

## 044131 – אותות ומערכות סמסטר חורף תשפ"ד – דף מידע לסטודנט טיוטה 10 אוגוסט 2022

מסמך זה מתאר את מבנה ההוראה בסמסטר חורף תשפ"ד במקצוע 044131 אותות ומערכות.

אותות ומערכות הוא הקורס החשוב ביותר בהשכלה של מהנדס/ת חשמל ומחשבים וקורס מרכזי לסטודנטים בפקולטות "אורחות" כמו הנדסה ביו רפואית. הקורס הוא במשקל של 5 נקודות זכות ולכן עמוס (!). בקורס נלמדים נושאים רבים הדורשים הבנה מתמטית, הנדסית ואינטואיציה.

על מנת להצליח, יש צורך לעקוב אחר חומר הקורס ולהפנימו **בצורה רציפה**, בבחינת "יום תעזבני יומיים אעזבך" (תלמוד הירושלמי, ברכות י"ד ד).

### צוות הקורס

שעות קבלה	דוא"ל	חדר		
ראשון 18:30-19:20	galb@technion.ac.il	מאייר 766	ד"ר גל בן דוד	מרצה אחראי
				מתרגל אחראי

## דרישות קדם - מקצועות הקדם הם

44105 - תורת המעגלים החשמליים ו-104214 - טורי פורייה והתמרות אינטגרליות או 44105 - תורת המעגלים החשמליים ו-104221 - פונקצ' מרוכבות והתמרות אינטגרליות ו-104223 - מד"ח וטורי פוריה או 44191 - מערכות בקרה 1 או 104122 - תורת הפונקציות 1 ו-104276 - מבוא לאנליזה פונקציונלית ו-104285 - משוואות דיפרנציאליות רגילות א' ו-114071 - פיסיקה 1 מ

מניסיון העבר, שליטה בחומר של מקצועות הקדם נדרשת להצלחה במקצוע ולכן דרישות הקדם יאכפו כלשונם. העמידה בדרישות הקדם תיבדק לאחר מועדי המילואים של סמסטר קיץ תשפ"ג. סטודנטים שאינם עומדים בדרישות הקדם **ימחקו באופן אוטומטי מהקורס ללא הודעה נוספת**. במקרים חריגים, סטודנטים ללא ציון עובר בחלק ממקצועות הקדם – תישקל האפשרות שיוכלו להשתתף בקורס. השיקולים יילקחו בחשבון גם מצב אקדמי כללי (סטודנטים לתואר גבוה, הצטיינות, סטודנטים שלמדו את כל מקצועות הקדם, אך נכשלו במקצוע אחד וכו'). לאישור מקרים חריגים בנוגע למקצועות קדם יש להגיש בקשה במייל, בתחילת הסמסטר, למרצה האחראי **בליווי תדפיס ציונים עדכני**. פנייה ללא תדפיס ציונים לא תישקל.

## מקרים חריגים ושירות מילואים

מקרים חריגים יטופלו לפי הנהלים הטכניונים/הפקולטיים. יש לפנות ללשכת דיקן הסטודנטים, היחידה לקידום סטודנטים או ליועץ המתאים בפקולטה (סגן הדיקנית, יועץ למקרים חריגים ו/או יועץ מילואים) על ידי בקשת סטודנט.

**ציוני מעקב** – אין העברה של ציוני מעקב מסמסטרים קודמים פרט למקרים חריגים או מילואים שאושרו ע"י היועץ הרלוונטי.

**אתר הקורס** - כל ההודעות, חומר הרצאות, חומר תרגולים, קישורים, הגשות וכו' ינוהלו באתר moodle של הקורס. חובה על הסטודנט/ית להתעדכן באופן שוטף בהודעות המפורסמות באתר. עדכונים שוטפים בנושאי הקורס יישלחו בדואר אלקטרוני לרשימת התפוצה של הקורס. כל סטודנט מלימודי הסמכה הרשום לקורס נכנס לרשימה זו באופן אוטומטי (חשבון Campus). באחריות הסטודנט לבדוק את תיבת הדואר ולבקר באתר הקורס באופן תדיר.

מעבר להתייעצות בשיעורים ושעות הקבלה, באתר קיים פורום שאלות על החומר בו ניתן להפנות שאלות לסגל הקורס. נא להעלות שאלות לפורום זה, לטובת כל הסטודנטים, **וליהימנע משאלות בדוא"ל לצוות הקורס**. לפני שמעלים שאלה, מומלץ מאד לקרוא תשובות לשאלות של עמיתים, אולי כבר ענינו בדיוק על אותה שאלה.

**בקשות הנוגעות לכל הסטודנטים** - (למשל בקשה להקדים או לדחות הגשה של תרגילי בית) יש להגיש דרך נציגי הסמסטר.

**שיטת הלימוד** – ההרצאות והתרגולים יועברו בצורה פרונטלית. חומר ההרצאות והתרגולים יפורסם מראש באתר.

**הרצאות**: חומר ההרצאות הועלה בזמן מגיפת הקורונה על ידי ד"ר גל בן-דוד (דגב"ד) ליוטיוב תחת הפלייליסט "דגב"ד אותות ומערכות הרצאות אביב תשפ"א". שקפי הסרטונים זמינים באתר.

ההרצאות הסמסטר יתבססו על חומר דומה שיותאם להרצאה פרונטלית. יש לצפות להורדה או הוספה של חומר בהתאם להחלטת המרצה. החומר הקובע הוא זה שהועבר בהרצאות הסמסטר.

**תרגול עצמי ותרגילי בית** – יינתנו שני סוגי של תרגילי בית שמטרתם לגרום לסטודנטים להפנים את החומר ולהישאר עם היד על הדופק. "אל תאמר לכשאפנה אשנה, שמא לא תפנה." מסכת אבות ב' ד'. פתרון עצמאי של התרגילים שנעשה "בלב שלם ובנפש חפצה" (דברי הימים א' כ"ח 9) הוא המפתח להצלחה במקצוע.

א. תרגילי בית תיאורטיים שבועיים – הגשה בזוגות  
ב. תרגילי ממוחשבים מבוססי Matlab/Simulink – הגשה בזוגות

בנוגע להגשה - שיתוף פעולה בין קבוצות הוא אפשרי, אך העתקות (כולל מהגשות בסמסטרים קודמים) יטופלו בחומרה.

## **מבנה הציון**

תרגילים תיאורטיים – 10% תקף

תרגילי מחשב – 15% תקף.

בוחרן אמצע – 12% תקף (ציון בוחרן קטן מציון בחינה סופית) – 24% מגן (ציון בחינה סופית קטן מציון בוחרן).  
לבוחרן יתקיים מועד אחד. סטודנטים שלא יוכלו להגיע למועד זה מסיבה מוצדקת (מילואים, אבל, אשפוז וכו'), יוכלו להשלים במועד מאוחר יותר. נדרש לקבל מראש את אישור המרצה. לא יתאפשר לגשת למועד השני לצורך שיפור ציון.

מבחן סופי – 51-63%. **ציוני המעקב יבואו לידי ביטוי רק אם ציון המבחן הסופי יהיו גבוה מ-50**, אחרת הציון הסופי הוא ציון המבחן.

הבוחרן/מבחן יתקיימו בחומר סגור, למעט דף נוסחאות שיחולק ביחד עם טופס הבחינה ויהיה זמין לצפייה מראש. מותר השימוש במחשבון "פשוט" (ללא תקשורת, לא גרפי, לא בר תכנות, ללא יכולת לבצע מטלות אלגבריות כמו היפוך מטריצות). מבנה הבוחרן/בחינה הוא שאלות פתוחות. סטודנטים שקבלו הקלה מלימודי הסמכה לבחינה במחשב/טאבלט מתבקשים להקפיד לכבות כל אמצעי תקשורת בזמן הבחינה.

לוח זמנים מתוכנן

שבוע	הרצאה	תרגול	תרגיל בית
1	מבוא, הגדרות, מערכות המתוארות ע"י מד"ר, ZSR, ZIR	הגדרות, מערכות מד"ר ואותות עצמיים, אותות ימניים, שמאליים ובעלי תמך סופי, מערכות במנוחה התחלתית, קונבולוציה, קונבולוציה גרפית, מרחבי מכפלה פנימית.	מד"ר, ע"ע, ZSR ZIR מכפלה קונבולוציה, פנימית.
2	אפיון מערכת, פונקציות מוכללות, תגובה להלם, מערכות גרעין ומערכות קונבולוציה	סיווג מערכות. מידול בעיות.	סיווג מערכות.
3	יציבות, התמרת פורייה, פורייה עם פונקציות מוכללות	פונקציות מוכללות, מערכות LTI ומערכות קונבולוציה, תגובה להלם ולמדרגה והרכבת מערכות.	פונקציות מוכללות, מערכות קונבולוציה ותגובה להלם.
4	התמרת לפלס דו צדדית, פונקציית תמסורת, קטבים ואפסים, משוב	התמרת פורייה, התמרות פורייה נפוצות, מודולציה ושיערוך אותות (הפחתת רעש) בסיסי.	התמרת פורייה, יציבות.
5	סינון, בודה, Ruoth Hurwitz Root Locus	התמרת לפלס, תחומי התכנסות, פונקציות תמסורת, פילטרים ותופעות מימוש מסנן לא אידיאלי.	התמרת לפלס, פונקציות תמסורת ופילטרים.
6	לפלס חד צדדי, תגובה למדרגה, מימוש מסננים	התמרת לפלס חד צדדית ופתרון עם תנאי התחלה, עקומת בודה	התמרת חד צדדית, ובודה.
7	מרחב המצב בזמן רציף, מידול ולינאריזציה	מרחב מצב בזמן רציף	מרחבי מצב ולינאריזציה.
8	משוב, בקרי PID	מבוא לבקרה, משובים פתוחים וסגורים ובקרי PID.	בקרה, PID, מהירות התכנסות.
9	טורי פורייה, קונבולוציה ציקלית בטורי פורייה, התמרת פורייה לאותות מחזוריים, דגימת הלמים	טורי פורייה, קונבולוציה ציקלית, התמרת פורייה באותות מחזוריים, עקרון אי הוודאות – משפט פליי-וינר.	אותות מחזוריים, קונבולוציה ציקלית, התמרת פורייה לאות מחזורי.
10	זמן בדיד, משוואות הפרשים, תגובה לדגם היחידה, התמרת Z חד צדדית ודו צדדית.	זמן בדיד, דלתה של קרונקר, קונבולוציה בזמן בדיד, משוואות הפרשים, התמרת Z דו וחד צדדית ותחומי התכנסות.	זמן בדיד והתמרות Z.
11	התמרת פורייה זמן בדיד. דגימה ושחזור, דצימציה ואינטרפולציה	התמרת פורייה בזמן בדיד, אותות מחזוריים	התמרת פורייה בזמן בדיד.
12	מרחב המצב בזמן בדיד	דגימה ושחזור, משפט שנון-נייקוויסט והתחזות, מרחב מצב בזמן בדיד.	דגימה ושחזור, התחזות ונייקוויסט, מרחב מצב בזמן בדיד.
13	מבוא להתמרת DFT	דצימציה ואינטרפולציה, DFT	DFT דצימציה ואינטרפולציה

## ספרי לימוד וחומר עזר –

1. חוברת קורס עדכנית של פרופ' אדם שורץ. באתר הקורס. מתאימה למי שאוהב ללמוד בקריאה עצמית, להעמקה מתמטית וכחומר ייחוס לאחר הקורס. **בחוברת קיימים תרגילים נוספים ללימוד עצמי.**
  2. ערוץ יו-טיוב ושקפי הסרטונים של דגב"ד. כאמור, חומר ההרצאות יהיה דומה, אך יתווספו נושאים חדשים, על חשבון נושאים שלא יועברו.
  3. Signals and Systems 2nd Edition, by Alan Oppenheim (Author), Alan Willsky (Author), with Hamid (Author), ISBN-13: 978-0138147570  
ספר קלאסי מצוין ומסודר. במספר נושאים, רמת המתמטיקה שתועבר בקורס גבוהה מן הרמה בספר. קיימים נושאים בקורס שלא מופיעים בספר. מתאים לקריאה נוספת ודוגמאות. לעיתים "מעגל פינות" ולכן יש להיזהר.
  4. Modern Signals and Systems/Book and Disk, by Huibert Kwakernaak (Author), Raphael Sivan (Author), ISBN-13: 978-0138092528  
דגב"ד - הספר של פרופ' רפי סיוון ז"ל הוא הספר ממנו זכיתי ללמוד מפי המחבר בזמן שהוא חיבר אותו. נוקט בגישה שונה והגדרות שונות מן ההגדרות שאנו נשתמש בקורס. קיימים נושאים בקורס שלא מופיעים בספר.
  5. A Course in Digital Signal Processing 1st Edition, by Boaz Porat (Author), ISBN-13: 978-0471149613  
הספר של פרופ' בועז פורת ז"ל רלוונטי לחומר בזמן בדיד. ישנם חומרים בספר שלא מועברים בקורס, וקיימים נושאים בקורס שלא מופיעים בספר. ישמש את הסטודנטים שימשיכו בשרשרת עיבוד אותות.
  6. by Luis Chaparro Ph.D. (Author), Signals and Systems Using MATLAB 3rd Edition Aydin Akan Ph.D. (Author)  
ספר על יישום חלקים בתיאוריה שנלמד על ידי תוכנת Matlab.
  7. לייחוס בלבד - חוברת שנכתבה בסמסטר חורף תש"פ על ידי גל בן דוד. מכילה שקפים והסברים מאותו סמסטר. סיכומי הרצאות בכתב יד של סטודנטים/ות (שקדנים/ות) לייחוס בלבד. החוברות לא נבדקו על ידי צוות הקורס ולכן איננו יכולים לערוב לדיוק ולכיסוי החומר.
- הערה - הקורס מכיל חומר רב שלא היה קיים בגרסה הקודמת של אותות ומערכות 044130 ולכן חוברת הקורס הישנה של פרופ' אדם שורץ והקלטות הווידיאו של פרופ' רפאל סיון אינן מכסות את חומר הקורס. בנוסף נושאים מסוימים עודכנו ולכן המינוח וההגדרות שונים במספר מקומות.**
- כלי תרגול** – במסגרת ההרצאות, תרגילי כיתה ותרגילי בית ייעשה שימוש בתוכנות Matlab ו-Simulink. התוכנות נגישות להורדה חינמית במסגרת רישיון של הטכניון לשימוש במסגרות הוראה ומחקר.