

הנדסת מכונות-התמחות מכטרוניקה-אורט בראודה

הרציונאל של ההתמחות

תחום המכטרוניקה נושק כמעט לכל אחת מהמערכות הטכנולוגיות העומדות לרשות האדם בחברה של ימינו. כל מכשיר ביתי, כל מכשיר הנמצא בשרות הרפואה, התקשורת או התחבורה הינו מכשיר המורכב ממערכת מכאנית, מערכת אלקטרונית, תוכנה ותוכנית בקרה המבקרת את פעולות המכשיר או עם נשתמש בשם כולל, המכשירים הללו הן מערכות מכטרוניות.

הציפיות ממתכנני מוצרים של היום הולכות ונהיות גבוהות יותר ויותר. ציפיות אלו כוללות בין היתר צורך לזמן קצר משלב הרעיון עד הוצאת המוצר לשוק, עמידה בדרישות לקוח שהולכות ונעשות יותר תובעניות ועמידה בדרישה של אמינות מוצר גבוהה. בכדי לעמוד באתגרים אלו על המהנדס להיות בעל יכולות למצוא פתרונות הולמים. בכדי לעמוד באתגרים אלו על המהנדס להיות בעל יכולת של הבנה מערכתית שבאה לידי ביטוי בהבנה של תחומי ההנדסה המשולבים במערכת. מהנדס בעל יכולת הבנה מערכתית דרוש על מנת למצוא את השילוב המתאים בין תחומי הנדסת המכונות, הנדסת החשמל והאלקטרוניקה והתוכנה, דרישה זו מצריכה מסלול הכשרה הנדסי מתאים. החלק של הנדסת המכונות עוסק במבנה המוצר, החומרים ממנו עשוי המוצר, תהליכי הייצור ותכונות התרמודינאמיות של המוצר. החלק של הנדסת החשמל והאלקטרוניקה עוסק במערכות ההנעה, החיישנים והמיקרו-בקרים. החלק של התוכנה עוסק באלגוריתמים של עיבוד אותות, בממשק אדם מכונה וכן בתכנון ומימוש הבקרה.

בנוסף לידע תיאורטי ומעשי השייך לכל אחד מתחומי הידע, יש להעניק למהנדס המכטרוניקה כלים לעבודה בצוות, לניהול ולתיעוד פרויקטים, כלים אלו חיוניים לעמידה בלוחות הזמנים הנדרשים לביצוע התכן.

תכנית לימודי המכטרוניקה התפתחה במכללת אורט בראודה במסגרת המחלקה להנדסת מכונות. השילוב עם הנדסת המכונות הינו שילוב טוב מאחר והסטודנט במסגרת לימודי הנדסת המכונות לומד תכן שיטתי של מערכות פיזיקאליות מהיבטי החומרים, החוזק, התכונות הדינאמיות, התכונות התרמו דינאמיות וכן מהיבטי הייצור של המערכת. בנוסף רוב תכניות הלימוד בהנדסת מכונות כוללות רקע בסיסי בנושאי חשמל ואלקטרוניקה עליהם נוסף שימוש נרחב בתוכנות מדף לצורך ביצוע התכן וקורסי בסיס בבקרה.

פרופיל הבוגר

בוגר ההתמחות במכטרוניקה הוא בעל ידע בהנדסת מכונות המאפשר לו לבצע תכן של מערכת המשלבת חלקים מכאניים, מפעילים שונים, מערכות חישה ובקרה.

תכנית לימודי התמחות במכטרוניקה, קורסי החובה

סמס'	שם הקורס	קורסי קדם	הרצאה	תרגיל	מעבדה	נ"ז
5	מבוא למעי מכטרוניות	חשמל ואלק' 2, מבוא לבקרה	2		2	2.5
6	הנע חשמלי	מבוא למעי מכטרוניות	2		2	2.5
6	בקרה של רובוטים אוטונומיים	מבוא למעי מכטרוניות	2	1	2	3.0

7	מעבדה בבקרה	הנע חשמלי, בקרה של רובוטים אוטונומיים		1	2	1.0
7	בקרה ספרתית	בקרה של רובוטים אוטונומיים	2	1		2.5
8	תכן מערכות משולבות	בקרה ספרתית, מעבדה בבקרה	2		2	2.5

סה"כ נ"ז במסגרת לימודי החובה בהתמחות המכטרוניקה 14.

פרשיות הלימוד:

מבוא למערכות מכטרוניות

מבנה ועקרון פעולה של מיקור-בקר, ממשקים לחיבור כניסות ויציאות בדידות. עקרונות תורת המדידה, חיישנים למדידות: טמפרטורה, לחץ, מרחק, מומנט, מהירות. ממשקי D/A ו-A/D לחיבור אותות רציפים אל ומאת המיקור-בקר. הפעלת מנוע חשמלי בשיטת PWM. תכן של מערכת שיש בה שילוב של תוכנה ממשקים וחיישנים שונים לביצוע משימה מוגדרת, מימוש התכן ובדיקת ביצועי המערכת.

בקרה של רובוטים אוטונומיים

מידול הדינמיקה של רובוטים אוטונומיים, היררכיות בקרה, פרופילי מהירות, בקרת מיקום, בקרת מהירות, שילוב בקרת מיקום ומהירות, רעש מדידה, דגימת חישנים והשפעת רעש המדידה על הבקרה, התמרת פורייה הדיסקרטית, דליפה, חלונות, קונבולוציה, מסנני FIR, יסודות ראייה מלאכותית, שילוב היררכיות בקרה.

הנע חשמלי

עקרון פעולה של מנועים מסוגים שונים: מנוע DC עם מגנט קבוע, מנוע DC עם שדה מקבילי, מנוע צעד, מנוע אסינכרוני תלת-פאזי (השראה), שימוש בתקן NEMA למנועי השראה. מושג אופיין עבודה של מנוע והתאמת המנועים השונים לאופיין עבודה מכני. יסודות מהירות במנועים, בקרת PWM ובקרת זווית הצתה. מעגלי הספק לבקרת מנועים. שילוב מנגנוני תמסורת מכניים במערכות הנעה, תמסורת גלגלי שיניים, תמסורת בורגית, תמסורת עם רצועת תזמון. דינמיקה של מנוע, תמסורת ועומס. פיזור חום במנועים ובמעגלי ההספק הנלווים. מדידת מהירות ומיקום בעזרת אנקודר. תכן וניתוח מערכת ההנעה. ניסוי מעבדה לבדיקת אופייני הפעולה של מנועי AC ו-DC בתנאי עבודה שונים ושיטות התנעה ובלימה.

מעבדה בבקרה

התנסות בקריאת אמצעי חישה ומדידה שונים בעזרת מחשב, התנסות בהפעלה של מפעילים שונים בעזרת מחשב. מדידת תגובה של תהליכים מסדר ראשון ומסדר שני וניתוח התגובה הדינמית. תכן בקרים ורשתות תיקון למערכות ומימושם בעזרת בקר ספרתי. זיהוי פרמטרים של תהליך וביצוע התכן של הבקר המתאים, בדיקת התכן ובדיקת רגישות המערכת להפרעות.

בקרה ספרתית

התמרת Z ותכונותיה, התמרת Z ההפוכה, פתרון של משוואות הפרש, פונקציות תמסורת של מערכת דגומה ואלגברה של דיאגרמת מלבנים. שיטות מימוש של בקרים ספרתיים. יציבות של מערכות מבוקרות מחשב, קריטריון היציבות של ג'ורי. תכן בקר ספרתי בעזרת Root locus, תכן בקר ספרתי בעזרת תגובת התדירות. ייצוג מערכות ספרתיות במרחב המצב,

בדיקת קונטרולביליות ואובזבאביליות של מערכת. תכן של ווסת בשיטת מיקום הקטבים, תכן של בקר בשיטת מיקום קטבים. תכן משערך מלא ומשערך חלקי, שילוב משערך בתכן של בקר ספרתי.

תכן מערכות משולבות

למימוש המערכת, כולל הממשקים שבין תתי-המערכות השונות. ביצוע תכן של מערכת הבקרה והשליטה. בדיקת התכן בעזרת סימולציה של המערכת וביצוע השוואה בין התכן המוצע למפרט הדרישות. בנייה של אב טיפוס או דגם עובד של המערכת. הפעלת האב טיפוס או הדגם בעזרת מחשב ובחינת ביצועי המערכת.

הנדסת מכונות ומכטרוניקה - מכללת אריאל

התכנית בהנדסת מכונות ומכטרוניקה מכשירה מהנדסי מכונות במסלול מערכות מכאניות ותכן הנדסי עם התמחות במכטרוניקה.

הלימודים מתקיימים בשלושה מסלולים מקבילים: המסלול העיקרי בהנדסת מכונות, ושני מסלולים משניים בחשמל ואלקטרוניקה, ובמדעי המחשב. שני המסלולים המשניים מתפרסים על פני ארבע שנים כך שבכל שנה הסטודנטים מתקדמים בהדרגה בכל מסלול.

האינטגרציה בין התחומים נעשית במסלול מקביל נוסף הכולל מספר קורסי מעבדה ופרויקט גמר. פרויקט הגמר מהווה את גולת הכותרת של התוכנית ומטרתו ליישם את חומר הלימוד משלב גיבוש הרעיון ועד לפתוח מערכת עובדת. הפרויקט מתבצע במסגרת קורס מודרך בשנה הרביעית לאחר סיום לימוד כל נושאי המכטרוניקה. הידע הרחב במכטרוניקה שנרכש על ידי הסטודנטים לפני תחילת הפרויקט, ותהליך התכנון הנלמד במסגרת הקורס, מאפשרים פריצת הליכי חשיבה מקובלים והצעת פתרונות ייחודיים המנצלים את הפוטנציאל הרב הטמון באינטגרציה של תחומי המכטרוניקה השונים.

הפרויקט מעודד יזמות במטרה לחנך דור מהנדסים שלא רק ישתלב בתעשייה הקיימת אלא גם ישפיע על פיתוח תעשיית הרובוטיקה בארץ.

תכנית לימודים נמצאת באתר המחלקה פרויקטי הגמר:

[/http://www.ariel.ac.il](http://www.ariel.ac.il)

מאמר:

A Bottom Up Approach to Teaching Mechatronics

פרופ' צבי שילר

