
האוניברסיטה העברית בירושלים

סילבוס

מאלגברה לינארית לאייפון (א'): הנדסת חשמל ומערכות
מעקרונות ראשוניים - 83536

תאריך עדכון אחרון 08-10-2019

נקודות זכות באוניברסיטה העברית: 4

תואר: בוגר

היחידה האקדמית שאחראית על הקורס: פיסיקה יישומית

השנה הראשונה בתואר בה ניתן ללמוד את הקורס: 0

סמסטר: סמסטר א'

שפת ההוראה: עברית

קמפוס: קרית א"י ספרא

מורה אחראי על הקורס (רכז): אורי כץ

דוא"ל של המורה האחראי על הקורס: orik@mail.huji.ac.il

שעות קבלה של רכז הקורס:

תאור כללי של הקורס:

מטרת הקורס היא לספק כלי ניתוח ופיתוח אנליטיים וטכניים ההכרחיים להבנת וניתוח מערכות טכנולוגיות נסיוניות המשמשות בפיזיקה נסיונית, בהנדסה, ובמוצרים מסחריים רבים, תוך דגש על קישור ויישום קורסי הבסיס בתואר הבוגר בפיזיקה (אלגברה לינארית, מכניקה, חשמל, גלים וסטטיסטיקה) לניתוח כמותי של מגוון בעיות פרקטיות בניסויים שונים, ובמערכות טכנולוגיות שונות כדוגמאת מערכות מדידה מדויקות, מערכות תקשורת וחישה (מערכות תקשורת אנלוגיות ודיגיטליות, מכ"ם, סונאר...). מטרה משנית חשובה היא חיבור "איי" הידע מהקורסים השונים בתואר הבוגר בפיזיקה לכדי יכולת לניתוח מערכות טכנולוגיות מורכבות "מקצה לקצה". הקורס מלווה בהדגמות רבות, תרגילים וסימולציות.

מטרות הקורס:

מטרת הקורס היא מתן כלים בסיסיים להבנת וניתוח מערכות טכנולוגיות מודרניות מעקרונות פיזיקאליים ומתמטיים ראשוניים. הקורס יתמקד בהבנת וניתוח מערכות פיזיקליות ואלקטרוניות נסיוניות כדוגמת מערכות חיישנים, תקשורת ומערכות גילוי כדוגמת מכ"ם. במהלך הקורס נראה כיצד ניתן לעשות שימוש בעקרונות הנרכשים בקורסים הבסיסיים בפיזיקה ומתמטיקה לניתוח מערכות טכנולוגיות מודרניות.

תוצרי למידה

בסימו של קורס זה, סטודנטים יהיו מסוגלים:

לנתח מערכות לינאריות שונות (חשמליות, מכניות ואחרות) בזמן ובתדר.
לנתח מערכת תקשורת מ"קצה לקצה" (למעט מערכות השידור והקליטה שיכוסו בקורס ההמשך):
מאפיון האות האנלוגי, המרתו לאות דיגיטלי, אפנון, שחזור, חישובי יחס אות לרעש.
בנוסף בסיום הקורס הסטודנט יהיה מסוגל לאפיין ולנתח מערכת גילוי: חישובי יחס אות לרעש, קביעת המסנן האופטימלי, ספי גילוי, הסתברות גילוי וקצב התראות שווא.

דרישות נוכחות (%) :

0

שיטת ההוראה בקורס: הרצאה, תרגול, ש"ב הכוללים ניסויים פשוטים ותכנות במתלב

רשימת נושאים / תכנית הלימודים בקורס:

1. מבוא למערכות לינאריות: הגדרת מערכת לינארית. תגובת מערכת לינארית בזמן והתגובה להלם. טרנספורם פוריה. תכונות טרנספורם פוריה. מערכות לינאריות אינבריאנטיות בזמן והתגובה להלם

קונבולוציה. פונקציה ההעברה במישור התדר ומשפט הקונבולוציה. מסנני תדר. הקשר העמוק לאלגברה לינארית: מרחב פורייה כבסיס הוקטורים העצמיים של כל הטרנספורמציות הלינאריות האינוריאנטיות בזמן.

2. הדגמות לחשיבות קונספט מערכות לינאריות: ניתוח מערכות מוכרות כמערכות לינאריות:

א. מערכות מכניות: אוסילטור הרמוני ומערכות מכניות אחרות: מערכת שיכוך ברכב, ממברנת מיקרופון.

ב. משוואת הגלים כמערכת לינארית: פונקציה גרין כתגובה להלם, ניתוח התאבכות בזמן ובתדר, ייצוג בעיית multipath כמערכת לינארית, ניתוח וסימולציה של הדהודים בחדר, ההשפעה באקוסטיקה ובתקשורת.

ג. מעגלים אלקטרוניים אנלוגיים כמערכות לינאריות: האימפדנס (עקבה) המוכר כמקרה פרטי של פונקציה תמסורת. מעגל אנלוגיים כפילטרים, תגובת reponse-state-zero בזמן ובתדר, מימוש מסננים שונים באמצעות RC , RLC , $pass-high$, $pass-low$, מעגלי גזירה ואינטגרציה).

3. מבוא לתקשורת אנלוגית: מבנה סכמטי של מערכת תקשורת. רוחב פס. גל נושא ואפנון. סוגי אפנון אנלוגיים AM , FM (שידור וגילוי). ריבוב תדר וזמן. מהו מתנד? חשיבותו ומימוש עקרוני. גילוי קוהרנטי ולא-קוהרנטי (הומודיין, הטרודיין). $amplifier\ in\ lock$. מימוש משדר ומקלט בשימוש ברכיבים לא לינאריים.

4. מבוא לתקשורת דיגיטלית: אפנוני אות דיגיטלי FSK , ASK , $BPSK$, $QPSK$, קצב שגיאות (BER)

5. דיגיטציה: דגימה ($Sampling$), דיגיטיזציה ($Digitization$) ושחזור. משפט הדגימה ותדירות דינאמי ותחום קוונטיזציה שגיאת, דגימה עומק. ומניעתם ($Aliasing$) בתדר קיפולים. $Nyquist$. קוונטיזציה לינארית ולא-לינארית ($companding\ and\ compression$). קצב ביטים $bitrate\ raw$.

6. אותות אקראיים ורעש: מהו רעש? הגדרת רעש כאות אקראי. אפיון רעש: הספק וצפיפות הספק ספקטראלית, משפט פרסבל. אוטוקורלציה של רעש ומשפט ווינר-קינצ'ין, יחס אות לרעש ($Signal\ to\ noise\ ratio - SNR$). $1/f$ ורעש $SHOT$ רעש, תרמי רעש: אינהרנטיים פיזיקאליים רעש מקורות. $noise\ ratio - SNR$. חיבור רעשים. חישובים בדציבל (dB). משפט פרסוול.

7. מבוא לתורת הגילוי: גילוי בנוכחות רעש, קביעת ספי גילוי ו- $off-trade$ בין הסתברות גילוי (PD) פילטרים. ($FAR - False\ Alarm\ Rate$) שווא התראות לקצב ($Probability\ of\ Detection$) אופטימליים לגילוי בנוכחות רעש ($filter-matched$ ו- $Filter\ Wiener$). הקשר ל- $counting-photon$.

8. מבוא לתורת האינפורמציה: מהי אינפורמציה ואיך מעבירים אותה? מהו ערוץ אינפורמציה? מגבלת נתון בערוץ התאורטי המקסימאלי האינפורמציה קצב על $Shannon$

9. מבוא לקווי תמסורת ($lines-transmission$): מתי לא ניתן עוד להתייחס לכבל/חוט מוליך כקצר? איך ניתן בתנאים אלו לחבר בין מכשירים שונים כך שיעבירו אותות ללא עיוותים זה לזה? מודל קווי תמסורת ומשוואת הטלגרף. אימפדנס האופייני של הקו? דוגמאות לקווי העברה נפוצים (כבל קואקסיאלי, זוג-תיילים). קו תמסורת כמערכת לינארית (כניסה-יציאה והיחס בין המתח לזרם בנקודה), ניתוח קו העברה המחבר בין מקור לעומס בזמן ובתדר. החזרות ו"הדהודים" בקו, חשיבות תיאום אימפדנסים, תיאום אימפדנסים ע"י קו רבע אורך גל, הקשר לתהודה, ולציפוי נגד החזרות באופטיקה (מהוד פברי-פרו)

10. מבוא לעיבוד אות דיגיטלי: טרנספורם פוריה דיסקרטי (חד ודו-מימדי), פילטרים דיגיטלים, חלונות תרגול - וב"זמן" בתדר ($cyclic\ convolution$), מחזורית קונבולוציה ($windowing$), $Matlab$

חומר חובה לקריאה:
רשימות הקורס

חומר לקריאה נוספת:

הערכת הקורס - הרכב הציון הסופי :
מבחן מסכם בכתב/בחינה בעל פה 90 %
הרצאה 0 %
השתתפות 0 %
הגשת עבודה 0 %
הגשת תרגילים 10 %
הגשת דו"חות 0 %
פרויקט מחקר 0 %
בחנים 0 %
אחר 0 %

מידע נוסף / הערות: