 מעבדה לתקשורת אנלוגית Analog Communications Lab.

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50024 הנדסת תקשורת א'

מטרות:

מעבדה זו הנה מעבדת יסוד לכל יתר המעבדות בתחום הנדסת תקשורת. במעבדה יכיר הסטודנט ברמת מכלולים, ציוד מדידה מודרני (נתח תדר, משקף תנודות, מחולל אותות, רב מודד) וברמת רכיב מעגלי תקשורת אנלוגית בסיסית. מעבדה זו תקנה לסטודנט הבנה בסיסית בשיקולי ניתוח ותכנון מערכות תקשורת אנלוגית.

הנושאים שיילמדו במעבדה:

שימוש בצב"ד אוסילוסקופ, ונתח תדר. בדיקת אותות דטרמיניסטיים ואקראיים ומערכות ליניאריות. 3 ניתוח מקורות רעש ותהליכים אקראיים. הכרת הערבול (מיקסר) כמכפל לא-ליניארי ושימושיו במשדרים ומקלטים. עקרונות אפן תנופה (AM) עם או בלי גל נושא, רפשוני SSB, VSB. גילוי סינכרוני ואי-סינכרוני לאפנונים ליניאריים. אפנון FM. מדידת פרמטרי יסוד של מקלט AM, FM. מאזן הספקים בערוץ תקשורת. מכמת-quantizer. חוג נעול מופע. חוג נעול מופע המשך.

ספרי לימוד:

1. Witte, R.A., "Electronic Test instruments; Theory and applications", Prentice-Hall, 1993.
2. Schwartz, M., "Information Transmission modulation and noise", 4th. Ed, McGraw-Hill, 1990.
3. Rohde, U.L., J.C. Whitaker "Communications Receivers; Principles and Design" 2nd. Ed., McGraw-Hill, 1997.
4. L. W. Couch, "Digital and Analog Communication systems" 6th Ed., Prentice Hall, 2000.

H. Nguyen, E. Shwedyk, "A first course in Digital Communications", Cambridge University, 2009.

51279 מעבדה לאנטנות

Antenna Lab.

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 1.5
דרישות קדם: 50036 אנטנות וקרינה

מטרות:

בקורס זה יכיר הסטודנט את הציוד הבסיסי הנחוץ למדידת אנטנות וקרינה, וילמד לבצע את מדידת הפרמטרים העיקריים של האנטנות.

הנושאים שיילמדו במעבדה:

1. הכרה ושימוש בנתח רשת למדידת פרמטרי אנטנות.
2. עקומי קרינה.
3. כיווניות ושבח.
4. קיטובי האנטנות, אימפדנס כניסה ותיאום עכבות.
5. הכרת אנטנות בסיסיות: דיפול ומונופול, שופר, רפלקטור, אנטנת יאגי, אנטנות מיקרוסטריפ,
6. שימוש וביצוע מדידות במד קרינה.
7. סימולציה של אנטנות מודפסות בתוכנת הסימולציה CST.
8. בנייה של אנטנות מודפסות ואנטנות מונופול.

ספר לימוד:

1. Antenna Laboratory Manual ,”Holon Academic Inst. Of Technology, 1998.

ספר עיון:

1. Balanis, C. A“ „Antenna Theory, Analysis and Design, 3rd. Ed., Wiley, 2005.
2. W. Stutzman, g> Thiele, Antenna Theory and Design, 2nd Ed. , Wiley, 1998.

תוכן הקורסים (סילבוסים) בתכנית לתואר שני בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה

הסילבוסים מסודרים בסדר עולה של מספרי הקורסים

55003 - מתמטיקה מתקדמת Advanced Mathematics

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

מטרת הקורס להקנות לסטודנט ידע בניתוח של פונקציות במשתנים מרוכבים, טורי פורייה מוכללים ושימושיהם.

הנושאים שיילמדו בקורס:

מרחבים מטריים: הגדרה מושגים בסיסיים, קבוצות פתוחות וסגורות במרחב מטרי, התכנסות ורציפות במרחב מטרי.
פונקציות של משתנה מרוכב: נקודות סינגולאריות, חתכי-הסתעפות, אינטגרליים במישור המרוכב. מיפוי קונפורמי.
ניתוח פונקציות המוגדרות ע"י אינטגרליים (דוגמאות: פונקציות גמה וזתה, פונקציות אליפטיות). פונקציות המוגדרות ע"י משוואות דיפרנציאליות במישור המרוכב (דוגמאות: פונקציות בסל ולג'נדר).
טורי פורייה מוכללים. ייצוגים אינטגרליים. התמרות אינטגרליות, התמרות הפוכות. שימושים בפתרון משוואות דיפרנציאליות רגילות וחלקיות.

ספרי לימוד:

1. W. Rudin, Principles of Mathematical Analysis, Mc-Graw –Hill Co., NY
2. S.D. Fisher, "Complex Variables", Wadsworth & Books/Cole, Mathematics series. 2nd ed., Dover, 1999.
3. J. W. Brown and R. V. Churchill, "Complex Variables and Applications", 6th ed. McGraw-Hill, 1996.
4. Ablowitz, M.J., Focas, A.S. "Complex Variables: Introduction and Application", Cambridge University Press, 1997.
5. Needham, T., "Visual Complex Analysis". Clarendon Pub., 2000.
6. Arfkan, B.G., Weber, H.-J., "Mathematical Methods for Physicists", Harcourt/Academic Press, 5th ed., 2000.
7. ס. זעפרני, א. פינקוס, טורי פורייה והתמרות אינטגרליות. הוצאת הפקולטה למתמטיקה, טכניון 1997.

55004 - ניתוח מטריציאלי ותהליכים אקראיים במערכות הספק Matrix Analysis and Accidental Processes in Power Systems

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

כללי:

בקורס זה יכיר הסטודנט שיטות מתקדמות בניתוח מערכות הספק, כגון: שימוש במטריצות ובתורת הגרפים. כמו-כן ירכוש הסטודנט ידע בשיטות האופטימיזציה בתהליכים אקראיים במערכות הספק ושימוש בחוקי הסטטיסטיקה וההסתברות. לניתוח מערכות.

נושאים שילמדו:

1. אלגברה של מטריצות.
2. משוואות בסיסיות של רשתות בצורה מטריציאלית.
3. תורת הגרפים ויישומה לניתוח רשתות.
4. טרנספורמציה ליניארית בניתוח ופתרון רשתות.
5. שיטות האיטרציה בפתרון רשתות.
6. שיטות האופטימיזציה בניתוח מערכות.
7. תהליכים אקראיים במערכות הספק.
8. שימוש בשיטות הסטטיסטיות וההסתברות בניתוח מערכות.

פניות:

1. S. Lipshutz, Linear Algebra, McGraw Hill, 1991
2. Sheldon M. Ross, Introduction to Probability and Statistics for Engineering and Scientists, ELSEVIER, 2004
3. A. Shenkman, Topological methods of circuit analysis, HAIT.2006

55010 - שיטות חישוביות באלקטרומגנטיות

Computational Methods in Electromagnetics

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

הסטודנט ילמד לפתור משוואות מקסוול ע"י שיטה אנליטית או נומרית המתאימה לבעיה ולאחר מכן לבחון את הפתרון המתקבל.

נושאים שילמדו בקורס:

שיטות אנליטיות לפתרון בעיות אלקטרומגנטיות, שיטת הפרדת משתנים, שיטת טורים. שיטות נומריות: שיטות הפרשים סופיים. אלגוריתמים מפורשים ובלתי-מפורשים. יציבות, התכנסות, וקונסיסטנטיות. שיטת הקולוקציה. שיטת הטעות המינימאלית. מוסגים של שיטת המומנטים, שיטות אלמנטים סופיים. בחירת שיטת החישוב המתאימה לפתרון הבעיה. מימוש הפתרון ע"י תכנות Maple ו-Matlab על דוגמאות חישוב של התקנים אלקטרומגנטיים.

ספרי לימוד:

1. Sadiku, M., "Numerical Techniques in Electromagnetics", CRC Press, Boca Raton, 2001.
2. Collin, R.E., "Field Theory of Guided Waves", 2nd Ed. IEEE Press, 1991.
3. Umashankar, K., Taflov, A., "Computational Electromagnetics", Artech House, 1993.
4. Kraus, J. D., Electromagnetics, Mc-Graw-Hill, New York, 1988 and later editions.
5. A. Beltzer, Engineering Analysis, Academic Press, London, 1995.

55011 - בקרה אוטומטית מתקדמת

ADVANCED AUTOMATIC CONTROL THEORY

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרות:

בקורס זה ילמד הסטודנט נושאים מתקדמים בתורת הבקרה הכוללים תכנון הבקרה של מערכות מינימום פאזה ומערכות לא יציבות באמצעות בקרי PID, עקרונות שיטת QFT, בקרה של מערכות הכוללות אלמנטים לא ליניאריים ונושאים בבקרה ספרתית.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. עקרונות התכנון במישור התדר - חזרה.
2. מערכות עם אי ודאויות, עקרונות כללים של שיטת QFT.
3. תכנון בקרי PID בשיטת זיגלר-ניקולס עבור מערכות מינימום פאזה.
4. תכנון בקרי PID של מערכות מושהות בזמן ומערכות שאינן בפאזה מינימאלית.
5. מבוא למערכות לא-ליניאריות ולדינמיקה לא ליניארית.
6. שיטת הפונקציה המתארת, מעגלי גבול.
7. מסלולים במישור הפאזה, שיטת האיזוקלינות.
8. מערכות בקרה ספרתיות – שיטות אנליזה (RL, NYQUIST).
9. שיטות התמרה מהמישור הרציף למישור הבדיד.
10. תכנון של מערכות בקרה ספרתיות.

ספרי לימוד:

1. "בקרה ב" – ספר לימוד מאת ד"ר מרסל סידי בהוצאת מכון טכנולוגי חולון 2008.

ספרי עיון:

1. Davis H., Introduction to nonlinear differential equations, Dover 1962
2. Saucedo R and Schiring E., Introduction to continuous and digital control systems, MacMillan 1968
3. Gelb & Vander Velde, Multiple-Input Describing Function, McGraw-Hill, 1968
4. Sidi M., Design of Robust Control Systems-from Classical to Modern Practical Approaches, Krieger Publishing Company, 2001

55013 - מיתוג רך וממירים עם קבלי מיתוג Soft-Switching and Switched Capacitor Converters

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

הנושאים שיילמדו בקורס:

הסטודנט ילמד את הממירים שפותחו בשנים האחרונות – ממירים עם נצילות מאוד גבוהה וגודל פיסי מאוד קטן.
תורת העברה מבוקרת של אנרגיה דרך מעגל של קבלי-מיתוג, ממירים ואינברטרים מסוג קבל-מיתוג עובר עליית והורדת מתח, נוסחת הנצילות, תנודות במתח מוצא, ערך הקבל הממותג ותדר המיתוג. מיתוג רך: עם תדר מיתוג משתנה, מיתוג בלי הפסדים לזרם אפס (Zero-current switching) או למתח אפס (zero-voltage switching), מיתוג רך עבור כל מתח כניסה וכל עומס.
zero voltage transition, zero current transition.
ממירים מיתוג רך עם תדר מיתוג קבוע ומפסקים משניים. טופולוגיות של ממירים עם מיתוג רך עבור כל הטרנזיסטורים ודיודות. ממירי מתח חלופי - מתח ישר עם מתח זרם כניסה באותה פאזה (single switch-single pfc = power factor correction), עם שתי רמות ועם רמה אחת (stage), אינברטרים עם מיתוג רך.

ספרי לימוד:

1. IEEE Transactions on Power Electronics 1994-2002

55014 - עיבוד אותות ספרתי מתקדם Advanced DSP

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

הנושאים שיילמדו בקורס:

עיבוד אותות רב קצביים, מערכות דסימציה ואינטרפולציה, מסנני polyphase.
מערכות רב-שלביות ובנק מסננים. מערך מסנני QMF.
שגיאות במסננים עקב אורך מילה סופי – Fixed point, Floating point
ניתוח אותות אקראיים, שיערוך פרמטרים של ספקטרום ההספק. מסננים אדפטיביים,
Short term Fourier transform, התמרות Wavelet. שימוש באנליזת Wavelet לצורך:
de-noising, דחיסה, pattern recognition, edge detection.
מערכות איסוף נתונים, ארכיטקטורות DSP.

ספרי לימוד:

1. Proakis J., Ch .Rader , F.Ling, Ch.Nikias, "Advanced Digital Signal Processing". Mc.Millan Publ., 1992.
2. Boaz Porat, A course in Digital signal Processing, John Wiley&Sons, INC, 1997
3. Vaseghi V., "Advanced Processing and Digital Noise Reduction", Wiley, 1996.
4. Editor V.K.Madiseti, D.B.Williams, "The Digital Signal Processing Handbook", CRC &l IEEE Press, 1997.
5. R. Rao and A. Bopadikar, Wavelet Transforms, Introduction to Theory and Applications, Addison-Wisley, 1998.

55015 - התפשטות גלים מתקדם Advanced Wave Propagation

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרות הקורס: להקנות לסטודנט הבנה מעמיקה ומספר שיטות פרקטיות הדרושים לניתוח ותכנון מובילי גלים והתקנים פוטוניים שונים. בנוסף לפרקים קלסיים הקורס יכסה גם את עקרונות התפשטות גלים בגבישים פוטוניים דו- ותלת-ממדיים, המהווים מהפכה אמיתית בפיתוח מערכות אופטואלקטרוניות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. משוואות מקסוול ומשוואות הגלים (במישור התדר). תנאי שפה, תנאי קרינה, ויחידות פתרון. עקרון אינוואריאנטיות הסקלה. גלים מישוריים.
2. שיטות מטריציאליות לניתוח התפשטות גלים בתווך שכבתי, מטריצות תמסורת (M) ומעבר (T).
3. התפשטות גלים בתווך מחזורי חד-ממדי. משפט Floquet והרמוניות מרחביות. משוואת הנפיצה ודיאגרמת Brillouin. מהירות הפאזה ומהירות החבורה.
4. התפשטות גלים בגבישים אלקטרומגנטיים/פוטוניים דו- ותלת-ממדיים: סריג מרחבי והופכי, משפט Bloch. הקשר לפיזור Bragg ודיאגרמת Ewald.
5. הפרדת משתנים ואופני התפשטות (מודים) בגלבים חלולים, גלבו לוחות. גלבים פתוחים וגלים משטחיים, שכבה דיאלקטרית אחידה. פלזמונים משטחיים. מודים נודדים ריאקטיביים.
6. התפשטות גלים במערכות מפולגות צמודות. מודים קומפלקסיים. CMT ושימושיה בניתוח גלבים והתקנים פוטוניים.
7. ניתוח התפשטות גלים בגלבים רב-שכבתיים. הכללה למבנים גליליים, סיבי Bragg וקואקס דיאלקטרי.
8. טכניקת הווריאציות. בניית פונקציונלים סטאציונריים ומציאת ערכים עצמיים באמצעות שיטת Rayleigh-Ritz.
9. קירוב אופטיקה גיאומטרית. משוואות האייקונל והעוצמה. קרניים בתווך שכבתי. נקודת חזרה וקאוסטיק. שיטת WKB. שכבה ליניארית ופונקציות Airy.
10. קירוב פרקסיאלי ומשוואה פרבולית. שיטת צעדים מפוצלים (split-step). שימוש באופטיקה אינטגרלית.
11. התפשטות גלים בסיבים הבנויים על גבישים פוטוניים: שיטות ניתוח ודיאגרמות הנפיצה.
12. דפקטים נקודתיים וקוויים בגבישים פוטוניים. התפשטות מנותבת במערכות מהודים צמודים. תהודות Fano. שימוש בפוטוניקה, התקני מיקרוגל ואנטנות.

ספרי לימוד:

1. A. Yariv and P. Yeh, Photonics: Optical Electronics in Modern Communications, 6th. ed. (Oxford University Press, New York, 2006).
2. J.-M. Lourtioz et al., Photonic Crystals: Towards Nanoscale Photonic Devices (Springer, New York, 2005).
3. A. Ishimaru, Electromagnetic Wave Propagation, Radiation, and Scattering (Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1991).

55016 - עיבוד תמונות מתקדם Advanced Image Processing

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

נושאים

1. **רקע כללי ומבוא:**
 - א. סקירה על נושאי הקורס.
2. ריענון בנושאים שונים הקשורים לעיבוד תמונה, הדמיה, ושדות אקראיים (random fields)
3. **פרקים בראיית מכונה:**
 - א. מושגי יסוד במורפולוגיה מתמטית ועיבוד תמונות בינאריות.
 - ב. גישות יוריסטיות (heuristic) וגישות מבוססות מודלים של ראייה אנושית.
 - ג. גישות מבוססות תורת האינפורמציה (information theoretic approaches) ותורת זיהוי תבניות סטטיסטית.
4. **מבוא לרדיולוגיה רפואית:**
 - א. עקרונות ההדמיה הרפואית.
 - ב. הדמיה בקרני רנטגן – חישוב איכות הדמות ואופטימיזציה.
 - ג. טומוגרפיה ממוחשבת, התמרת ראדון (Radon transform), ושיטות לחישוב מעשי של התמרת ראדון ההפוכה.
 - ד. גישות לרפואה גרעינית (nuclear medicine) – הדמיה בקרני גאמה – הדמיה בעזרת מצלמות נקב, מצלמות גאמה סורקות (קולימאטור חורים) ו-Coded aperture imaging.

ספרי לימוד:

1. William K. Pratt, Digital Image Processing: PIKS Inside, 3rd Edition (John Wiley and Sons, 2001).
2. Anil K. Jain, Fundamentals of Digital Image Processing (Prentice Hall, NJ, 1989).
3. Harrison H. Barrett and William Swindell, Radiological Imaging (Academic Press, 1997).
4. Richard O. Duda and Peter E. Hart, Pattern Classification and Scene Analysis (John Wiley and Sons, 1973) or later edition.

בנוסף, חלק מהחומר יילקח מפרקים נבחרים בספרים הבאים:

5. Jean Serra, Image Analysis and Mathematical Morphology (Academic Press, 1984).
 6. A. Rosenfeld and A. C. Kak, Digital Picture Processing, Second Edition, Volumes 1 and 2 (Academic Press, New York, 1982).
 7. T. S. Huang, Editor, Two-Dimensional Digital Signal Processing II (Springer Verlag, New York, 1981).
 8. David Marr, Vision (Freeman and Company, 1982).
- יתכן וילמד חומר גם ממאמרים – הודעה על כך תינתן למשתתפים בראש הזמן, והעתקי המאמרים יהיו בספרייה או באתר הקורס באינטרנט.

55017 - אופטיקה קוונטית Quantum Optics

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3
דרישת קדם: 55031 תורת הקוונטים

כללי :

מטרת הקורס ללמד את הסטודנט תופעות בסיסיות באופטיקה קוונטית ואינטראקציה בין אטום ובין קרינה אלקטרומגנטית.

הנושאים שילמדו בקורס:

תאור קלסי למחצה של אינטראקציה בין אטום ובין שדה. תנודות Rabi. וקטורי Dirac: bra, ket וקטורים. קוונטיזציה של שדה אלקטרומגנטי, אופרטורי יצירה (creation) והשמדה (Annihilation), הצגת וקטור פוטנציאל באמצעות תדרים חיוביים ושיליים ואופנים מרחביים, אופרטור מספר החלקיקים, הצגות שונות: Shroedinger, Heisenberg ואינטראקציה. אפיון מצבי שדה במרחב פזה, משוואת התנועה עבור אופרטור בהצגת Heisenberg, סטטיסטיקת פוטונים, הגדרה ותכונות של מטריצת הצפיפות, מתנד הרמוני בהצגה קוונטית. תאור קלסי למחצה של לייזר. תאור קוונטי של אינטראקציה בין אטום ובין שדה. מצבים קוהרנטיים ו-squeezed, מערכות דיסיפטיויות.

ספרי לימוד:

1. P. Meystre, M. Sergeant III. Elements of Quantum Optics. Springer, Berlin, 1999.
2. C. Gerry, P. Knight, Introductory Quantum Optics, Cambridge University Press, New York, 2005.

ספרי עיון:

3. M. Orszag, . Quantum Optics. Bucher. 2000.

55022 - התקנים משולבים לתקשורת אופטית Integrated Devices for Optical Communications

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

כללי:

השכבה הפיסית של המערכות ברשתות תקשורת אופטיות כוללת רכיבים אלקטרואופטיים רבים. לכן יש חשיבות רבה להציג לסטודנטים רכיבים משולבים מתקדמים בתקשורת אופטית לעסוק בביצועי רכיבים והשפעתם על מערכות ורשתות תקשורת אופטיות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

תאור כללי של לייזר מוליכים למחצה (מל"מ), סקירה של משוואת גלים, מבנה הפסים ותכונות אופטיות של מל"מ, עירור, פליטה עצמית ומאולצת של אור במל"מ, צמתים מעורבים, מהוד אופטי, לייזר מל"מ מסוג DFB, DBR ו-VCSEL, לייזרים מתכווננים (tunable lasers), אפנון ישיר של לייזר, מנחי גל, אופנים במנחה גל, מנחי גל דו-ממדיים, מגבר אופטי מבוסס מל"מ SOA, בור קוונטי (quantum wells) ונקודות קוונטיות, (quantum dots), מעגלים והתקנים פוטונים משולבים ושימושים עיקריים במערכות תקשורת.

ספרי לימוד:

1. A. Yariv and P. Yeh, "Photonics, Optical Electronics in Modern Communications", Sixth edition, Oxford University Press, 2006
2. Ghafouri-Shiraz, H., "Distributed Feedback Laser Diodes", Wiley, 1996
3. Ghafouri-Shiraz, H., "Laser Diode Amplifiers", Wiley, 1995
4. Murphy, E.J. (Editor), "Integrated Optical Circuits and Components: Design and Applications", Marcel and Dekker, 1999.
5. Nishihara, H., M. Haruna and T. Suhara, "Optical Integrated Circuits", McGraw-Hill, 1989.

55023 - נושאים נבחרים בהתפשטות גלים Selected Topics in Wave Propagation

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3
דרישת קדם: 55003 מתמטיקה מתקדמת

מטרות הקורס:

להקנות לסטודנט הבנה מעמיקה ומספר שיטות פרקטיות הדרושים לניתוח ערוצי תקשורת אלחוטית.

הנושאים שילמדו בקורס:

חזרה על משוואות מקסוול ומשוואות הגלים. מנגנוני יסוד בהתפשטות גלי רדיו: החזרה, שבירה, עקיפה, ופיזור. התפשטות בחלל חופשי. תווכים לא אחידים. קירובי האופטיקה הגיאומטרית. משוואה פארבולית. שיטות נומריות. מבנה האטמוספירה. התפשטות גלי רדיו בטרופוספירה ויוניספירה. השפעת הקרקע. מודלי large scale. חיזוי הפסדי נתיב במודל עם קו ראייה (LOS). הפסדי נתיב במערכות ללא קו ראייה (NLOS). מודלים מעשיים להתפשטות בשטח פתוח (outdoor) באזורים כפריים ועירוניים. מודלים מסוג ray tracing. תכנון ערוץ למערכת תאית בהתבסס על חיזוי הפסדי נתיב, קביעת אחוז כיסוי שטח. מודלים להתפשטות בתוך הבניינים (indoor), חדירה של גלים לתוך בניינים. עקרונות התפשטות גלים בתווך אקראי, פונקציות הקוהרנטיות, ומשוואת העברת הקרינה (RTE). מודלי small scale, תופעות multipath ואפקט דופלר. התפשטות בפס רחב. פרמטרים עיקריים של ערוצים עם דעיכות והחזרות: רוחב פס קוהרנטי-delay spread, זמן קוהרנטי-Doppler spread. מודלים אנליטיים בערוצי MIMO: מודל Kronecker ומודל עלומה עצמית (eigenbeam). התפשטות גלי ELF, VLF, LF, HF, מיקרוגלים, גלים מילימטריים וגלים אופטיים. התפשטות גלים במערכות מכ"מ וחישה מרחוק. מבוא לבעיות הפוכות.

ספרי לימוד:

1. Propagation of Radio waves, edited by L. W. Barclay, 2nd. ed. (IEE, 2002).
2. J. D. Parsons, The Mobile Radio Propagation Channel, 2nd. ed. (Wiley, New York, 2000).
3. H. L. Bertoni, Radio Propagation for Modern Wireless Systems (Prentice Hall, 1999).

55024 תורת המידע Information Theory

אופן הוראה : שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

תורת המידע עונה על שתי שאלות מרכזיות בתורת התקשורת: עד כמה ניתן לדחוס מידע? (תשובה: האנטרופיה H של המקור), ומהו קצב העברת המידע המקסימאלי בערוץ התקשורת? (תשובה: קיבול ערוץ C). התורה ישימה לשטחי מדע נוספים כמו מדעי המחשב, פיזיקה (תורת המידע הקוונטית), כלכלה (הימורים, תשואה בתיק מניות), מתמטיקה (אי שוויונים) סטטיסטיקה והסתברות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

מבוא מושגי יסוד, מקורות וערוצים: אפיון מודלים מקובלים למקורות אינפורמציה, ערוצי תקשורת וקריטריוני עיוות; קידוד מקורות ללא עיוות ודחיסת מידע כולל קידוד בלוקים, אנטרופיה ותכונותיה, קידוד מאורך קבוע למשתנה: צופני UD, צופן הופמן, אי שיווין Kraft, קידוד אריתמטי, צפינה מאורך משתנה לאורך קבוע. אלגוריתם למפל-זיו. קידוד מקורות עם עיוות: פונקציית קצב-עיוות ותכונותיה, חישוב פונקציית קצב-עיוות, קוונטיזציה, פונקציית קצב-עיוות למקור גאوسی, משפט הפוך למשפט הצפינה. מעבר מידע בערוץ רועש: קיבול ערוץ, חישוב קיבול ערוץ במקרים פשוטים, משפט הצפינה לערוצים, ומשפט הפוך למשפט הצפינה, ערוץ עם משולב. קידוד משולב מקור-ערוץ: משפט עיבוד הנתונים, משפט ההפרדה מקור-ערוץ. מבוא לתורת הצפינה.

ספר לימוד:

Thomas M. Cover and Joy A. Thomas, *Elements of Information Theory*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2006.

ספרי עיון:

1. David J. C. MacKay, *Information Theory, Inference, and Learning Algorithms*, Cambridge University Press, 2003 and www.inference.phy.cam.ac.uk/mackay/itila/book.html. (Free online)
2. Robert G. Gallager, *Information Theory and Reliable Communication*, John Wiley & Sons, Inc., 1968.
3. Richard E. Blahut, *Principles and Practice of Information Theory*, Addison-Wesley, 1987.

55025 - מערכות תקשורת רדיו Radio communication systems

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

קורס זה מיועד להקנות לסטודנטים ידע והבנה באפיון וניתוח ערוצי תקשורת אל-חוטית המושפעים מתופעות של ריבוי נתיבים ואפקט דופלר. הקורס מהווה מבוא מקיף של תיאוריה ושיטות אנליטיות הדרושות לתכנון מערכות רדיו.

נושאים

1. הקדמה, סקירה על מערכות תקשורת אלחוטיות.
2. התפשטות גלי רדיו, הפסדי דרך במרחב החופשי, מודל 2 קרניים, מודלי ערוץ אמפיריים (אוקומורה, הטה). עקיפה ושבירה של גלי רדיו. הסתרה. הסתברות של ניתוק קשר עקב הסתרה.
3. ערוץ דעיכה. מודלים סטטיסטיים לערוץ עם ריבוי נתיבי תקשורת. תגובת הים של ערוץ משתנה בזמן. ערוץ דעיכה צרטר סרט ורחבת סרט. רוחב סרט קוהרנטי, תופעת דופלר והשפעתה על ספקטרום האות. זמן קוהרנטיות של הערוץ.
4. קיבולת של ערוץ דעיכה. הגדרות- קיבולת ארגודית (שנון) וקיבולת עם אפשרות ניתוק הערוץ. אבחנה בין ערוצי דעיכה שטוחה ודעיכה תלוית תדר. השפעת ידיעת מצב הערוץ (CSI) במקלט ומשדר על קיבולת הערוץ.
5. ביצועי שיטות אפנון ספרתיות בערוץ דעיכה. מדדים להערכת ביצועי הערוץ בתנאים שונים. חישוב הסתברות שגיאה והסתברות ניתוק הקשר בערוץ דעיכה.
6. מערכות תקשורת המבססות על שוני (diversity) מרחבי ושוני ספקטראלי. אלגוריתמים לשידור וקליטה במערכות מבוססות שוני. השוואה עם ערוץ AWGN.

ספרי לימוד

1. A. Goldsmith, "Wireless Communications" Cambridge University Press 2 (2005).
2. T.S. Rappaport, "[Wireless Communications](#)", Wiley, 2002.
3. 3. Lee, W.C.Y., "[Mobile Communications Design Fundamentals](#)", 2nd Ed., Wiley, (1993)

55028 - מערכות הספק מתקדמות Power Systems Advanced

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

הקורס מיועד לתת לסטודנטים ידע כללי ומעמיק יותר על נושאים שונים במערכות הספק ואנרגיה. הקורס נותן ראייה רחבה יותר על משמעות של מערכות המבצעות עיבוד של אנרגיה והספק הגדרתן ומציאת פונקציות בקרה להשגת עיבוד אנרגיה מבוקש. הקורס הינו קורס כללי בפן התיאורטי.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. חוקי תבנין מורחבים.
2. הגדרות של מקור מתח, זרם ומקור הספק.
3. מקורות אנרגיה קשים ורכים
4. אופיינים של מקורות שונים.
5. רשתות צימוד מבוססות שנאי משתנה בזמן.
6. רשתות צימוד מבוססות ג'יראטורים.
7. רשתות צימוד מבוססות נגדים חסרי הפסדים.
8. ממירים קיבוליים כרשתות זוגיים חסרות הפסדים.
9. הרמוניות במערכות הספק
10. המרות DC/AC נטולת הרמוניות.
11. יישומי תיאוריה לסינתזת של מערכות פוטוולטאיות ומערכות הספק שונות.
12. תיאוריות העברת הספק
13. נושאים כלליים העיבוד הספק.

ספרי לימוד:

1. R.W. Erickson and D. Maksimovic, Fundamentals of Power Electronics (Second Edition), 2006.

2. מאמרים נבחרים ע"י המרצה

55031 - תורת הקוונטים לאלקטרוניקה

Quantum Theory for Electronics

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

תכני הקורס

(א) בסיס עיוני של תורת הקוונטים (18 שעות)

1. סקירה של מכאניקה קוונטית. פונקציות הגל ומשמעות הפיסיקלית שלה. התיאור של מדידים (observables). משוואת שרדינגר (Schroedinger). משוואת שרדינגר בלתי תלויה בזמן. רמות האנרגיה העמידות של המערכת (stationary states). אופרטורים. פונקציות עצמיות וערכים עצמיים. סימונים של דיראק (Dirac). הצגה של מטריצות.
2. חלקיק בבור פוטנציאל אינסופי. חלקיק בבור פוטנציאל בעומק סופי.
3. פיזור במכאניקה קוונטית. מנהור דרך מחסום פוטנציאל מלבני.
4. מתנד הרמוני. רמות האנרגיה ופונקציות הגל. אופרטורים של יצירה והריסה.
5. תורת הפרעות. מתנד לא-הרמוני. הפרעות במקרה של ניוון. משוואה סקולרית (secular equation). הפרעות תלויות בזמן. כלל הזהב של פרמי (Fermi Golden Rule).

(ב) מבוא לפיסיקה של מצב מוצק (20 שעות)

1. מבנה של גבישים. סימטריה טראנסלטרית (translational). פונקציות מחזוריות שריג הפוך. פסי ברילואן (Brillouin). משפט בלוך (Bloch). צפיפות המצבים האלקטרוניים.
2. אלקטרונים במתכות. מודל של פסים. אלקטרונים כמעט חופשיים. המסה האפקטיבית. משטח פרמי. פס הערכיות ופס ההולכה. קירוב של הקשר החזק (tight-binding approximation).
3. סטטיסטיקה של פרמי-דיראק (Fermi-Dirac). החום הסגולי של האלקטרונים.
4. תנודות הרמוניות של השריג. פונונים אקוסטיים (acoustic) ואופטיים (optical). מודלים של אינשטיין ושל דאביי (Debye). החום הסגולי של המוצקים בטמפרטורות נמוכות. פיזור של אלקטרונים על פונונים. התנגדות.

(ג) מעברים קרינתיים במערכות קוונטיות (4 שעות)

1. קרינה ספונטאנית. קרינה מאולצת. מקדמים של אינשטיין. צפיפות הקרינה (חוק פלאנק).
2. הסתברות של מעברים קרינתיים בין הרמות. קירוב דו-קוטב (dipole approximation).

ספרות מומלצת:

1. D.J. Griffiths, "Introduction to Quantum Mechanics", 2-nd ed. Prentice-Hall/Pearson, 2005.
2. S. Gasiorovich, "Quantum Physics", 3-rd ed. J. Wiley, 2003.

3. R. Eisberg and R. Resnick, "Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids Nuclei and Particles", 2-nd ed. J. Wiley, 1985. Chapters 4 - 10.
4. Y. Peleg, R. Pnini and E. Zaarur, "Shaum's Outline of Theory and Problems of Quantum Mechanics", McGraw-Hill, 1998.
5. S. Fluegge, "Practical Quantum Mechanics", Vol. 1. Springer Verlag, 1971.
6. C. Kittel, "Introduction to Solid State Physics". 8-th ed. J. Wiley, 2004.
7. J.M. Ziman, "Principles of the Theory of Solids". 2-nd ed Camb. Univ. Press. 1979.
8. N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, "Solid State Physics". Brooks Cole Publ. Co. 1976.

9. "פרקים בפיסיקה מודרנית", יח' 1-11. הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 198

55032 נושאים נבחרים באופטיקה Selected Topics in Optics

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

כללי:

קורס זה בא להוסיף חומר מרכזי באופטיקה שאינו נכלל בתוכנית תואר ראשון (גם במסגרת מסלול אלקטרו-אופטיקה) במרבית האוניברסיטאות והמכללות בארץ, ושהכרות אתו חיונית להבנת התקנים וטכנולוגיות אופטיות מרכזיות רבות.

נושאי הקורס

1. תורת הדיפרקציה הסקאלרית ואופטיקת פוריה (ריענון).
2. קוהרנטיות וקיטוב
 - א. סוגי קוהרנטיות ומדידתם
 - ב. התנהגות אור קוהרנטי, והתנהגות אור לא-קוהרנטי
 - ג. קוהרנטיות חלקית – משפט Van-Cittert-Zernike
 - ד. קיטוב חלקי
3. אופטיקה סטטיסטית
 - א. Laser speckle
 - ב. טורבולנציה אטמוספרית והתקדמות אור באטמוספירה.
 - ג. Astronomical speckle
4. Near Field Optics
 - א. גלים דועכים באופטיקה
 - ב. שיטות למיקוד אור מעבר לגבול הדיפרקציה הקלאסית
 - ג. Plasmons באופטיקה

ספרות:

1. M. Born and E. Wolf, *Principles of Optics*, 6th Edition (Pergamon, Oxford, 1980).
2. J. W. Goodman, *Introduction to Fourier Optics*, 2nd edition (McGraw-Hill Science/Engineering/Mathematics Series, 1996).
3. J. W. Goodman, *Statistical Optics* (Wiley-Interscience – John Wiley and Sons, New York, 1985).
4. Suganda Jutamulia, Editor, *Selected Papers on Near-Field Optics* (SPIE, Bellingham WA USA, 2002).
5. מאמרים והפניות נוספים ע"פ בחירת המרצה.

55034 תקשורת אופטית מודרנית Modern Fiber Optics Communication

אופן הוראה: שו"ת
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

מטרת הקורס להקנות לסטודנט יכולת תכנון וניתוח מערכות תקשורת אופטית מודרנית, הבנת עקרון פועלה, מבנה ושימושים בה התקנים מתקדמים כגון: לייזרים עם בורות קוונטיים ונקודות קוונטיות, מגברים אופטיים, מוליכי גל אופטיים, התקנים פוטוניים מבוססים על סיליקון. לחשוף את הסטודנט למגבלות המערכות הנ"ל ודרכים להתגברותן.

הנושאים שילמדו בקורס:

מבנה של מערכת תקשורת אופטית, סיבים אופטיים: הפסידים וניחות בסיב אופטי, נפיצה, השפעת הנפיצה לערוץ אופטי. תופעות לא ליניאריות, פרמטרים של ערוץ תקשורת אופטי. קיבול הערוץ, רוחב סרט, נצילות ספקטראלית, קצב שגיאה, יחס אות לרעש אופטי, התערבות של אותות, אות אופטי. אפנון של אות אופטי. שיטות מתקדמות של אפנון. משדר. דיודת-לייזר. לייזרים מבוססים על בורות קוונטיים ונקודות קוונטיות. לייזר עם מהוד מאונך. לייזר עם משוב מפולג (DFB). אפנון ישר של קרינת לייזר. אפנון חיצוני קרינת לייזר. טכנולוגית רדיו על סיב אופטי. המגברים האופטיים מבוססים על מ"מ, Raman, EDFA, מקלט. גלאים. גילוי קוהרנטי. מוליך גל אופטי "סיליקון על מבודד". התקנים פוטוניים מבוססים על סיליקון –מבודד. תקנים פוטוניים משולבים.

ספרי לימוד:

1. Yariv, A., "Photonics, optical electronics in modern communications", Oxford University Press, 2007.
2. G. Agrawal. Fiber-Optic Communication Systems. Wiley. New York. 2010.
3. Graham T. Reed (Ed.), "Silicon photonics: the state of the art", Wiley, Chichester, England, 2008.
4. Okamoto, K., "Fundamentals of optical waveguides", Academic Press, New York, 2000.
5. L. Kazovsky, S. Benedetto, A. Willner. Optical Fiber Communications. Artech House, London, 1996.

55102 - מאפנני אור מרחביים Spatial Light Modulators

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

בקורס זה יילמדו טכניקות של אפנון אור וטכנולוגיות של מאפנני אור מרחביים (Spatial Light Modulators) הקיימים כיום. הקורס יכסה את השימושים העיקריים של מאפנני אור מרחביים, הכוללים: צגים, מקרני אור, עיבוד נתונים אופטי, מערכות לתקשורת אופטית.

הנושאים הנלמדים:

עוצמה, פאזה וקיטוב של אור. מטריצת Jones. התפשטות אור בחומרים אנאיזוטרופיים. שבירה כפולה. שיטות אפנון של אור. אפנון אלקטרו-אופטי, מגנטו-אופטי, אקוסטו-אופטי, מכאנו-אופטי ו-Electro-Absorption. אפנון אור מרחבי. סוגים שונים של גבישים נוזליים. אפנון קיטוב, פאזה ועוצמה של אור בתא גביש נוזלי. מבנה, אופן הפעולה וביצועים של מאפנני אור מרחביים מבוססי-גביש נוזלי. מסכי גביש נוזלי ומקרני אור. מבנה, אופן הפעולה וביצועים של מאפנני אור מרחביים מבוססי-מיקרו-מראות. עיבוד נתונים אופטי עם מאפנני אור מרחביים. מאפנני אור מרחביים להטיית אלומת אור ולמיתוג אותות אופטיים.

ספרי לימוד:

1. Spatial light modulator technology: materials, devices, and applications / edited by Uzi Efron. New York: Marcel Dekker, 1995.
2. Optical applications of liquid crystals / edited by L. Vicari. Bristol: Institute of Physics Pub., 2003.
3. Deng-Ke Yang and Shin-Tson Wu, "Fundamentals of liquid crystal devices". Chichester: Wiley, 2006.
4. Collings P. J., "Liquid crystals: nature's delicate phase of matter". Princeton, N.J.: Princeton Architectural Press, 2002.
5. Boer W., "Active matrix liquid crystal displays". Amsterdam: Elsevier/Newnes, 2005.
Yeh P. and Gu C., "Optics of liquid crystal displays". New York: Wiley, 1999.

55103 - נושאים נבחרים בסיבים אופטיים Selected Topics in Fiber-Optics

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

מטרת הקורס היא להקנות ידע תיאורטי ויישומי בהתפשטות גלים בסיבים אופטיים בהתחשבות בתופעות דיספרסיה ואי-ליניאריות; במגוון סיבים; יישומם עיקריים; בסיסי ייצורם, בדיקות ומדידות אפיונם.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. היסטוריה של סיבים אופטיים
2. התפשטות גלים בסיבים: התפשטות גלים בסיבים, סוגי סיבים, דיספרסיה בסיבים אופטיים, תופעות אי-ליניאריות בסיבים.
3. סיבים מיוחדים ויישומם: סיבים עם מאפייני דיספרסיה שונים, סיבים שומרי קיטוב, סיבים עם ליבה של מקדם שבירה גבוה, סיבים עם שטח אופן קטן/גדול, סיבים אקטיביים, סיבים חלולים.
4. מגברים ולייזרים מבוססי סיבים: יסודות, מבנה, מאפיינים.
5. רכיבים פסיביים וחיבורים: מחברים, ריתוך, רכיבים פסיביים מבוססי סיבים.
6. סריגי ברג: יסודות, מאפיינים, ייצור, יישומים
7. ייצור סיבים: חומרים, תהליכי ייצור
8. כבלים אופטיים: מבנה כבלים, יסודות תכנון, תהליכי ייצור
9. בדיקות ומדידות: בדיקות ומדידות פרמטרים ומאפיינים של סיבים וכבלים, תיקנים ומפרטים
10. חיישנים מבוססי סיבים אופטיים: היקרנות לבניית חיישנים, חיישנים על אפנון אמפליטודת, פאזות וקיטוב אור בסיב

ספרי לימוד:

1. Agrawal, G.P., "Fiber-optic Communication Systems", A Wiley-Interscience publication, Third Edition, 2002.
2. Keiser G., "Optical Fiber Communications", McGraw-Hill, Third Edition, 2000.
3. Becker P.C., Olsson N.A., Simpson J.R., "Erbium-Doped Fiber Amplifiers", Academic Press, 1999.
4. Othonos, A., Kalli, K., "Fiber Bragg Gratings", Artech House, 1999.
5. Derickson D., "Fiber optic test and measurement", Prentice Hall PTR, 1998.
6. Culshaw B., Dankin J., "Optical Fiber Sensors. Vol. 1- 4, Artech House, 1988- 1997.

ספרי עיון

7. Kaminow, I.P., Koch T.L. Editors, "Optical Fiber Telecommunications", Academic Press, 1997.
8. Saleh, B.E.A., Teich, M.C., "Fundamentals of Photonics", Wiley, 1991.
9. Agrawal, G.P., "Nonlinear Fiber Optics", Academic Press, Third Edition, 2001.

55104 - מעבדה מתקדמת באלקטרו-אופטיקה Advanced Electro-Optics Laboratory

אופן הוראה: מעבדה

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3

מטרות הקורס

קורס זה נועד להקנות לסטודנטים לתואר שני באלקטרו-אופטיקה ועבודת תמונה הכרות מעמיקה (ולרבים מהם, ראשונה) עם טכניקת העבודה המעשית, והתיאוריה מאחוריה, במעבדה אופטית מודרנית, המשלבת מדידות אופטיות מורכבות עם אנליזה ועיבוד תמונה ממוחשבים. הוא מהווה את הגשר בין החומר הנלמד בקורסים תיאורטיים במסלול ובין היישום המעשי שלהם במחקר ובתעשייה.

הניסויים

1. בטיחות בעבודה מעשית עם לייזרים.
2. הכרות עם המעבדה – טכניקות בכיוון מערכות אופטיות.
3. אפיון גלאי דמות וכיולם.
4. מדידת עצמים תלת ממדיים באמצעות אור לא-קוהרנטי.
5. מדידת מדויקת של משטחים תלת-ממדיים באמצעות אינטרפרומטריה.
6. **Speckle** קוהרנטי ושימושו למדידות.
7. אפיון מעבדתי של עדשות ומערכות אופטיות ומדידת הביצועים והפרמטרים שלהם.
8. ניסויים באופטיקת פורייה וסינון מרחבי.

הערות

יתכנו תוספות והרחבות לרשימת הניסויים המופיעה כאן.

ספרות

1. Daniel Malacara (editor): Optical Shop Testing (Wiley-Interscience, 1992).
2. Joseph W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, 2nd edition (McGraw-Hill Science/Engineering/Math. Series, 1996).
3. Harrison H. Barrett, Kyle Myers, Foundations of Image Science (John Wiley & Sons, 2003).
4. חוברת הקורס, העתקי מאמרים מדעיים שונים, וחוברות הסבר לצידוד המעבדה שימסרו ע"י המרצה לסטודנטים לפי הצורך.

55105 - רשתות עצביות מתקדמות Advanced Neural Networks

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי

סטודנט ילמד שיטות מתקדמות של למידה של רשתות עצביות ושימושים שלהן בעיבוד אותות ומיון.

נושאים שילמדו בקורס:

מבוא: מקורות של רשתות עצביות מלכותיות (ANN) כחלק של בינה מלכותית. שיטות למידה, לימוד בו-זמני ולימוד סדרתי. לימוד רשתות רב-שכבתיות. לימוד ייצוגיות. יכולת הכללה של רשת עצבית. לימוד מונחה ובלתי-מונחה. הפרדה ליניארית, לימוד והגבלות של Perceptron. שימוש של Perceptron. Adaline. זיהוי תבניות על ידי רשתות עצביות. רשתות מסתגלות. רשתות רב-שכבתיות ושיטה של התפשטות אחורית. קירוב של פונקציות על ידי רשתות רב-שכבתיות. לימוד שיוכי ושימושיו. רשת Hopfield ושימושיו. רשת Elman ושימושיו. רשתות של ארגון עצמי. רשת Kohonen ושימושיו. שימושים של רשתות עצביות לעיבוד נתונים וזיהוי תבניות.

ספרות:

1. Hagan, M. T. et al. "Neural Networks Design", PWS, Thomson, Boston, 1999 and later editions.
2. Mehrotra, K, et. al. "Elements of Artificial Neural Networks", MIT Press, Cambridge MA 1997 and later editions.

55106 - מיקרו-אופטיקה ואופטיקה דיפרקטיבית Micro-Optics and Diffractive Optics

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי

קורס זה מהווה מבוא למערכות ורכיבים אופטיים מתקדמים לא-קונבנציונליים. הדגש יהיה על התיאור והיישום של מיקרו-אופטיקה ושל אופטיקה דיפרקטיבית, גישות לתכנון מערכות אלו, וסקירה של שיטות הייצור הנפוצות (יחסית) שלהם, וכמובן על יישומים מעשיים.

נושאי הקורס

1. מבוא לעקרונות אופטיקת פוריה.
2. העיקרון ההולוגרפי.
3. עקרונות תכנון העדשות הקלאסי.
4. רכיבים אופטיים דיפרקטיביים ורכיבים אופטיים הולוגרפיים.
5. אופטיקה בינארית.
6. יעילות דיפרקציה ברכיבים דיפרקטיביים וברכיבים הולוגרפיים.
7. שיטות חישוב לרכיבים דיפרקטיביים, הולוגרפיים והיורידים.
8. שיטות ייצור של רכיבים דיפרקטיביים וברכיבים הולוגרפיים.
9. מערכי עדשות ותכונותיהם.
10. שיטות ייצור של מערכי עדשות.
11. יישומים של מערכי עדשות.

ספרים:

1. D. C. O'Shea, T. J. Suleski, A. D. Kathman and D. W. Prather, Diffractive Optics: Design, Fabrication and Test, SPIE Vol. TT62 (SPIE, Bellingham WA, 2004).
2. H. P. Herzig, Micro-Optics: Elements, Systems and Applications (Taylor and Francis, London, 1997).
3. J. W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, 2nd edition (McGraw-Hill Science/Engineering/Mathematics Series, 1996).

ספרי עזר:

4. T. W. Stone and B. J. Thompson, editors, Selected Topics on Holographic and Diffractive Lenses and Mirrors, SPIE vol. MS 34 (SPIE, Bellingham WA, 1991).
5. Papers and articles as provided by the lecturer.

55202 - רכיבים ומעגלים מגנטיים Magnetic Components and Circuits

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרת הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט תכונות בסיסיות של חומרים פרומגנטיים, שיטות חישוב של מעגלים והתקנים אלקטרומגנטיים. מטרתו של הקורס היא להקנות לסטודנט ידע בתכנון ויישום של מעגלים מגנטיים.

תוכן הקורס בראשי פרקים:

1. תכונות חומרים מגנטיים: פרמאביליות, רוויה, מגנטיות שיוויון, כוח קוהרסיבי.
2. הפסדי היסטריזיס ומערבולת, הפסדים סגולים, הפסדי גרור.
3. חישוב מעגלים מגנטיים: מעגלים ליניאריים ובלתי ליניאריים.
4. העשויים מעגלים מגנטיים ממספר חומרים.
5. המעגל המגנטי בעירור זרם ישר ובעירור זרם חילופין.
6. חישוב של אנרגיה מגנטית, חישוב של הפיזור וההפסדים.
7. חישובי כוחות אלקטרומגנטיים, פרו רזוננס.
8. כללי תכנון להתקנים אלקטרומגנטיים.
9. עקרונות התכנון, תכנון אופטימאלי בשיקולים כלכליים.

ספרות מקצועית:

1. Bozorth, R.M., "Ferromagnetism", IEEE, 1993.
2. Halliday D., Resnick R., Krane K., "Fundamentals of Physics, Part 2, 7th Ed.
3. Fitzgerald, A. E., "Electric Machinery", McGraw Hill, 1990.

ספרי עיון:

4. Burke, Harry E., "Handbook of Magnetic Phenomena", Van Nostrand Reinhold Co., 1986.
5. Smit, J., "Magnetic Properties of Materials", McGraw Hill.

55203 - מערכות בקרה של הינע חשמלי Control Systems of Electric Drives

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרות:

בקורס זה ילמד הסטודנט תכונות בסיסיות של מערכות בקרה של הינע חשמלי. מטרת הקורס היא להקנות לסטודנט הבנה בסיסית של ניתוח ותכנון של מתקני הינע חשמלי אוטומטי.

הנושאים שילמדו בקורס:

מערכות הינע חשמלי עם מנוע DC בחוג פתוח ובחוג סגור, ממירים מבוקרים אלקטרוניים למנוע DC, ממיר "CHOPPER" עם מנוע DC במערכות בקרה שונות, מנוע אסינכרוני המוזן ממיר תדר ומערכות בקרה המתאימות, PWM-אינברטור במערכות בקרה של מנוע אסינכרוני, מערכות בקרה של הינע חשמלי סינכרוני, ממירים ממותגים שונים למנועים קטנים ומערכות בקרה מסוימות, מערכות הינע חשמלי במתקנים של רובוטים.

ספרי לימוד:

1. A. El-Sharkawi. Fundamentals of Electric Drives. Brooks/Cole, 2000.
2. G. P. Dubey. Fundamentals of Electrical Drives. Alpha Science Int. Ltd. 2001.

ספרי עיון:

1. I. Boldea, S. Nasar. Electric Drives. Mc. Graw-Hill, 1998.
2. V. Subrahmanyam. Electric Drives. Mc. Graw-Hill, 1996.

55204 - התקני מערכות הספק Power System Devices

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרות:

בקורס זה יכיר הסטודנט תכונות בסיסיות של התקני מערכות הספק למיניהם. מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט ידע מעמיק במבנה ועיקרון פעולה של התקנים אלה ולחשוף את הסטודנט בפני בעיות התפקוד של ההתקנים בתנאים נורמליים וקיצוניים: בעיות החימום והקירור, בעיות היציבות האלקטרו-דינאמית ועוד.

הנושאים שילמדו בקורס:

סקירה על מסדרי מתח גבוה ומתח עליון: מפסיקי זרם ומנתקים, פסי צבירה שנאי מדידה ועד. סוגים של בידוד בהתקני חשמל: מוצק (חרסינה, זכוכית, פולימרים וכו'), נוזלי (שמן וכו'), וגזי (אוויר, SF₆ וכו'); חומרים די-אלקטריים ומוסג של $\tan \delta$. מובילי זרם: תופעת סקין-אפקט ואפקט התקרבות, התחממות של מוליכים ושיטות שונות של קירור, כוחות אלקטרו-דינאמיים הפועלים על מוליכים. תורת המגע החשמלי, עבודתו של מגע במצב נורמאלי ובהפרעות, מבנים שונים של מגעים. התפרקויות ופריצות חשמליות. תורת הקשת החשמלית, אופייניים סטטיים ודינאמיים, תנועתה של קשת בין מוליכים, עקרונות כיבוי הקשת במפסיקי זרם. קונסטרוקציות של מפסיקי זרם למתח גבוה ונמוך. שנאי זרם ומתח, מבנים, עיקרון פעולה וניתוח שגיאותיהם. מערכות הגנה ליתרת זרם וירידת מתח: הגנה דיפרנציאלית, הגנה מרחק-כיוונית ואחרות, סלקטיביות, ממסרים אלקטרוניים. הגנה בהתקני מתח נמוך: הגנה בפני זרמי ייתר (הגנה תרמית) ובפני זרמי קצר (הגנה מגנטית).

ספרי לימוד:

- 1 Pansini, A.J., "High Voltage Power Equipment Engineering", Fairmont Press, 1995
- 2 Wright and CV. Christopoulos, "Electrical Power System Protection", Chapman & Hall, 1993
- 3 Kuffel, E., W. S. Zaengl and J. Kuffel, "High Voltage Engineering: Fundamentals", Newnes, 2000
- 4 Ruben, G.D., "High Voltage Circuit Breakers, Design and Application", 1996.
- 5 Kussy, F.W., J.L., Warren, "Design Fundamentals of Low Voltage Distribution and Control", Dekkel, 1987.

55205 - מערכות הגנה מפני ברקים Lightning Protection Systems

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

נושאים שיילמדו בקורס:

1. התפתחות של ברק ופרמטרים חשמליים. אפיוני פעילות ברקים.
2. תנועת גלי מתח יתר בסכמות. שינוי גודל של מתח יתר וצורתו בעת תנועה בקווים.
3. קולטי ברק. עקרונות תכנון של מערכות הגנה עבור מבנים ומתקנים מפני פגיעה ישירה של ברקים.
4. סוגים של מגני ברק, עקרונות פעולה ובחירתם.
5. מתחי יתר בקווים עיליים עקב פגיעה ישירה של ברק ועקב פגיעת ברק בקרבתם (מתחי יתר מושרים).
6. הגנת קווים למתחים גבוהים בפני מתחי יתר של ברק.
7. הגנת תחנות כוח ותחנות משנה מפני מתחי יתר של ברק המגיעים מקווים.
8. השפעת ברקים על רשת מתח נמוך והגנתה והגנתן בפני מתחי היתר.
9. מתחי יתר פנימיים: מתחי יתר המופיעים בעת הפסקת קווים ושנאים בריקים, עליית מתח בקווים ארוכים במשטר ריקם, תהודה ברזלית (ferroresonance).
10. הגבלת מתחי יתר פנימיים.
11. משטר נקודת אפס ברשתות למתחים גבוהים.

ספר לימוד:

1. י. גורגוב, "טכניקות מתח גבוה", דפוס קדם, תל אביב, 2010.

ספרות מקצועית:

1. E. Kuffel, W. S. Zaengl, "High-voltage engineering", Pergamon Press, New York, 2001.
2. M.S. Naidu, V. Kamaraju, "High voltage engineering", McGraw-Hill, New York, 1996.
3. ב. בזטקין, ב. לריונוב, "טכניקת מתחים גבוהים", אנרגואטומויזדט, מוסקבה, 1986.

55206 - אמינות של מערכות הספק Reliability of Power Systems

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרת הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט פונקציות בסיסיות, חישוב וניתוח אמינות של מערכות הספק. מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט הבנה של שימוש במדדי אמינות לתיכנון התקני חשמל ומערכות הספק.

תוכן הקורס בראשי פרקים:

1. פונקציות בסיסיות בחישובי אמינות של רכיבים.
2. פונקציות סיכון. תהליכי מרקוב. ניתוחי אמינות של מערכות.
3. מודלים לחישובי אמינות של מערכות הייצור.
4. מודלים של העומס במערכת הייצור.
5. חישוב מדדי אמינות לקביעת הרזרבה הדרושה במערכות הייצור.
6. חישוב אמינות של תחנות משנה וסכמות הזנה.
7. מרכיבים אקטיביים ופסיביים. חישוב מדדי אמינות של קווי העברה.
8. תקלות תלויות ובלתי תלויות.
9. הגדרת מדדי אמינות השימושיים בתכנון מערכות הספק וקריטריוני התכנון.
10. חישוב מדדי אמינות המערכת, כולל ייצור והעברה (Composite Reliability).

ספרות מקצועית:

1. Bergen, Arthur R., "Power Systems Analysis", Prentice – Hall, 2000.
2. Anderson P.M., Fouad A.A., "Power System Control and Stability", IEEE Press, New York, 2003.

ספרי עיון:

Jerry C. Whitaker, "AC Power Systems Handbook", 1998.

55207 - מעבדה מתקדמת למערכות הספק אלקטרוניות Power Electronic Laboratory

אופן הוראה: מעבדה

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3

מטרת הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר בצורה מעשית מבנה הממירים (ספקים) על בסיס ממיר המוריד מתח, ממיר המעלה מתח, ממרים מסוג קבל-ממותג, שני סוגי מיתוג של טרנזיסטורים – מיתוג קשיח ומיתוג רך וניתוח משטרי עבודה של הממירים האלה. מטרה הקורס להקנות הסטודנט הבנה בסיסית בביצוע תכנון מתקדם בתחום ספקים.

תוכן הקורס בראשי פרקים:

- הכרה מעשית של ממירים מתח ישר מסוים למתח ישר נמוך או גבוה יותר , (DC-DC buck converter and boost converter) עם מיתוג קשיח.
 - הכרה מעשית של ממירים מתח ישר מסוים למתח ישר נמוך יותר עם מיתוג רך (buck converter with ZVT) - חלק 1.
 - ניתוח עבודת הממיר המוריד מתח למתח ישר נמוך יותר עם מיתוג רך (buck converter with ZVT) - חלק 2.
 - הכרה מעשית של ממירים מתח ישר מסוים למתח ישר גבוה יותר עם מיתוג רך (boost converter with ZVT) - חלק 1.
 - ניתוח עבודת הממיר המוריד מתח למתח ישר גבוה יותר עם מיתוג רך (boost converter with ZVT) - חלק 2.
 - ניתוח עבודת הממיר המוריד מתח למתח ישר נמוך יותר על בסיס ממיר עם קבל ממותג (SC step down) - חלק 1.
 - ניתוח עבודת הממיר המוריד מתח למתח ישר נמוך יותר על בסיס ממיר עם קבל ממותג (SC step down) - חלק 2.
 - ניתוח עבודת הממיר המוריד מתח למתח ישר גבוה יותר על בסיס ממיר עם קבל ממותג (SC step up) - חלק 1.
 - ניתוח עבודת הממיר המוריד מתח למתח ישר גבוה יותר על בסיס ממיר עם קבל ממותג (SC step up) - חלק 2.
- הכרת תכנת הדמיה של מעגלים אלקטרוניים (Orcad Pspice) ושימוש בתכנת ההדמיה עבור מעגלי ממירי DC – DC עם מיתוג רך ועם SC.

ספרות עזר:

1. תדריכים לניסויים במעבדה מתקדמת מערכות הספק אלקטרוניות.

55208 - שיטות הגנה במערכות הספק Protection of Electric Power Systems

אופן הוראה: מעבדה

שעות שבועיות: 4

נקודות זכות: 3

מטרת הקורס:

בקורס הסטודנט ילמד פונקציות ותכונות בסיסיות של התקני הגנת חשמל, יכיר חישוב ושימוש בהגנות על צרכני חשמל ומערכות הספק. מטרתו של הקורס להקנות לסטודנט הבנה בסיסית של ניתוח ותכנון מערכות הגנת חשמל.

תוכן הקורס בראשי פרקים:

1. תפקידים ותכונות בסיסיות של התקני הגנת חשמל.
2. סוגי תקלות ומצבים בלתי תקינים של רשת חשמלית.
3. אופן הפעולה ויסודות תכנון של הגנות קווי התמסורת.
4. הגנת זרם (כולל בדיקת המתח), הגנה דיפרנציאלית, הגנת הפחת. הגנת המיקרו-מעבד.
5. סוגי תקלות ומצבים לא תקינים של גנראטורים.
6. אופן פעולת הגנות הגנראטורים, בחירת סוגי ההגנות, חישוב ותכנון.
7. הגנות בסיסיות של שנאי ושנאי עצמי, חישוב ותכנון.
8. הגנות פסי צבירה של תחנות כוח ותחנות השנאה.
9. הגנות של מנועים א-סינכרוניים וסינכרוניים.
10. עקרונות תכנון של הגנות מערכות הספק.
11. הגנה מרוכזת ואוטונומית, שימוש בבקרה מרחוק, השוואת הגנות חשמל.

ספרות מקצועית:

1. Gers J.M., Holmes E.J., "Protection of Electricity Distribution Networks", London, 2004.
2. Anderson P.M., "Power System Protection", IEEE Press, New York, 1999.

ספרי עיון:

3. Anderson P.M., Fouad A.A., "Power System Control and Stability", IEEE Press, New York, 2003.
4. Ziegler G., "Numerical Distance Protection: principles and application", Siemens, 1999.
5. Blackburn J.L., "Protective Relaying: principles and applications", New York, 1998.
6. Power System Protection, V.4: "Digital Protection and Signaling", IEEE, London, 1995.

FB,TL ממירים - 55209 FB,TL Converters

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

בקורס זה יסקרו עקרונות פעולה של ספקי כח למתח זרם גבוה הפועלים בנצילות המרה גבוהה. מטרה זו מושגת תוך שימוש בממירי מיתוג רך בגשר מלא ובגשר שלש רמות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

מיתוג קשה עם בקרת רוחב דופק (PWM) בממירי זרם ישר עם גשר מלא וממירים משולשים. הפסדי הולכה ומיתוג, יעילות המרה. ממירי היסט מופע עם בקרת רוחב דופק. מגברי מתח יתר פסיביים ואקטיביים. ממירי "חצי מפל מתח" על טרנזיסטורי המיתוג הראשיים. "חוצה אפס" וממירי שלש רמות. פתרונות בראשוני ובמשני. הרחבת תחום העומס עבור פתרון "חציית אפס". ממירי "חוצה אפס זרם ומתח" וממירי שלש רמות ושיטות לשמירת זרם ראשוני אפסי בזמן "הילוך חופשי". מיישרים כפולים ומשולשים. ממירי זרם ישר חמש רמות, "חוצה אפס זרם וחוצי אפס מתח" וחוצי אפס רגילים, בעלי שליש מפל מתח על טרנזיסטורי המיתוג הראשיים. חקרית מקרי תכנון מעשיים.

ספרי לימוד:

1. IEEE Transactions on Power Electronics 2001-2006.
2. Proceedings of PESC (Power Electronics Specialist Conference) 2001-2006.

55210 - אנרגיות חלופיות Renewable Power Supplies

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרת הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר את הבסיס התיאורטי והפיסיקלי של ייצור אנרגיית ממקורות אנרגיה מתחדשים או חלופיים, סיבות ראשיות הדורשות לעבור על המקורות אנרגיות אלו. להלן מקורות האנרגיה שייסקרו בקורס: אנרגיית שמש, אנרגיית רוח, אנרגיית מים, אנרגיה גרעינית, אנרגיה גיאותרמית, אנרגיה של מים, גאות ושפל, אנרגיית ביו-מסה. מטרתו של הקורס הינה להקנות לסטודנט הבנה בסיסית וידע כללי בתחום האנרגיה החלופית וגם בדרכי חסכון באנרגיה. הטעמה עשויה על הייצור והמרת אנרגיה חשמלית. בתום הקורס יוכל התלמיד לנתח ולתכנן מערכות המפיקות חשמל ממקורות אנרגיה ברי קיימה.

תוכן הקורס בראשי פרקים:

1. התדלדלות מקורות אנרגיה לא מחדשות, זיהום של אדמה ואוויר, שינויים באקלים. טכנולוגיות בסיסיות של ייצור אנרגיית חימום ואנרגיה חשמלית היום.
2. עקרון E4 - דרכי חיסכון באנרגיה והורדת פליטת גזים. שיטות חיסכון באנרגיה חשמלית במערכות שונות.
3. אנרגיית שמש – מאפיינים כללים, "קבוע שמש". שיטות המרת של אנרגיה שמש לאנרגיית חימום ולאנרגיית חשמלית. מערכות מעורבות.
4. תאי וסוללות שמש, מאפיינים כללים, עקרון ביצוע הספק אופטימאלי (MPPT). שני סוגים תמיכה-מצבר (זרם ישר) ורשת חשמלית (זרם חילופין). התאמת רמות שונות של מתח ישר בעזרת ממירי DC-DC.
5. בית ירוק ובית שמש. שדה של סוללות שמש וקבלת אנרגיה מרבית. התאמת רמות שונות של מתח ישר עם מתח רשת בעזרת ממירי DC-AC.
6. אנרגיית רוח - מאפיינים כללים. מבנה של טורבינת רוח. הספק כניסה, חוק בתץ (Betz). התפלגות וויבול (Weibull) של מהירות רוח, שיטות הגבלת השפעה של מהירות יתר על המערכת.
7. אסטרטגיות שימוש באנרגיית רוח – אנרגיה מכאנית, חימום וחשמל. קבלת ושמירה במימן, תאי דלק. טורבינת רוח במשטר אוטונומי ועם רשת חשמלית. בחירת גנראטורים חשמליים, עבודה עם מהירות קבועה ומשתנה.
8. אנרגיה גרעינית ותרמו גרעינית. סוגי שימוש באנרגיה גרעינית, מבנה של כור גרעיני, תחנות כוח גרעיניות.
9. אנרגיה של מים, אנרגיה של גאות ושפל. ניצול אנרגיה גיאותרמית וביו-מסה.

ספרי לימוד:

1. Kruger P., *Alternative energy resources: the quest for sustainable energy*, John Wiley & Sons, 2006.
2. M.R. Patel, *Wind and Solar Power Systems*. Taylor&Francis, 2006.

ספרי עיון:

1. Gipe P., *Wind Power*, Chelsea Green Publishing Company, Vermont, 2004.
2. Markvart T., *Solar Electricity*, John Wiley & Sons, NY, 2006.

55211 ממירים אלקטרוניים למתקני חשמל

Electronic Converters for Electric Installations

אופן הוראה: שיעור ותרגיל

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

מטרות הקורס:

בקורס זה ילמד הסטודנט להכיר ידע בסיסי בטכנולוגיה של רכיבים בסיסיים, תכנון וניתוח של ממירים אלקטרוניים במערכות הספק.

הנושאים העיקריים שילמדו בקורס הם:

9. רכיבים אלקטרוניים עיקריים.
- Power Diode, Thyristor, BJT, MOSFET, IGBT, GTO**.
10. חישובי הספק ואופייניים עיקריים של מערכות אלקטרוניות.
11. ממירים **AC-DC (rectifiers)**.
- מיישרים לא מבוקרים ומיישרים מבוקרים: מיישר חד פאזי חד דרכי ודו דרכי עם עומס R , RL , מיישר תלת פאזי.
12. ממירים **DC-AC (inverters)**.
- אינוורטור חד פאזי עם מתח מוצא ריבועי, אינוורטור **PWM**, אינוורטור תהודה.
5. ממירים **DC-DC**. סקירה של סוגים שונים של הממירים.
6. שימוש בתוכנה **SimPowerSystem** להדמיה וניתוח של ממירים שונים.

ספרי לימוד:

1. Hart D. Power Electronics. McGraw-Hill, 2011.
2. Rashid M. Power Electronics. Prentice Hall, 2005.

ספר עיון:

3. Mohan N., Undeland T., Robins W. Power Electronics. John Wiley, 2003.

55213 תאי שמש Solar Cells

אופן הוראה: שו"ת
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

הקניית ידע על המבנה, הפיזיקה ואופן הפעולה של תאי שמש.

הקורס יכסה את התחומים הבאים: מבנה ופרמטרים בסיסיים של תא שמש, תאי שמש מבוססי סיליקון (מצעים גבישיים, אמורפיים ורב-גבישיים), תאי שמש מבוססי שכבות דקות (CdTe, CIGS), מבנים רב-צמתיים, צימוד בין צמתיים, שימוש בדיודת מנהרה, תאי שמש אורגניים, תאי שמש מבוססי צבע (DSSC), שיטות לריכוז קרינה ועקיבת שמשיות ייצור של תאי שמש ומגמות חדשות בטכנולוגיות תאי שמש.

ספרי לימוד:

1. "The Physics of Solar Cells", J. Nelson, World Scientific, New Jersey (2003).
2. "Physics of Solar Cells", P.Wuerfel, Wiley VCH, Berlin (2004).
3. "Third Generation Solar Cells" M.A.Green, Springer (2003)
4. "Applied Photovoltaics", S.R.Wenham, M.A.Green, M.E.Watt, R.Corkish, Earthscan, London (2010).

55214 טכנולוגיות תאי דלק Fuel Cells Technology

אופן הוראה: שו"ת

ש"ש: 3

נ"ז: 3

קורס זה יספק הבנה בסיסית בעקרונות המדעיים (אלקטרוכימיה, תרמודינמיקה וקינטיקה) העומדים מאחורי פעילותו של תא דלק. הקורס יציג את מאפייני הביצועים והנצילות של תאי דלק. הקורס ידון באפשרות שילוב מערכות תאי דלק במגוון יישומים טכנולוגיים. הסטודנטים בקורס יבחנו פיתוחים חדשים בתחום (באמצעות קריאת מאמרים מדעיים).

הנושאים שיילמדו בקורס:

הקורס יסקור מושגים טכניים ומונחים הקשורים בתאי דלק, יציג את הבסיס המדעי העומד מאחורי פעילות תקינה של תאי הדלק. טכנולוגיה וסוגים של תאי דלק, אופיינים חשמליים של תאי דלק, הפסדים ומגבלות בפעילות התא ואף יציע מגוון יישומים של תאי דלק במערכות חשמליות ואלקטרוניות. הסטודנטים בקורס יסקור פיתוחים חדשים בתחום (באמצעות קריאת מאמרים מדעיים).

ספרות מומלצת:

1. J. Larmianie, and A. Dicks, "Fuel Cell Systems Explained", Wiley & Sons, NY, (2001).
2. G. Hoogers, "Editor Fuel Cell Technology Handbook", CRC Press, Boca Raton, FL, (2003).
3. R. O'Hayre, S.W. Cha, W. Collela and F.B. Prinz, "Fuel cell Fundamentals", Wiley & Sons, NY, (2006).
4. K. Kuang and K. Easler, "Fuel Cell Electronics Packaging", Springer Science, NY, (2007).
5. S. Srinivasan, "Fuel Cells From Fundamentals to Applications", Springer Science, NY, (2006).

55303 - מיקרוסקופיה אלקטרונית Electron Microscopy

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

בקורס זה ילמד הסטודנט את עקרונות הפעולה של מיקרוסקופים אלקטרוניים ושיטות שונות, שימושים בייצור התקני מיקרואלקטרוניים. מבוא לסוגים שונים של מיקרוסקופים ושימושיהם. מיקרוסקופים אלקטרוניים: חודר וסורק.

הנושאים שיילמדו בקורס:

אופטיקה אלקטרונית. חלקי המיקרוסקופ האלקטרוני הסורק. תותח אלקטרוני בצורה טריודה. זרם פליטה זרם אלומה. בהירות. עדשות אלקטרומגנטיות במיקרוסקופ האלקטרוני הסורק. תכונות של העדשות האלקטרומגנטיות. יצור אלומת אלקטרוני עם קוטר מינימאלי. השוואה בין מקורות אלקטרוניים. מאפיינים של המיקרוסקופ.

פעולת גומלין בין האלקטרוני ובין הדגם. פיזור אלסטי ואינאלסטי. נפח פעולת הגומלין. השפעת אנרגיית הקרן והמאפיינים האטומיים של המטרה על נפח האינטראקציה. סיגנלים של אלקטרוני מפוזרים. סיגנלים של אלקטרוני משניים. קרני רנטגן. בניית תמונה ומשמעותה. גלאים של אלקטרוני וקרני רנטגן. הגדלה ומידת הנקודה על המסך. עומק שדה. איכות תמונה. כשר הפרדה. מגרעות התמונה.

עקרון פעולה של ספקטרומטר מפריד אנרגיה קרני רנטגן ואנליזה בעזרתו. עיבוד סיגנלים. אנליזה ממוחשבת. שגיאות. אנליזה איכותית. אנליזה כמותית. מיפוי דיגיטלי של יסודות. הכנת הדגמים. שיטות ציפוי לבדיקת דגמים ומיקרואנליזה במיקרוסקופ אלקטרוני.

ספרי לימוד:

1. Goldstein, Joseph I. (et al): "Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis"; 3d edition, New-York, Plenum Press, 2003.
2. Brandon, David Kaplan, Wayne D. "Microstructural characterization of materials". Chichester: Wiley, 1999.
3. Watt, Ian M. "The principle and practice of electron microscopy". 2nd Edition. Cambridge University Press, 1997.
4. Fultz, B., Howe, J.M., "Transmission of electron microscopy and diffractometry of materials", 3d Edition. Springer, 2008.

55307 - דיודות לייזר

Laser Diodes

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

מטרת הקורס:

הקניית ידע בסיסי באופן הפעולה ותכונותיהן של דיודות לייזר, יישומים, והיבטים הנדסיים של שימוש בדיודות אילו.

תוכן הקורס:

1. מבוא. רמות ופסי אנרגיה, פליטה ספונטנית ומאלצת, תיחום מרחבי של נושאי מטען ופוטונים, מוליכים למחצה ללייזרים, גידול אפיטקסיאלי.
2. עקרונות דיודות לייזר. יצור ורקומבינציה של נושאי מטען, דיודה פולטת אור, פליטה ובליעה של פוטונים, הגבר סף, עצמת הלזירה ביחס לזרם, יעילות ופיזור חום.
3. מראות ומהודים. ייצוג על ידי מטריצות פיזור, סריגים, לייזרים מסוג DBR, DFB, VCSEL.
4. הגבר זרם שאיבה. הגבר אופטי, פליטה ספונטנית, רקומבינציה, מוליכים למחצה ותכונותיהם, יחסי קרמר-קרוניג.
5. תכונות דינמיות. משוואות הקצב, מצב יציב, אפנון, רוחב פס, רעש.
6. עקרונות פיסיקליים של מיתוג אורך גל. מיתוג רציף ומיתוג מקוטע. משך זמן המיתוג.
7. לייזרים ממותגי אורך גל בעלי אופן יחיד מסוג DBR, DFB. דינאמיקה של מיתוג אורך הגל. טווח המיתוג, אפנון עצמת הלייזר.
8. לייזרים ממותגי אורך גל בעלי טווח מיתוג רחב SG-DBR, GCSR.
9. שימושים והיבטים של תכנון מקור לייזר. תקשורת אופטית, ייצוב אורך גל, אמינות.

ספרי לימוד:

1. M. C. Amann and J. Buus, Tunable laser diodes. Artech, 1998.
2. L. A. Coldren, S. W. Corzine, Diode lasers and photonic integrated circuits, Wiley, 1995. (TA1700.C646)
3. Amnon Yariv, Quantum Electronics, Wiley, 1998. (QC688.Y37)

55308 - פיתוח קוד אופטימאלי ליישומי עיבוד תמונה Optimal Code for Image Processing

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

תוכן הקורס:

1. שיטות ואריאציוניות בעיבוד תמונה
 - a. נחשים גאודזיים
 - b. דיפוזיה לא ליניארית
2. מציאת מאפיינים בתמונות
 - a. Fourier & Gabor Descriptors
 - b. Phase Congruency
 - c. Wavelets and their relatives
 - d. SIFT
 - e. SURF
3. מנועי חיפוש ויזואליים
 - a. MPEG7
 - b. מאפייני צבע
 - c. שיטות מבוססות גראדיינטים
 - d. טקסטורות
 - e. צורה
 - f. היסטוגרמות
 - g. Visual Words
 - h. Recognition
4. אלגוריתם Viola Jones לזיהוי פרצופים
5. הפילטר הבילאטרלי
6. GPU Computing with CUDA & Applications in image processing

ספרי לימוד:

ספר שנכתב ע"י מרצה הקורס וישוכפל לסטודנטים בקורס באשור המרצה.

1. M. Fiegin, A. Rubinfeld, C. Sagiv, "Optimal Code for Image Processing Applications"

55309 - חיישנים ביו-רפואיים

Biomedical sensors

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

מטרת הקורס:

הקורס יציג את עקרונות הפעולה של חיישנים ביו-רפואיים, את השימוש בטכנולוגיות מיקרואלקטרוניקה למזעור מעבדה על שבב ויסקור יישומים נפוצים כגון מדידת רמת הסוכר בדם וגילוי זיהומים במים.

תוכן הקורס בראשי פרקים:

1. סקירה כללית של חיישנים ביו-רפואיים
2. עקרונות האלקטרוניקה וחיישנים אלקטרוכימיים.
3. שיטות חישה אופטיות.
4. שיטות חישה מבוססות MEMS .
5. חיישני ISFET.
6. מעבדה על שבב ו BioMEMS
7. דוגמאות של יישומים נפוצים כגון ניטור רמות סוכר בדם וניטור מזהמים במים.

ספרי לימוד:

1. R. S. Marks, C. R. Lowe, D. C. Cullen, H. H. Weetall, I. Karube, "Handbook of biosensors and biochips", Wiley-Interscience, NY, 2007.
2. E. Kress-Rogers, "Handbook of biosensors and electronic noses", CRC press, NY, 1996.
3. K. R. Rogers and A. Mulchandani, "Affinity biosensors: techniques and protocols", Humana Press, NY, 1998.

55310 - דימות מכ"מ Radar Imaging

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרות הקורס

להקנות לסטודנט הבנה מעמיקה ומספר שיטות פרקטיות הדרושות לניתוח ותכנון מערכות מכ"מ הבונות תמונה, כולל מערכות SAR, GPR, ומכ"מ UWB.

הנושאים שיילמדו בקורס: אלקטרומגנטיות של מטרות ומבנים מורכבים. פיזור גלים מכ"מ. עקרונות שחזור הולוגרפי וטומוגרפי בתחום המכ"מ: התמרת Feig-Greenleaf למכ"מ טווח-דופלר, מערכות מכ"מ מפתח סינתטי (SAR), מכ"מ החודר לתוך הקרקע (GPR), מכ"מ UWB הבונה תמונה. יסודות גיאומטריה אינטגרלית: התמרות Radon ו- Abel, קשר עם התמרות Fourier ו-Hilbert. נוסחאות היפוך. מבוא למתמטיקה של בעיות הפוכות: דגימה וכימוי, יחידות פתרון, יציבות, תלות רציפה בנתונים, שיטות רגולריזציה, כושר הפרדה (רזולוציה). בעיות עם נתונים חלקיים. אלגוריתמי השחזור: filtered backpropagation (FBP), שיטות שחזור Fourier, שיטות איטרטיביות, אלגוריתמים אלגבריים ישירים. עיבוד אותות במערכי אנטנות. שיטות תת-מרחב, LSM, ושיטת הפקטוריזציה. סטטיסטיקות רעשים והפרעות. שיערוך פרמטרים וצורות של מטרות שונות.

ספרי לימוד:

1. I. G. Cumming and F. H. Wong, Digital Processing of Synthetic Aperture Radar Data: Algorithms and Implementation (Artech House, Norwood, MA, 2005).
2. Ground Penetrating Radar, 2nd. ed., edited by D. J. Daniels (IEE, London, 2004).
3. Ultra-Wideband Radar Technology, edited by J. D. Taylor (CRC, Boca Raton, 2001).
4. F. Natterer and F. Wubbeling, Mathematical Methods in Image Reconstruction (SIAM, Philadelphia, 2001).

55312 - ספקטרוסקופיה יישומית לחישה מרחוק APPLIED SPECTROSCOPIES FOR REMOTE SENSING

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרות הקורס:

1. לסקור מידע על מגוון סוגי שיטות בספקטרוסקופיית לייזר לשימוש באפיון ובקרה מרחוק.
2. לספק רקע תיאורטי ומעשי על יישומי ספקטרוסקופיה בתחומים ביטחוניים ותעשייתיים.

פרקי הקורס:

1. **רקע תיאורטי:** תיאוריה קוונטית של אור, מבנה האטומים, מבנה גבישי, אורביטלים מולקולאריים, רמות אנרגיה, תנודות ויברציוניות של מולקולות.
2. **ספקטרוסקופיית לומינסנציה:** ערור, פליטה, נדידת אנרגיה, זמן דעיכה, לומינסנציה על בסיס הפרדה בזמן, מכשור, יישומים מעשיים.
3. **ספקטרוסקופיה UV/Vis:** בליעת קרינה, חיבור למבנה הגבישי, מקור הצבעים, אבני חן.
4. **Laser Induced Breakdown Spectroscopy:** יצירת פלסמה ותכונותיה, פליטת פלסמה, מכשור ויישומים מעשיים.
5. **ספקטרוסקופיה IR:** בליעת קרינת IR, חיבור לתנודות ויברציוניות של מולקולות, מכשור, יישומים מעשיים.
6. **ספקטרוסקופיית Raman:** אפקט ראמן, gated Raman, חיבור לתנודות ויברציוניות של מולקולות, מכשור, יישומים מעשיים.
7. **X-ray induced fluorescence spectroscopy:** עירור, פליטה, יישומים מעשיים.
8. **Prompt Gamma Neutron Activation spectroscopy:** עירור, פליטה, יישומים מעשיים.
9. **תהודה מגנטית גרעינית - Nuclear magnetic Resonance:** עקרונות, יישומים מעשיים.

ספרי לימוד:

1. Gaft M., Reisfeld R, Panczer G., Modern luminescence spectroscopy of minerals and materials. Springer-Verlag GmbH&Co.KG, April 2005.
2. Blasse G, Grabmaier B, Luminescent materials. Springer, Berlin Heidelberg, New York - 1994.
3. A. Miziolek et al, Laser induced breakdown spectroscopy: fundamentals and applications. Cambridge University Press, 2006.
4. Beran A, Lubowitzky E., Spectroscopic methods in mineralogy, EMU Notes in Mineralogy, 2004.

55313 - יישומים תעשייתיים של בינה מלאכותית בראייה ממוחשבת

Industrial Application of Artificial Intelligence in Computer Vision

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3
דרישות קדם: 55016 עיבוד תמונה מתקדם

מטרת הקורס:

הקורס יעסוק בתיאוריה וביישומים של אלגוריתמי בינה מלאכותית, המפותחים למטרות שונות במוצרים בתחומי טכנולוגיה שונים לתעשיות ההייטק המגוונות. כגון: אלגוריתמי סיווג פגמים בתעשיית המוליכים למחצה, אלגוריתמי גילוי בתעשיות הביטחוניות.

תוכן הקורס בראשי פרקים:

בינה מלאכותית 1950-1980
גישות סטטיסטיות
שערוך (maximum likelihood, Bayesian).
שיטות שערוך של פונקציות צפיפות.
נושאים מתקדמים בעיבוד תמונה וראיה ממוחשבת,
הדמיה, טכניקות עיבוד.
מורפולוגיה מתמטית, עיבוד תמונה בינארית וחילוץ מאפיינים של עצמים תמונה.
מרחב המאפיינים ובחירת מאפיינים.
סיווג עצמים באמצעות אלגוריתמי למידה מונחית.
סיווג עצמים באמצעות אלגוריתמי למידה בלתי מונחית.
דוגמאות מהתעשייה וסיכום.

ספרי לימוד:

1. The Elements of Statistical Learning Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie Robert Tibshirani, Jerome Friedman (Springer Series in Statistics second edition 2008).
2. Computer Vision: Algorithms and Applications, Richard Szeliski, (Microsoft Research 2009)
3. Shape Analysis and Classification, Theory and Practice L. F. Costa and R. M. Cesar, (CRC Press 2001).
4. Artificial Intelligence: A Modern Approach (2nd Edition) Stuart J. Russell, Peter Norvig Prentice Hall; 2nd edition (December 20, 2002)

55314 יישומים של סיבים אופטיים

Applications of Fiber Optics

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3
דרישות קדם: 55103 נושאים נבחרים בסיבים אופטיים

כללי

קורס זה נועד להקנות ידע יישומי ותיאורטי במגוון נושאים הקשורים ליישומים של סיבים אופטיים, כולל תופעות לא-ליניאריות, התקנים מבוססי סיב, עקרונות הייצור והאפיון של סיבים עבור יישומים שונים.

נושאי הקורס

1. מבוא ורענון בעקרונות הסיבים האופטיים.
2. בדיקה ומדידה של סיבים אופטיים: מדידה ב-**(OTDR) time domain**; מדידת סיבים אופטיים ורכיבים מתאימים; מדידות הספק אופטי; מדידות ספקטראליות; מדי אורך-גל; מדידות קיטוב; מדידות הפסדי הכניסה; מדידות נפיצה (דיספרסיה) אופטית של סיבים.
3. תופעות לא-ליניאריות בסיבים: איפנון **self-phase** ו-**cross phase**; פיזור **Raman**; פיזור **Brillouin**; הגברה ע"י תופעת **Raman**; **Four-wave mixing**; סוליטונים בסיבים.
4. שריגי **Bragg** בסיבים (**FBG**): רגישות לאור של סיבים; תיאורית **FBG**; תכונות של **FBG**; יצירת **FBG** בסיב; יישומי **FBG**.
5. חיבור סיבים אופטיים: עקרונות; הפסדים בחיבור בין סיבים; "הדבקת" סיבים; מחברים לסיבים.
6. רכיבי סיב פסיביים: **WDM**; חיבור/פיצול אותות בסיבים; מבוא למבודדי אות אופטיים ו-**circulators**; מתגים; בוררי אורך גל; **Multiplexer/Demultiplexer**.
7. חיישני סיבים אופטיים: טכנולוגיות חישה בעזרת סיבים; חיישנים מבוססי אינטרפרומטריה; חיישנים מבוססי קיטוב; חיישנים מבוססי מודולציה של עוצמת האור; חיישני סיב מבוזרים.
8. כבלים של סיבים.
9. ייצור סיבים: תהליך הייצור; חומרי גלם; **Preform**; משיכת סיבים; ייצור סיבים מיוחדים.

ספרות

1. D. Derickson, *Fiber optic test and measurement* (Prentice-Hall, 1998).
2. B. Culshaw and J. Dankin, *Optical Fiber Sensors*, Vol. 1–4 (Artech House, 1988–1997).
3. A. Othonos and K. Kalli, *Fiber Bragg Gratings* (Artech House, 1999).

ספרי עזר ועיון

1. G.P. Agrawal, *Fiber-optic Communication Systems* 3rd edition (Wiley-Interscience, 2002).
2. I.P. Kaminow and T.L. Koch, Editors, *Optical Fiber Telecommunications* (Academic Press, 1997).
3. B.E.A. Saleh and M.C. Teich, *Fundamentals of Photonics* (Wiley-Interscience, 1991).
4. G.P. Agrawal, *Nonlinear Fiber Optics*, 3rd edition (Academic Press, 2001).

55315 ננו טכנולוגיות והתקנים ננו אלקטרוניים

Nanotechnology and nano electronic devices

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

הקורס יחשוף לפני התלמיד את עולם הננוטכנולוגיה תוך מיקוד בנישה מיוחדת המשלבת חומרים ביולוגיים. הקורס יתאר את המגוון הרחב של הננו-חומרים תכנותיהם הכימיות והפיסיקליות ויישומיות שלהם. הקורס יתאר התקנים ממוזערים המשלבים פעילות ביולוגית אופטית או חשמלית ויחשוף את העקרונות הביולוגיים, הכימיים, האופטיים או החשמליים העומדים מאחוריהם. הקורס יאפשר לתלמיד להיחשף לנושא רב-תחומי הכולל את כלל תחומי מדעי הטבע וליישומים טכנולוגיים מתקדמים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

- עקרונות הננוטכנולוגיה, קלסיפיקציה של חומרי ננו, מבני כימי ותכונות פיסיקליות.
- ננו מבנים: בנייה מלמטה למעלה, הרכבה עצמית (SAM), תיילי ננו, ננו צינורות, ננו תעלות וננו נקבוביות.
- דימות ננו: מקרוסקופ אלקטרוני סורק-SEM, מקרוסקופ אלקטרוני חודר – TEM&STEM, מקרוסקופ כוח אטומי-AFM, מקרוסקופ כוח מגנטי – MFM, מקרוסקופ מינהור סורק – STM.
- ננוליתורפיה וננו-רישום: ננוליתוגרפיה אופטית, ננו ליתוגרפיה באלומת אלקטרוניים, ננוליתוגרפיה של הטבעה, ליתוגרפית מגע, ננוליתוגרפיה רכה, רישום בעזרת מקרוסקופ כוח אטומי, הדפסים מולקולרים וליתוגרפיה מגנטית.
- ננואלקטרוניקה וננופוטוניקה: אלקטרוניקה מולקולרית וננו התקנים אלקטרוניים, יישום חומרי ננו במערכות של תאי שמש, התקנים אורגנו מוליכים לייצירת שבבים שקופים וגמישים, תאי דלק מיישמי חומרי ננו.
- ננוטכנולוגיה בייצור המוני: תעשיית המוליכים למחצה- ממד הננו ב-VLSI, גבול המיזעור בשיטות של ליתוגרפיה אופטית, NEMS (NanoElectroMechanicalSystem).
- מבוא לביו-ננואלקטרוניקה וביופוטוניקה: ננוחיישנים ביולוגים וכימיים בעלי סיגנלי אור, חשמל ופיזואלקטריים, תאי דלק ביולוגים, שבבים ביולוגים, מעבדה על השבב (LOC), ביו-NEMS, מבני ננו מוליכים מבוססי חומרים ביולוגיים, מתגים ביולוגיים.

ביבליוגרפיה:

1. Geoffrey A. Ozin, Andre C. Arsenault and Ludovico Cademartiri, *Nanochemistry* (Royal Society of Chemistry, Cambridge UK, 2009).
2. Christof M. Niemeyer and Chad A. Mirkin, *Nanobiotechnology: concepts, applications and perspectives* (Wiley-VCH, 2004).
3. Korkin Anatoli and Rosei Federico, *Nanoelectronics and photonics: from atoms to materials* (New York, Springer, 2008).

55316 נושאים מתקדמים בתקשורת אופטית

Advanced Topics in Optical Communication

אופן הוראה: שו"ת
שעות שבועיות: 3, נקודות זכות 3
דרישות קדם: תקשורת אופטית 1

כללי:

מטרת הקורס להקנות לסטודנט ידע על מבנה, עקרון הפעלה ושיטות הניתוח של מערכות תקשורת אופטית מתקדמות.

הנושאים שילמדו בקורס:

התקדמות של מערכות תקשורת אופטית חדשנות. יתרונות של תקשורת אופטית. משוואה בסיסית של התפשטות פולסים בסיבים אופטיים. פולסים גאוסיים עם **chirp**. נפיצה בסיבים אופטיים. נפיצה כרומטית, נפיצת מוליך הגל. נפיצת הקיטוב, מהירות החבורה, נפיצת מהירות החבורה. הגבלות של איכות הערוץ האופטי בגלל הנפיצה. פיצוי הנפיצה ושיפור הערוץ האופטי. סבים אופטיים רב-אופניים, רב-ליבה, סבים פלסטיים. מקלטים אופטיים. תגובת הגלאי, זמן עלית הגלאי, רוחב סרט הגלאי. גבול קוונטי של גלאי אופטי. מערכות הגילוי הקוהרנטי. חילוקה של תדרים אורתוגונלית קוהרנטית אופטית (**CO OFDM**). מבנה של מערכות **CO OFDM**. רעש במערכות אופטיות. יחס אות לרעש אופטי (**OSNR**). רשתות אופטיות – **DWDM** יחידות המבנה ומבנה כללי. תקציב של חיבור אופטי **DWDM**. קצב שגיאה (**BER**), ערבוב (**Crosstalk**). תופעות לא-ליניאריות בערוץ אופטי. פיזור מאולץ של **Brillouin** פיזור מאולץ של **Raman**. אפנון פאזה עצמי של הגל (**SPM**). סוליטונים. אפנון פאזה הדדית (**XPM**). ערבוב ארבע גלים (**FWM**). נושאים בסיסיים של קידוד כאוטי.

ספרי לימוד:

1. G.P. Agrawal. Fiber-Optic Communications. Wiley, New York, 2010.
2. W. Shieh, I. Djordjevic. Orthogonal frequency division multiplexing for optical communications. Academic Press. London, UK; Burlington, San Diego, USA, 2010.
3. L. Kazovsky, S. Benedetto, A. Willner. Optical Fiber Communication Systems. Artech House, 1996.
4. G.P. Agrawal. Nonlinear Fiber Optics. Academic Press, New York, 2001.

55403 - נושאים נבחרים בתהליכים אקראיים Selected Topics in Random Processes

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרת הקורס:

קורס זה הינו המשך לקורס אותות אקראיים ואמור להקנות לסטודנט קונספטים תיאורטיים וכלים פרקטיים מתקדמים לניתוח בעיות סטוכסטיות במערכות תקשורת ומכ"מ, בעיקר בתחום מידול ועיבוד אותות ושדות אקראיים. הקורס משמש גם כמבוא לשערוך פרמטרים וצורות-גל. הנושאים שיימדו בקורס: חזרה על תהליכים סטוכסטיים. אותות ציקלוסטוכסטיים ותהליכים עם אינקרמנטים סטוכסטיים (ת"א פרקטליים), פונקצית המבנה. תהליכי Markov. משתני מצב ומשוואות דיפרנציאליות סטוכסטיות (SDE). אינטגרלים סטוכסטיים. אבולוציית הפילוג ומשוואת Fokker-Planck. מחוללי אותות רציפים ושרשראות פולסים, שיטה ספקטרלית וסינון ספרתי בתחום הזמן. פונקציונל אופייני ופונקציונל ההסתברות, דוגמאות החישובים לאותות גאוסיים ומרקוביים. אפיון סטטיסטי של אותות רב-מימדיים ושדות אקראיים. שדות הומוגניים. מושגי יסוד בשערוך פרמטרים (משערוך נקודתי: עקבי, מוטהלסר הטייה, מספיק, שלם, יעיל, נורמלי אסימפטוטית). חסם Cramer-Rao ומטריצת Fisher. הגישה הבייסיאנית, משערכי MAP ו-ML. משערוך הריבועים הפחותים (MMSE). שיערוך צורת-גל (waveform) ליניארי. סינון, חיזוי והחלקה (סיבתי ולא סיבתי), מסנן Wiener ומסנן Kalman. שיערוך ספקטראלי ואלגוריתם ה-MUSIC. מבוא לאיכון, שימוש ב-MUSIC במערכי אנטנות.

ספרי לימוד:

1. A. Papoulis and S. U. Pillai, Probability, Random Variables and Stochastic Processes, 4th. ed. (McGraw-Hill, New York, 2002).
2. H. L. Van Trees, Detection, Estimation, and Modulation Theory, Parts I, III, and IV (Wiley, New York, 2001).
3. S. M. Kay, Fundamentals of Statistical Signal Processing, Vol. 1 Estimation Theory (Prentice Hall, New York, 1993), Vol. 2 Detection Theory (Prentice Hall, New York, 1998).
4. C. W. Therrien, Discrete Random Signals and Statistical Signal Processing (Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1992).

55405 - תקשורת אופטית לא-ליניארית Non Linear Optical Communication

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

מטרת הקורס ללמד את הסטודנטים תופעות לא-ליניאריות ואת השפעתן על מערכות תקשורת אופטיות ואת מגבלות הביצועים הנובעות מהן, וכן רכיבים אופטיים המבוססים על תופעות לא-ליניאריות אלו.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. פולריזציה לא-ליניארית. סוספטיביליות לא-ליניארית. משוואת גל בעלת העתקה לא-ליניארית. פיתוח של משוואות עבור אמפליטודה המשתנה איטית.
2. אפקט Kerr ותופעות של פעולה עצמית (*Self Phase : Self-Action Effects*) (Modulation, -Self-Focusing, Self-Trapping). אפנון פאזה עצמי של הגל, הזזת פאזה לא-ליניארית.
3. אנליזה של התפשטות הפולס בתווך תווך הבעל נפיצה ולא-ליניאריות.
4. משוואת שרדינגר לא-ליניארית. פיצוי בין נפיצה לבין לא-ליניאריות. פתרונות סוליטוניים.
5. תופעת הדו-יציבות (*Bistability*). הצימוד בין שני גלים שונים בעלי תדירות שונה בסיב – *Cross-Modulation*. שבירה כפולה לא-ליניארית. אי יציבות באפנון והשפעת זמנית ומרחבית על פולס השידור.
6. פיזור מאולץ של *Brillouin* (*Stimulated Brillouin scattering*).
7. פיזור מאולץ של *Raman* (*Stimulated Raman scattering*). מגבר אופטי *Raman*.
8. ערבוב ארבע גלים (*Four Wave Mixing*). צמוד פאזה (*Phase Conjugation*) עירור ההרמוניה השלישית (*Third Harmonic Generation*).
9. לייזר מ"מ ומגבר מ"מ אופטי מבוססים על נפח, בור קוונטי, נקודות קוונטיות.
10. מגבר אופטי *EDFA*.
11. טכנולוגיה "רדיו על סיב אופטי" (*ROF*).

ספרי לימוד:

1. Agrawal, G.P., "Fiber-optic Communication Systems", Wiley, 2nd Edition, 2002.
2. Robert W. Boyd, "Nonlinear Optics", Elsevier, Academic Press, London, 2003.
3. Agrawal, G.P., "Nonlinear Fiber Optics", Academic press, 3rd Ed., 2001.
4. Shen, Y.R., "Principles of Nonlinear Optics", Wiley, 2003.
5. Agrawal, G.P., "Applications of Nonlinear fiber optics", Academic Press, 2001.
6. Charles K. Chui, "An Introduction to Wavelets", Academic Press, 1995

55406 נושאים מתקדמים בתקשורת ניידת ותאית Advanced topics in Mobile and Cellular Communication Systems

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרות:

בקורס זה ילמדו הסטודנטים נושאים מתקדמים בתחום התקשורת האלחוטית עם דגש על אבני בניין טכנולוגיות להשגת ביצועים המתקרבים לחסמים של תורת המידע. התיאוריה והעקרונות הטכנולוגיים של תקשורת רחבת סרט בערוצים אלחוטיים ילמדו בהקשר של ההתפתחויות העדכניות של הטכנולוגיה התאית כולל: מבוא למערכות OFDM/OFDMA, CDMA, מערכות תקשורת ניידות מרובות אנטנות MIMO, שיטות קידוד ערוץ מתקדמות בתקשורת ניידת (פענוח בהחלטה רכה SDD, טורבו-קוד, LDPC).

הנושאים שילמדו בקורס:

חישוב של קיבול ערוצי תקשורת אלחוטיים, ביצועים של מערכות תקשורת מעל ערוצים אלחוטיים ושיטות קידוד מתקדמות לערוצים אלחוטיים. מערכות רחבות סרט CDMA, OFDM. מערכות תקשורת ניידות מרובות אנטנות MIMO. טכנולוגיות ותקנים המממשים עקרונות אלו כולל הכרת IMT-Advanced ומערכות דור רביעי. מערכות פס רחב מסוג Ultra-Wideband והכרת הקונספט המתפתח של מערכות תאיות קווי-אלחוטיות הבנויות על Femtocell.

ספרי לימוד:

1. Molisch A. F., Wireless communications, John Wiley 2005
2. Tse D. , Viswanath P. Fundamental of Wireless Communications, Cambridge 2005
3. Goldsmith A. Wireless Communication, Cambridge 2005

ספרי עיון:

4. Prasad R. and Mihovska A. "New Horizons in Mobile and Wireless communications Artech House 2009
 - vol. 1: Radio Interfaces
 - vol. 2: Networks, Services, and Applications
 - vol. 3 Reconfigurability
 - vol. 4: Ad-Hoc Networks and PANs

55407 - מערכות תקשורת לוויינים Satellite Communications Systems

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

כללי:

מטרת הקורס להקנות לסטודנטים הבנה מעמיקה וידע בעקרונות תקשורת לוויינים. סקירה על עקרונות ופיתוחי מערכות תקשורת לולייניות. פרמטרים של מערכות לווייניות; שילוח ומסלולים שונים של לוויינים. יישומי לוויינים. נתיב ומקדם הטיב של מערכת קשר לוויינית. סוגי אנטנות מקובלים. סכמות מלבניות מפורטות של מערכת מקובלת בלוויין ומערכת אופיינית בתחנת קרקע. עקרונות מערכות ניווט באמצעות לוויינים ומגמות התפתחות צפויות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

חשיבות ותולדות תקשורת לוויינים. תחומי התדרים, מערכות תקשורת לולייניות שונות. אנטנות בלוויין ותכנת קרקע. חישובי נתיב ומקדמי הטיב של מערכות כולל link budget. מערכות תקשורת לוויינים גיאוסטציונריות ובמסלול נמוך. אפון במערכות לולייניות. מקלטים וחישובי רגישות. שיטות סנכרון. נייחות וניידות. לווייני ניווט GPS. מערכות קרקע ללוויינים. בנוס: מערכות תקשורת לוויינים אופטיות.

ספר לימוד:

1. Robert M. Gagliardi, Satellite Communication, CBS Publ. & Distr. 2004.
2. M. Roden, Digital Communication System Design, Printice-Hall, 1998.
3. Y. Okunev. Phase and phase difference Modulation in Digital Communications. Artech House, 1997.
4. B. Sklar. Digital Communications. Pearson Education, Inc 2005.
5. Dennis Roddy. Satellite communications. Mc Graw-Hill Telecom Eng. Third edition.
6. B. Ackroyd. World Satellite Communications. BSP Prof. Books, Oxford, 1990.
7. Satellite Communication and Broadcasting, hand-book. Radio i Svias. Russian, 1988
8. Lectures slide.

55408 - תכן מעגלי מיקרוגל משולבים

Microwave Circuit Design

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

נושאים שילמדו בקורס

1. מושגים בסיסיים בתכן מערכות ומעגלי RF- ליניאריות, תחום דינמי, רעש. ערבליים
2. משדרים: ארכיטקטורות, מגברי הספק בתדרי רדיו, נצילות, ליניאריות ועיוותים.
3. מקלטים: ארכיטקטורות, סופר-הטרודיין.
4. המרה ישירה, הרטלי, ויבר, מקלט עם תדר ביניים נמוך (Low-IF).
5. ערבליים. רעש. תכונות לא-ליניאריות.
5. חוג נעול מופע וסינטיסייזרים. רעש מופע.
6. שימוש בתכנת סימולציה לתכנון מערכות תקשורת רדיו.

ספר לימוד:

1. Razavi, B. "RF Microelectronics", Prentice-Hall, 1998.

ספרי עיון:

1. Vendelin, G.D., Pavidio, A.M., Rohde, U.L., "Microwave Circuit Design Using and Nonlinear Techniques, 2nd Ed., 2005
2. Sweet, Allen A., "MIC & MMIC Amplifiers and Oscillator Circuit Design", 1990.
3. Cripps, S.C., "RF Power Amplifiers for Wireless Communications", Artech House, 1999.
4. Goyal, R., "Monolithic Microwave Integrated Circuits: Technology & Design, Artech House, 1989.
5. Pozar, D.M. "Microwave Engineering", 2nd Ed., Wiley, 1998.

554409 - שיטות סנכרון בתקשורת ספרתית Synchronization Methods in Digital Communications

אופן הוראה : שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

בכל מערכת תקשורת קיימות מערכות שחזור גל נושא וסנכרון שעון. במסגרת קורס זה יוצגו שיטות שונות בשחזור שעון וגל נושא ותוסבר התיאוריה הרלוונטית. חלק ניכר מהקורס יעסוק במערכות נעילת מופע וחוגי PLL בתחום התקשורת.

הנושאים שיילמדו בקורס:

חוג נעול מופע, עקרונות – יישום, שימושים שונים. שחזור גל נושא: שערך פרמטרי אות, פונקציית סבירות, שחזור גל נושא וסנכרון סימבולים במקלטים. שחזור פאזת גל נושא, שחזור של פאזת גל נושא תוך שימוש ב – P.L.L. השפעות של רעש אדיטיבי לשערך פאזה. Directed decision loop and None שחזור שעון: שערך בסבירות מקסימאלית של זמן שעון, שחזור בגישת החלטה ישירה. שערך הדדי של פאזת גל נושא וזמן שעון. הערכת ביצועים של משערך סבירות מרבית. Jitter Wander במערכות תקשורת והשפעתם על ביצועי מערכת תקשורת ספרתית.

ספרי לימוד:

1. Proakis, J.G., "Digital Communications", 3rd Ed., McGraw-Hill, 1995.
2. Roden, M., "Digital Communication Systems Design", Prentice-Hall, 1998.
3. Gitlin, R., J. F. Hayes, S.B. Weinstein, "Data Communications principles", Plenum, 1994.
4. Trischitta, P.R., Varma E.L., "Jitter in Digital Transmission Systems", Artech House, 1989.
5. Okunev, Y., "Phase and Phase Difference Modulation in Digital Communications", Artech House, 1997.
6. Ronald E. Best "Phase locked loops Design Simulation and applications, McGraw-Hill, 1999

55410 - מעבדה מתקדמת לתקשורת - Advanced Communications Laboratory

אופן הוראה: מעבדה
שעות שבועיות: 4
נקודות זכות: 3

כללי:

מעבדה זו עוסקת בהיבטים של מערכות תקשורת הן עבור תקשורת ספרתית מתקדמת והן עבור תקשורת אופטית החל מרמת רכיב ומודול ועד ביצועי מערכת. הסטודנט במעבדה זו יעסוק במדידות פרמטרים שונים ואפיון של רכיבי תקשורת רדיו ואופטית שונים, יחקור את התופעות הלא-ליניאריות ברכיבים ובסיבים והשפעתן על ביצועי מערכת תקשורת אופטית וכן יעסוק במדידת מאפיינים שונים של ביצועי מערכות ורשתות אופטיות.

הנושאים שילמדו במעבדה:

מדידת ביצועים של מערכות תקשורת רדיו ואופטיות; סיב חד ורב אופניים; נחות ודיספרסיה, פיזור בריליון ורמן, אפנון עצמי והדדי של פאזה; לייזרים לרשתות אופטיות: DBR, DFB, Tunable - laser. גלאים אופטיים מסוג PIN ו-APD. מגברים אופטיים SOA ו-EDFA. מדידת BER. התקנים פסיביים לרשתות WDM. העברת אותות רדיו על גבי סיבים אופטיים (ROF). טכנולוגיות תקשורת רחבות סרט: UWB MB-OFDM, Impulse Radio, סימולציה של מערכות תקשורת באמצעות ADS. תוכנת

ספרי לימוד:

1. Proakis, J.G., "Digital Communications", 3rd Ed., McGraw-Hill, 1995.
2. Gitlin, R., J. F. Hayes, S.b. Weinstein, "Data communications principles", Plenum, 1994.
3. Trischitta, P.R., Varma E.L., "Jitter in Digital Transmission Systems", Artech House, 1989.
4. Agraval, G. P., "Fiber-optic Communication Systems", A Wiley- Interscience Publication, Second Edition, 1997
5. Bajiv Ramaswami, Kumar N. Sivarjan, "Optical Networks", Academic Press, 1998.
6. K.M. Sivalingam, S. Subramaniam, "Optical WDM Networks. Principles and Practice" Kluewer, 2000

55411 - נושאים נבחרים בתקשורת ספרתית Selected topic in digital communication

אופן הוראה : שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

כללי:

מטרת הקורס להסביר לסטודנטים נושאים מתקדמים בתקשורת ספרתית בכל שלבים של שרשרת השידור. קורס זה יכלול ניתוח המרכיבים השונים במודמים והדגשת ההבנה המערכתית מתמטית הנדרשת בכל שלב מנקודת מבט של תורת האינפורמציה והדרישות לקבלת אופטימליות מכל יחידה במסלול שידור קליטה. יסקרו וינתחו מערכות תקשורת בערוצי תקשורת שונים.

הנושאים שיילמדו בקורס:

שיטות אפנון ספרתיות, קידוד מקור, אנטרופיה ועקרונות תורת האינפורמציה. אפיון מתמטי של ערוצי תקשורת שונים. משפט שאנון. קודי קונבולוציה ומפענח ויטרבי. שווינים מסוג MLSE. סקירה על ביצועי הסתברויות שגיאה של שיטות האפנון השונות. ניתוח מערכות בערוצי תקשורת שונים, וניתוח גישות לערוץ: תקשורת רחבת סרט, OFDM, WDM, מערכות תקשורת ימיות.

ספרי לימוד:

1. Proakis, J.G., "Digital Communications", 3rd Ed., McGraw-Hill, 1995.
2. Roden, M., "Digital Communication Systems Design", Prentice-Hall, 1998.
3. Gitlin, R., J. F. Hayes, S.B. Weinstein, "Data Communications principles", Plenum, 1994.
4. Lee, E.A., and Messerschmitt, D. G., Digital Communication, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1990.
5. Haykin, S.S., "Communication Systems" 2nd Ed., Wiley, 1983.

55412-אנטנות חכמות במערכות רדיו Smart antennas in radio systems

אופן הוראה : שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי

בעקבות הפיתוח המואץ וההשקעות העצומות בתקשורת רדיו בכוח אדם ובמשאבים, התפתח לאחרונה תחום האנטנות החכמות, שיחולל מהפכה בשיפור ביצועי תקשורת ניידת ובמיוחד שינויים בתפיסת נושא התא של מערכות סלולאריות. נושא האנטנות החכמות הנו במידת-מה רב תחומי ומקיף גם את נושאי מערכות משוב ובקרה, עיבוד אותות ובמיוחד אופייני אנטנות ומערכי אנטנות. מעטים עדיין המהנדסים המכירים נושא חדשני זה, הדורש ידע רב. לכן רצוי כי מהנדס פיתוח ואיש מחקר עדכני בתחומי תקשורת רדיו יהיה בקיא וישלוט בנושא חשוב וחדשני זה.

הנושאים שילמדו בקורס:

הקדמה: חשיבות אנטנות חכמות לשיפור מערכות תקשורת רדיו. חזרה על האופינים החשובים של אנטנות בודדות ומערכים. חזרה על ניתוח וחישובי אנטנות בודדות ומערכים. מערכים פסיביים ואקטיביים של אנטנות. שיקולי שדה רחוק וקרוב בניתוחי אנטנות. שיטות שוניות (diversity) במערכות רדיו. עקרונות של אנטנות מסתגלות וחכמות. טכניקות מיוחדות של עיבוד אותות לאנטנות חכמות לאיפוס הפרעות ולמרב אותות רצויים. אנטנות חכמות בטכניקות של מיתוג אלומה והסתגלות מלאה: ניתוח, חישובים ודוגמאות. תכנון תת-מערכת של אנטנה חכמה. יישומי אנטנות חכמות עבור תקשורת ניידת קרקעית ועבור תקשורת (חלל) לוויינית. חידושים ומגמות התפתחות בנושא אנטנות חכמות.

ספרי לימוד:

1. Balanis, C. A., Antenna Theory, 3rd ed., Wiley, 2005.
2. Gross, F., Smart Antennas for Wireless Communication, McGraw-Hill, 2005.
3. Godara, C., Smart Antennas, CRC, 2004.

55413 - רשתות גישה מהירה Broadband Access Networks

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

בקורס זה נלמד טכנולוגיות חדשות לתמסורת מידע במהירות גבוהה. הנושאים המרכזיים בקורס עוסקים בגרסאות שונות ואפליקציות של טכנולוגיה גישה מהירה ברשתות קוויות כולל cable , xDSL , modem, ורשתות אלחוטיות לטווחים קצרים כולל WLAN בתקני IEEE802.11 ורשתות אלחוטיות-אישיות (WPAN) ו WMAN בתקני IEEE802.16 וברשתות משולבות סיב אלחוטיות.

הנושאים שילמדו בקורס:

1. מיון רשתות במהירויות גבוהות, פרוטוקולים ורשתות לגישה (access).
2. מבנה ופרוטוקולים של Frame Relay רשתות אזוריות במהירויות גבוהות, טכנולוגיה SDH, SONET ורשתות סינכרוניות: פרוטוקולים רשתות Gigabit Ethernet .
3. תקנים בינלאומיים והמלצות בתחום רשתות גישה קוויות: מבוא לטכנולוגיות xDSL: גישה מהירה על קווי HFC, סקירת תקני DOCSIS למודם כבלים.
4. גישה מהירה ברשתות אלחוטיות: סקירת משפחת פרוטוקולי רשתות מקומיות אלחוטיות בתקני IEEE802.11, התפתחויות עדכניות בטכנולוגיית פס רחב אלחוטית ניחת (FBWA) וסקירת תקני IEEE802.16 לרשת עירונית אלחוטית.
5. Ultra Wideband ותקני IEEE802.15.3a
6. מערכות תקשורת משולבות סיב-אלחוטיות לגישה מהירה ומערכות רדיו-על-סיב.

ספרי לימוד:

1. [Tanenbaum, A.S., Computer Networks](#), 4th Ed., Prentice Hall, 2003.
2. Cable Modems: Current technologies and applications", Fijoleck J. et al. Ed. IEEE press, 1999
3. Fundamental of DSL technology, Ed. P. Golden, H. Dedieu, K. Jacobsen, Auerbach Publications 2006.
4. Mullet G.J. Wireless Telecommunications systems and networks, Thomson Delmar Learning, 2006

ספרי עיון:

1. IEEE – standards, magazines
2. R. Tafazoli, Technologies for the Wireless World, I,II,III, Wiley 2005
3. Mobile WiMax, Kwang-Cheng Chen and J. Roberto B. De Marca (Ed.) Jhon Wiley & Sons 2008

55415 - תכן מודולים בתקשורת אלחוטיות Module Design in Wireless Communications

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרות הקורס:

קורס זה הנו קורס מתקדם בתכנון של מודמים אלחוטיים ומשדרים-מקלטים מודרניים לתקשורת דיגיטאלית. הוא דן בפרמטרים החשובים הקשורים לרכיבי-העל מהמדף בתחום הרדיו ופס הבסיס, ובתכנון הפרטני של אותם המעגלים שבדרך כלל לא ניתנים להשגה מן המדף. בסוף הקורס, הסטודנטים ישלטו בטכניקות ובכלים שימושיים לטווח הארוך, אשר יקנו להם הבנה יסודית של נושאים מורכבים

הנושאים שילמדו בקורס:

1. הנוף האלחוטי המודרני – כוונים ואתגרים.
2. ארכיטקטורות שידור-קליטה מודרניות.
3. מערכות קליטה – תכנון ומדידה.
4. תופעות טפיליות במקלטים.
5. מערכות שידור – תכנון ומדידה.
6. תופעות טפיליות במשדרים.
7. סינתסיזרים – תכנון ומדידה.
8. תופעות טפיליות בסינתסיזרים.
9. מתנדים לתדר גבוה בעלי רעש נמוך – תכנון ומדידה.
10. מתנדים גבישיים – תכנון ומדידה.
11. תופעות טפיליות במתנדים.

ספר לימוד

1. Luzzatto, A. and Shirazi, G., "Wireless Transceiver Design", Wiley, 2007.

מקורות נוספים

2. Clarke, K., and Hess D., "Communication Circuits, Analysis and Design", Addison Wesley 1971.
3. Schwartz, M., "Information, Transmission Modulation and Noise", McGraw-Hill, 1990.
4. Sklar, B., "Digital Communications, Fundamental and Applications", Prentice Hall, 2001.
5. Charles K. Chui, "An Introduction to Wavelets", Academic Press, 1995.

55416 מערכות תקשורת רדיו 2 Radio communication systems 2

שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרות הקורס:

קורס זה מתמקד בנושאים מתקדמים בתחום תקשורת רדיו כקורס המשך של מערכות תקשורת רדיו 1. הסטודנט ילמד את עקרונות פעולה ושיטות לאפיון וניתוח של מערכות תקשורת המשתמשות בטכנולוגיות חדשניות כגון **MIMO**, שידור על מספר רב של גלים נושאים, תקשורת מרחיבת סרט (**spread spectrum**).

הנושאים שילמדו בקורס:

מערכות **MIMO**: שיטות פיענוח אפנון זמן-מרחב משולב. שיטות קידוד בערוצים אל-חוטיים: קוד ליניארי, קודי קונבולוציה, קוד טורבו, וכד'. אפנון וקידוד מסתגלים: משדר מסתגל, שיטות לבקרת קצב שידור, הספק שידור ועוד. מערכות תקשורת המשדרות על מספר גלים נושאים **MC Systems**. אפנון מרובה גלים נושאים עם חפיפה בין אפיקים. מימוש מערכות **MC**. תקשורת מרחיבת סרט, **FHSS**, **DSSS**. מערכות רבות משתמשים. שיטות ריבוב **FDMA**, **TDMA**, **SDMA**, **CDMA**.

ספר לימוד:

1. Goldsmith A. Wireless Communication, Cambridge 2005

ספרי עיון:

2. Tse D. Viswanath P. Fundamental of Wireless Communications, Cambridge 2005
3. Molisch A. F., Wireless communications, John Wiley 2005
4. Prasad R. and Mihovska A. "New Horizons in Mobile and Wireless communications
5. T.S. Rappaport, "[Wireless Communications](#)", Wiley, 2002.

55417 אר.אף.איי.סי. 2 RFIC 2

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרות הקורס

קורס זה דן בניתוח ותכנון של רכיבים אנאלוגיים שונים המשמשים במשדרים ומקלטים של מערכות תקשורת רדיו. הסטודנט ילמד מהם הפרמטרים החשובים של הרכיבים וכן כיצד להפיק אותם מדרישות מערכתיות כפי המשתקפות בתקני תקשורת שונים.

הנושאים שילמדו בקורס:

מבוא לטכנולוגיות RFIC. מושגי יסוד- רעש, ליניאריות, וכו'. תכנון LNA. מודלי רעש של טרנזיסטור MOS וטרנזיסטור ביפולרי. תכנון מגברים בעלי טופולוגיות שונות למזעור ספרת הרעש שלהם ולרמת תיאום גבוהה להעברת הספק מרבי. תכן ערבליים. ערבליים מבוססי מיתוג. ערבלי פסיבי וערבלי אקטיבי. רעשים בערבלי ליניאריות. ערבליים מבוססי רכיב לא-ליניארי. מבוא למתנדים לתדר גבוה.

ספר לימוד:

1. Lee, T.L., "The Design of CMOS RF Integrated Circuits", Cambridge University Press 2004.

ספרי עיון:

2. Luzzatto, A. and Shirazi, G., "Wireless Transceiver Design", Wiley, 2007
3. Razavi, B. "RF Microelectronics", Prentice-Hall, 1998.
4. Cripps, S.C., "RF Power Amplifiers for Wireless Communications", Artech House, 1999.

55555 - ראייה ממוחשבת למערכות אבטחה

Computer Vision for Security Systems

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרות הקורס:

המטרה העיקרית של הקורס היא להקנות לסטודנטים את הידע באלגוריתמים בסיסיים בתחום של ראייה ממוחשבת. בהמשך נלמד טכניקות מתקדמות בראיה ממוחשבת על מנת להתמודד עם האתגרים במערות בטחון. בנוסף, הסטודנטים ילמדו להשתמש בתוכנות Matlab וסיפריית OpenCV ליישום ופיתוח אלגוריתמים של ראייה ממוחשבת. הסטודנטים יתבקשו להציג מיני-פרויקט בניסיון להתמודד עם אחת הבעיות הרלוונטיות בתחום מערכות הביטחון. הסטודנטים יידרשו ליישם את הידע בתכנון פיתוח, ואנליזה שנרכש במהלך הקורס. לסיכום הקורס מבסס קשר בין הפיתוחים האקדמיים של השנים האחרונות בתחום הראיה הממוחשבת ואספקטים יישומיים הרלוונטיים לתחום מערכות הביטחון

הנושאים שילמדו בקורס:

1. הצגת האתגרים הקיימים במערכות הביטחון והפתרונות הפוטנציאליים בעזרת הראיה הממוחשבת.
2. מבוא לסוגי מצלמות שונים, מודלים מתמטיים של המצלמות ושיטות לכיול המצלמות.
3. אלגוריתמים בסיסיים בתחום הראיה הממוחשבת הנחוצים להבנת המשך הקורס.
4. שיטות לזיהוי ומעקב אחר פנים אנושיות בוידאו.
5. זיהוי וניתוח של הבעות פנים.
6. היכרות עם כלים כגון Matlab ו OpenCV, שיטות הערכה למערכות ראייה הממוחשבת.
7. דוגמאות לאלגוריתמים שיילמדו בקורס: Hough transform, Active Contours, Kalman filter, Particle filter, SIFT, AAM, SVM, Adaboost

ספרי לימוד:

1. C. Gonzalez, R. E. Woods, S. L. Eddins, Digital Image Processing Using MATLAB. Prentice Hall, 2003.
2. S. Z. Li, A. K. Jain, Handbook of Face Recognition. Springer, 2005.
3. C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.

ספרי עיון:

1. G. Bradski, A. Kaehler, Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library, O'Reilly, 2008.
2. D. A. Forsyth, J. Ponce, Computer Vision: A Modern Approach, Prentice Hall, 2002.
3. R. Hartley, A. Zisserman, Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press, 2004.