

55003
מתמטיקה מתקדמת
Advanced Mathematics

אופן הוראה: שו"ת
שעות שיעורים: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

מטרת הקורס להקנות לסטודנט ידע בניתוח של פונקציות במשתנים מרוכבים, טורי פוריה מוכללים ושימושיהם.

הנושאים שילמדו בקורס:

מרחבים מטריים: הגדרה מושגים בסיסיים, קבוצות פתוחות וסגורות במרחב מטרי, התכנסות ורציפות במרחב מטרי.
פונקציות של משתנה מרוכב: נקודות סינגולאריות, חתכי-הסתעפות, אינטגרלים במישור המרוכב. מיפוי קונפורמי.
ניתוח פונקציות המוגדרות ע"י אינטגרלים (דוגמאות: פונקציות גמה וזתה, פונקציות אליפטיות).
פונקציות המוגדרות ע"י משוואות דיפרנציאליות במישור המרוכב (דוגמאות: פונקציות בסל ולג'נדר).
טורי פוריה 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, 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 פוריה והתמרות אינטגרליות. הוצאת הפקולטה למתמטיקה, טכניון 1997.



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

55004

ניתוח מטריציאלי ותהליכים אקראיים במערכות הספק
Matrix Analysis and Accidental Processes in Power Systems

אופן הוראה: שו"ת
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 .

ספרות:

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: שו"ת
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 **Matlab** ו-**Maple** 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: שו"ת
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 הפאזות, שיטת האיזוקלינות.
8. מערכות בקרה ספרתיות – שיטות אנליזה (**RL**, **NYQUIST**).
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, 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



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

55013

מיתוג רך וממירים עם קבלי מיתוג
Soft-Switching and Switched Capacitor Converters

אופן הוראה: שו"ת
שעות שבויעות: 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 עבור 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 (**pfc = power factor correction**), עם שתי רמות ועם רמה אחת (**single switch-stage**), אינברטרים עם מיתוג רך.

ספרי לימוד:

1. IEEE Transactions on Power Electronics 1994-2002

55014
עיבוד אותות ספרתי מתקדם
Advanced DSP

אופן הוראה: שו"ת
שעות שיעור: 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 – **Floating point**, **Fixed 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 &I EEE 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: שו"ת
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

עבוד תמונות מתקדם
Advanced Image Processing

אופן הוראה: שו"ת
שעות שבויעות: 3
נקודות זכות: 3

נושאים

1. **רקע כללי ומבוא:**
 - א. סקירה על נושאי הקורס.
 - ב. רענון בנושאים שונים הקשורים לעיבוד תמונה, הדמיה, ושדות אקראיים (**random fields**).
2. **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 זהוי תבניות סטטיסטיות.
3. **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 (קולימטור חורים) ו-**Coded aperture imaging**.

ספרים

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 בבא הזמן, והעתקי המאמרים יהיו בספרייה או באתר הקורס באינטרנט.

55017
אופטיקה קוונטית
Quantum Optics

אופן הוראה: שו"ת
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: **Heisenberg**, **Shroedinger** 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. Sargent 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: שו"ת
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 DBR, DFB 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: שו"ת

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 שיילמדו 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**) באיזורים 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 **HF**, **LF**, **VLf**, **ELF**. מיקרוגלים, גלים מילימטריים וגלים אופטיים. התפשטות גלים במערכות מכ"מ וחישה מרחוק. מבוא לבעיות הפוכות.

ספרי לימוד:

1. Propagation of Radiowaves, 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: שו"ת

שעות שיעורים: 3

נקודות זכות: 3

נושאים שילמדו בקורס:

1. חזרה לתורת ההסתברות
2. כמות המידע.
3. יתירות סטטיסטית.
4. תהליך מרקוב.
5. קידוד DPCM.
6. עיבוד ספקטראלי.
7. יתירות סטטיסטית צמצם.
8. הצפנה.
9. מהירות העברת מידע.
10. דגם הערוץ.
11. קיבולת הערוץ.
12. נוסחת השנון.
13. העברת מידע לטווח הרחוק.
14. קידוד נגד שגיאות וכמות מידע.

ספר לימוד:

1. Jan C. A. van der Lubbe, "Information Theory", Cambridge Univer. Press, 2002.
2. R.E. Blahut, "Principles and Practice of Information Theory", Addison-Wealey, 1987.
3. R.W. Hamming, "Coding and Information Theory", Prentice-Hall, 1980.
4. R.M. Gray "Entropy and Information Theory" Springer Verlag, 1990.

ספרי עיון:

1. Papoulis, A. "Probability, Random Variables and stochastic Processes", McGraw-Hill, 1998.
2. Deller, J., J. Proakis, "Discrete Time Processing of Speech Signals", Prentice-Hall, 1995.
3. Rabiner, L.R., R.W. Schafer, "Digital Processing of Speech Signals", Prentice-Hall, 1978.
4. Oppenheim, A.V., R.W. Schafer, "Discrete Time Signal Processing", 2nd Ed., Prentice-Hall, 1999.
5. Lectures slides: http://www.hait.ac.il/staff/commEng/Michael_Bank/M_Bank.html

55025

מערכות תקשורת רדיו
Radio communication systems

אופן הוראה: הרצאה
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 צרת 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 איפסור 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 מתקדם
Power Systems Advanced

אופן הוראה: שו"ת
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

בקורס זה יחשפו הסטודנטים לנושאים מתקדמים בניתוח ותכנון מערכות הספק. הם יכירו את הבעית החריגות בתפקוד מערכות וילמדו שיטות למניעתן וטיפול בבעיות כאלה. כמו כן ילמדו הסטודנטים לתופעות כגון: זרמי קצר ומתחי יתר, וויסות מתחים ותדרים ובעיות היציבות במערכות הספק.

נושאים שילמדו:

חזרה על חומר בסיסי במערכות הספק
חלוקת הספקים והפסדי אנרגיה
הספק הגבי והשפעתו על תפקוד נכון של מערכות הספק
ניתוח רשתות מסובכות מאוד ופתרון איטרציוני.
אופטימיזציה במערכות הספק
סקירה על תופעות חריגות ותקלות במערכות הספק
קצרים סימטריים ובלתי-סימטריים
תופעות של מתחי יתר
בעיות היציבות וויסות מתחים
ויסות תדר וחלוקה אופטימלית של הספקים בין גנראטורים/תחנות כוח.
יציבות סטאטית ודינאמית של מערכות הספק

ספרי לימוד:

1. Gonen, T., Modern Power System Analysis, John Wiley & Sons, 1998
2. Lakervi, E. & Holmes, E.J., Electricity Distribution Network Design, Peregrinus/IEE, 1995

ספרי לימוד:

1. Shenkman, A., Transient Analysis of Electric Power Circuit Handbook, Springer, 2005
2. Nasar, S.A., F.C. Trutt, Electric Power Systems, CRC Press, 1999

55031

תורת הקוונטים לאלקטרוניקה
Quantum Theory for Electronics

תכני הקורס

(א) בסיס עיוני של תורת הקוונטים (18 שעות)

1. סקירה של מכאניקה קוונטית. פונקציית 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 טראנסלטורית (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, 1980.

55102

מאפנני אור מרחביים
Spatial Light Modulators

אופן הוראה: שו"ת
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". hichester: 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: שו"ת
שעות שיעור: 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 שבויעות: 4
נקודות זכות: 3

מטרות הקורס

קורס זה נועד להקנות לסטודנטים לתואר שני באלקטרו-אופטיקה ועבוד 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 ושימוש למדידות.
7. אפיון מעבדתי של עדשות ומערכות אופטיות ומדידת הביצועים והפרמטרים שלהם.
8. ניסויים באופטיקת פוריה 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 לציוד המעבדה שימסרו ע"י המרצה לסטודנטים לפי הצורך.

55105
רשתות עצביות מתקדמות
Advanced Neural Networks

אופן הוראה: שו"ת
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי

סטודנט ילמד שיטות מתקדמות של למידה של רשתות עצביות ושימושים שלהן בעיבוד אותות ומיין.

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 ושימושי.

רשת **Hopfield** ושימושי. רשת **Elman** ושימושי. רשתות שך אירגון עצמי. רשת **Kohonen** ושימושי. 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: שו"ת
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי

קורס זה מהווה מבוא למערכות ורכיבים אופטיים מתקדמים לא-קונוונציונליים. הדגש יהיה על התיאוריה והיישום של מיקרו-אופטיקה ושל אופטיקה דיפרקטיבית, גישות לתכנון מערכות אלו, וסקירה של שיטות הייצור הנפוצות (יחסית) שלהם, וכמובן על יישומים מעשיים.

נושאי הקורס

- ◆ מבוא לעקרונות אופטיקת פוריה.
- ◆ העיקרון ההול וגרפי.
- ◆ עקרונות תכנון העדשות הקלאסי.
- ◆ רכיבים אופטיים דיפרקטיביים ורכיבים אופטיים הולוגרפיים.
- ◆ אופטיקה בינארית.
- ◆ יעילות דיפרקציה ברכיבים דיפרקטיביים וברכיבים הולוגרפיים.
- ◆ שיטות חישוב לרכיבים דיפרקטיביים, הולוגרפיים והיורידיים.
- ◆ שיטות ייצור של רכיבים דיפרקטיביים וברכיבים הולוגרפיים.
- ◆ מערכי עדשות ותכונותיהם.
- ◆ שיטות ייצור של מערכי עדשות.
- ◆ 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: שו"ת
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 היסטרזיס 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: שו"ת
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 שיילמדו 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: שו"ת
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 נורמאליים 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, SF_6 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: שו"ת

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. בזוטקין, ב. לריונוב, "טכניקת מתחים גבוהים", אנרגואטומויזדט, מוסקבה, 1986

55206
אמינות של מערכות הספק
Reliability of Power Systems

אופן הוראה: שו"ת
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, ממירים 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.

55209
ממירים FB,TL
FB,TL Converters

אופן הוראה: שו"ת
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

בקורס זה ייסקרו 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 שלישי 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: שו"ת
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 מחודשות, 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 גאו-תרמית 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.

55303
מיקרוסקופיה אלקטרונית
Electron Microscopy

אופן הוראה: שו"ת
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 וזרם 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 האטומים 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.



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

55307

דיודות לייזר
Laser Diodes

אופן הוראה: שו"ת
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

מטרת הקורס:

הקניית ידע בסיסי באופן הפעולה ותכונותיהן של דיודות לייזר, ישומים, והיבטים הנדסיים של שימוש בדיודות אילו.

תוכן הקורס בראשי פרקים:

1. מבוא. רמות ופסי אנרגיה, פליטה ספונטנית ומאולצת, 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 וזרם 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 **DFB, DBR**. 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.

ספרות מקצועית:

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)



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

55308

פיתוח קוד אופטימאלי ליישומי עבוד תמונה
Optimal Code for Image Processing

אופן הוראה: שו"ת

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

1. שיטות ואריאציוניות בעיבוד תמונה

a. נחשים גאודזיים

b. דיפוזיה לא לינארית

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

ספרות מקצועית: 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: שו"ת
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 וסקור יישומים נפוצים כגון מדידת רמת הסוכר בדם וגילוי זיהומים במים.

תוכן הקורס בראשי פרקים:

1. סקירה כללית של חיישנים ביו-רפואיים
2. עקרונות האלקטרוכימיה 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.

ספרות מקצועית:

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: שו"ת
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: שו"ת
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 בראיה ממוחשבת
Industrial Application of Artificial Intelligence in Computer Vision

אופן הוראה: שו"ת

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

שערור (maximum likelihood, Bayesian).

שיטות שערור 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.

ספרות:

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)

55403

נושאים נבחרים בתהליכים אקראיים
Selected Topics in Random Processes

אופן הוראה: שו"ת
שעות שיעור: 3
נקודות זכות: 3

מטרות 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 שילמדו בקורס: חזרה על תהליכים סטציונריים. אותות ציקלוסטציונריים ותהליכים עם אינקרמנטים סטציונריים (ת"א פרקטליים), פונקציית 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 (משערך נקודתי: עקבי, מוטהלסר הטייה, מספיק, שלם, יעיל, נורמלי אסימפטוטית). חסם Cramer-Rao ומטריצת Fisher. הגישה הבייסיאנית, משערכי MAP ו-ML. משערך 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 אנטנת.

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).



מכון טכנולוגי חולון
Holon Institute of Technology

55405

תקשורת אופטית לא-ליניארית Non Linear Optical Communication

אופן הוראה: שו"ת

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

מערכות תקשורת ניידת ותאיות
Mobile and Cellular Systems

כללי:

לנוכח הפיתוח המואץ בתקשורת הניידת והתאיות והשלכותיהם על החברה והכלכלה, נדרש קורס מיוחד למערכות תקשורת ניידות ותאיות. בקורס זה ילמדו הסטודנטים את התיאוריה והפיתוחים הטכנולוגיים של תחום התקשורת הניידת והתאיות ויילמדו גם מגמות התפתחות צפויים, במיוחד בנושא תקשורת ניידת רחבת סרט, *OFDMA* והדור השלישי והרביעי המשלבים את התקשורת הניידת, התאיות, הניידת.

הנושאים שיילמדו בקורס:

מבוא למערכות תקשורת ניידות ותאיות. אבולוציה של מערכות *3G*, עקרונות בהתפשטות גלים עבור מערכות תקשורת ניידות. מודלים לערוצי תקשורת אלחוטיים כולל *Rayleigh Fading Channel* ו- *Rician Channel*. מושג התא ואופיינו. שימוש חוזר בתדרים. שיטות אפנון מיוחדות. מערכת *CDMA*, קודים אורתוגונאליים; קודים כילו אורתוגונאליים; שיטת *CCK*; שיטת *OFDMA*. מערכות מיקרו תאיות ופיקו-תאיות. שיקולי תכנון ממשקי אויר למערכות דור שלישי ומקלטים *UMTS*. מערכות *UTRA TDD FDD* ו- *UTRA*. מערכות *WLAN* כולל *WIFI* ו- *WIMAX*.

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 (2ndad)
4. A. Mehrotra, "Cellular Radio Performance Engineering", 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. B. Sklar, "Digital communications" Pearson Education, 2001
8. Hess, G.C., "Handbook of Land Mobile Radio Systems". Artech House, 1998.
9. IEEE and IEE Transactions and Magazine papers on Mobile, Cellular Communications and Vehicular Technology.
10. Stuber L. G. "Principle of Mobile Communications", Kluwer 1996
11. Tafazoli R. "Technologies for the Wireless Future" Wiley 2005.
12. Paulraj A. Nabar R. and Gore D. "Introduction to Space-Time wireless communications" Cambridge Press 2003

55407
מערכות תקשורת לוויינים
Satellite Communications Systems

אופן הוראה: שו"ת
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3

כללי:

מטרת הקורס להקנות לסטודנטים הבנה מעמיקה וידע בעקרונות תקשורת לוויינים. סקירה על עקרונות ופיתוחי מערכות תקשורת לווייניות. 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 לווייניות שונות. אנטנות בלוויין ותכנת קרקע. חישובי נתיב ומקדמי הטיב של מערכות כולל **link budget**. מערכות תקשורת לוויינים גיאוסטציונריות ובמסלול נמוך. אופן במערכות לווייניות. מקלטים וחישובי רגישות. שיטות סנכרון. נייחות וניידות. לווייני ניווט **GPS**. מערכות קרקע ללוויינים. בונוס: 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: שו"ת
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 וסינתיסיזרים. 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., Pavio, 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.

55409

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** and **None loop**. 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. **Wander Jitter** 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: 3
נקודות זכות: 4

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 שיילמדו במעבדה:

מדידת ביצועים של מערכות תקשורת רדיו ואופטיות; סיב חד ורב אופניים; ניחות ודיספרסיה, פיזור בריליון ורמן, אפנון עצמי והדדי של פאזה; לייזרים לרשתות אופטיות: **DBR**, **DFB** ו- **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 תוכנת **ADS**.

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 ביצוי 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",
4. Plenum, 1994.
5. Lee, E.A., and Messerschmitt, D. G., Digital Communication, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1990.
6. Haykin, S.S., "Communication Systems" 2nd Ed., Wiley, 1983.

55412

אנטנות חכמות במערכות רדיו
Smart antennas in radio systems

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. שיטת 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: שו"ת

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, **xDSL**, **cable modem**, ורשתות אלחוטיות לטווחים קצרים כולל **WLAN** בתקני **IEEE802.11**, ורשתות אלחוטיות-אישיות (**WPAN**) ו **WMAN** בתקני **IEEE802.16** וברשתות משולבות סיב אלחוטיות.

הנושאים שיילמדו בקורס:

1. מיון רשתות במהירויות גבוהות, פרוטוקולים ורשתות לגישה (**access**).
2. מבנה ופרוטוקולים של **Frame Relay** רשתות אזוריות במהירויות גבוהות, טכנולוגיה **SDH**, 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: שו"ת
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

תיאור הקורס:

הנוף האלחוטי המודרני – כוונים ואתגרים.
ארכיטקטורות שידור-קליטה מודרניות.
מערכות קליטה – תכנון ומדידה.
תופעות טפיליות במקלטים.
מערכות שידור – תכנון ומדידה.
תופעות טפיליות במשדרים.
סינתסייזרים – תכנון ומדידה.
תופעות טפיליות בסינתסייזרים.
מתנדנים לתדר גבוה בעלי רעש נמוך – תכנון ומדידה.
מתנדנים גבישיים – תכנון ומדידה.
תופעות טפיליות במתנדנים.

ספר למיוד של הקורס

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.