

**Course name:** RF Circuits & Antennas

**Lecturer:** Dr. Naftali Landsberg

**Lectures:** 3 hours/week; Recitations = 1 hour/week

**Prerequisite:** Wave Transmission and Distributed Systems

**Final Grade:**

10% homework

20% Computer Projects

70% final exam

### Course details:

The wireless systems are one of the major factors of the evolution of technology in the recent decades. The goal of this course is to expose the students to the field and review the fundamentals of these systems.

The course presents the fundamentals of electromagnetics and radiation, antenna theory, waveguides, wireless systems, radars, passive RF components and transistors based active components.

### Detailed plan by week

1. Review of vector analysis and intuitive derivation of the differential Maxwell Equations, the Helmholtz Equation and the Radiation Integral.
2. The far field approximation and the solution of the radiation integral. Green's function and the vector potential. The elementary dipole and the impulse response of the free space.
3. The radiation integral of typical radiators: the half wavelength dipole and additional current distributions.
4. Antenna parameters: radiation pattern, directivity, efficiency, gain, radiation resistance, input impedance, matching, linear and circular polarizations.
5. The Friis transmission equation and the radar equation. The mono static and the bistatic radars. Typical radar waveforms: pulse and Linear FM.
6. Introduction to linear arrays: the array element and the array factor, beam steering, phased arrays, and multi beam arrays. Virtual arrays in MIMO radar systems.
7. Waveguides: rectangular and circular waveguides, the electromagnetic field solution and the modals presentation. The TE and TM modes.
8. The excitation of the waveguide and modes excitation. The aperture antenna implementations: horn and dish antennas.
9. Additional waveguides: the dielectric slab, the grounded dielectric slab, microstrip and stripline.
10. Microwave systems introduction: passive and active elements, gain and noise in the system and their affect on the wireless system performance.
11. Microwave networks: Z and Y parameters, S parameters and the ABCD matrix. Introduction of the vector analyzer.
12. Introduction to RF components: amplifiers, mixers and switches.
13. The CMOS process and RF components implementation in this technology.  $f_{max}$  of a transistor in an IC process. Implementation of passive elements , impedance matching and active components implementations in RFIC.

\* The order of the topics might be changed during the semester.

**שם הקורס:** מבוא לאנטנות ומעגלי RF  
**מרצה:** ד"ר נפתלי לנדסברג  
**מספר שעות שבועיות:** 3 שעות + שעת תרגול  
**דרישות קדם:** תמסורת גלים ומערכות מפולגות  
**ציון סופי:**

10% תרגילי בית  
20% פרויקטי תכנון בעזרת תוכנת סימולציה אלקטרומגנטית  
70% מבחן מסכם

#### פרטי הקורס:

בעשורים האחרונים התקשורת האלחוטית מהווה אחד מהגורמים המרכזיים בהתפתחות הטכנולוגית ומטרת הקורס הינה לחשוף את הסטודנטים לעולם זה ולהבין את העקרונות הבסיסיים במערכות אלו. הקורס מציג עקרונות בסיסיים באלקטרומגנטיות וקרינה, תורת האנטנות, מוליכי גלים, מערכות תקשורת אלחוטיות, מכ"מ התקני RF פאסיביים והתקנים אקטיביים מבוססי טרנזיסטורים.

#### תכנית הקורס לפי שבועות:

- חזרה על אנאליזה ווקטורית, פיתוח אינטואטיבי של משוואות מקסוול בייצוגן הדיפרנציאלי, משוואת הלמהולץ ואינטגרל הקרינה.
- קירוב השדה הרחוק ופתרון אינטגרל הקרינה, פונקציית גרין והפוטנציאל הווקטורי. דיפול אלמנטרי ותגובת ההלם של המרחב החופשי.
- פתרון אינטגרל הקרינה לקורנים קלאסיים: דיפול חצי אורך גל ופילוגי זרם שונים.
- פרמטרי אנטנות: עקום קרינה, כיווניות, נצילות, שבח, התנגדות קרינה, עכבת כניסה, תיאום, קיטוב ליניארי וקיטוב מעגלי.
- נוסחת פריס למערכות אלחוטיות ומשוואת המכ"ם, רדאר מונוסטטי וביסטטי, צורות גל טיפוסיות במערכות מכ"מ: רדאר פולסים ורדאר Linear FM.
- מבוא למערכים ליניאריים של אנטנות: מקדם המערך ומקדם האלמנט, הסחת אלומה, מערכים סוקרים ומערכים רבי אלומות. מערכים ווירטואליים במערכות רדאר מסוג MIMO.
- מוליכי גלים: גלבו מלבני ועגול, פתרון השדה האלקטרומגנטי במוליכי גלים וייצוגו בעזרת האופנים. הבחנה בין מודי TE ו-TM.
- עירור הגלבו באופנים שונים. הצגת אנטנות מפתח מסוג שופר ואנטנות צלחת.
- מוליכי גלים נוספים: לוחית דיאלקטרית, מיקרוסטרפ וסטריפליין.
- מבוא למערכות מיקרוגל: אלמנטים אקטיביים ופאסיביים, רעש והגבר במערכת והשפעתם על ביצועי המערכת.
- מידול רשתות: מטריצת Y, Z, פרמטרי פיזור (SP), ומטריצת ABCD. הצגת הנתח הווקטורי ואופן פעולתו.
- מבוא לרכיבי RF: מימוש מגברים, מיקסרים ומפסקים.
- יתרונות תהליך ה-CMOS וחסרונותיו במימוש מעגלי RF. הגדרת התדר המקסימלי בתהליך של מעגלים משולבים. מימוש אלמנטים פאסיביים, תיאום רכיבים ומימוש אלמנטי RF אקטיביים במעגלים משולבים.

\* סדר הנושאים עשוי להשתנות בהתאם להחלטת המרצה.