

מגמת מערכות בקרה ואנרגיה

מקצוע התמחות

מערכות הספק, פיקוד ובקרה

תכנית הלימודים במקצוע

המרת אנרגיה

סמל מקצוע: 33.101

חלוקת השעות ללימודי המקצוע המרת אנרגיה המומלצת נתונה להלן:

סה"כ			כיתה י"ב		כיתה י"א		שם המקצוע
כללי	ה	ע	ה	ע	ה	ע	
4	1	3	1	3			המרת אנרגיה

עדכון: מאי 2019

מהדורה להערות

תכנית הלימודים במקצוע המרת אנרגיה

לימודים עיוניים – 90 שעות

1. העיקרון של המרת אנרגיה ----- 2

- 1.1 המרת אנרגיה מסוג אחד לאנרגיה מסוג אחר: תיאור, דוגמאות
- 1.2 היתרונות והחסרונות של הפקת אנרגיה חשמלית ושל המרתה

2. שנאים ----- 30

2.1 שנאי חד-מופעי ----- 22

2.1.1 שנאי אידיאלי

- א. המבנה העקרוני
- ב. עקרון הפעולה

- ג. חישוב הכוח האלקטרו-מניע המושרה בסליל
- ד. תמסורת מתחים וזרמים

2.1.2 שנאי מעשי בריקם

- א. פעולת השנאי בריקם
- ב. הפסדי השנאי בריקם

- ג. סכימת התמורה של שנאי בריקם

2.1.3 שנאי מעשי בעומס

- א. עבודת שנאי בעומס - עקרון פעולה ותרשים חיבורים
- ב. סכימת התמורה של שנאי בעומס

- ג. הספקים וההפסדים של שנאי בעומס מלא, ובעומס חלקי: תרשים זרימה, חישובים

2.1.4 בדיקות וניסויים של שנאי

- א. הכרה של שלט השנאי, משמעות הנתונים הרשומים בו
- ב. בדיקות תקינות של שנאי: רציפות הסלילים, הבידוד
- ג. ניסוי שנאי בריקם: מטרות (הפסדי ריקם, פרמטרים של שנאי בריקם), תרשים חיבורים, נוסחאות וחישובים
- ד. ניסוי שנאי בקצור: מטרות (הפסדי קצר, פרמטרים של שנאי בקצר), תרשים חיבורים, נוסחאות וחישובים

2.2 שנאי תלת מופעי ----- 8

2.2.1 הרכבת שנאי תלת-מופעי:

- א. כצירוף של שלושה שנאים חד-מופעיים
- ב. כשנאי בעל ליבה משותפת
- מבנה, תרשים, יתרונות וחסרונות

2.2.2 תרשים חיבורים עקרוני של שנאי תלת-מופעי, בחיבורים:

- כוכב/כוכב, משולש/משולש, כוכב/משולש, משולש/כוכב, משולש/זיגזג

- 3.3 מכונת השראה (אסינכרונית) ----- 34
- 3.1 המבנה, עקרון הפעולה ----- 8
- 3.1.1 המבנה העקרוני של מנוע רוטור כלוב
- 3.1.2 המושגים: הספק, מומנט, מהירות בתנועה מכנית; הקשר המתמטי בין המושגים האלה, דוגמאות מספריות וחישובים
- 3.1.3 העיקרון של יצירת שדה מגנטי מסתובב במנוע השראה תלת-מופעי:
א. הסבר עקרוני באמצעות תרשימים
ב. מהירות השדה המסתובב (מהירות סינכרונית), דוגמאות וחישובים
- 3.1.4 עקרון הפעולה של מכונת השראה: מהירות השדה המגנטי המסתובב, מהירות הרוטור, המושג חליקה, חישוב החליקה
- 3.1.5 משמעות הערכים הנקובים (הנומינליים) בשלט המכונה: מתח, זרם, הספק, מהירות
- 3.2 סכימת התמורה של מכונת השראה ----- 2
- 3.3 הפעולה של מנוע השראה ----- 14
- 3.3.1 פעולת המנוע בריקים, פעולת המנוע בעומס, תדירות זרמי הרוטור, כא"מ מושרה ברוטור, זרם ברוטור, תיאור הקשרים וביצוע חישובים
- 3.3.2 האופיין המכני: מומנט המנוע בתלות במהירות הרוטור או בתלות בחליקה
- 3.3.3 המושגים: מומנט התנעה, מומנט מרבי, חליקה קריטית, מומנט נקוב
- 3.4 שיטות לשינוי המהירות של מנוע השראה: עקרון השיטה אופיינים תחום השימוש
- 3.4.1 שינוי המהירות על-ידי שינוי מספר הקטבים:
א. ליפופים משותפים (דלנדר)
ב. ליפופים נפרדים
- 3.4.2 שינוי מהירות על-ידי שינוי התדירות
- 3.5 התנעת מנועים השראתיים תלת-מופעיים ----- 4
- 3.5.1 בעיות בהתנעה ישירה של מנוע השראה במתח מלא: מומנט וזרם, אופיינים
- 3.5.2 שיטות להתנעה של מנוע השראה רוטור כלוב במתח מוקטן:
א. התנעה באמצעות כוכב/משולש
ב. התנעה באמצעות שנאי עצמי (שנאי בו)
ג. התנעה באמצעות מתנע רך (מתנע אלקטרוני)
- 3.6 מנוע השראה חד-מופעי ----- 6
- 3.6.1 עקרון הפעולה ועקרון ההתנעה של המנוע החד-מופעי
- 3.6.2 מנוע חד-מופעי בעל ליפוף עזר, קבל ומפסק צנטרפוגלי: מבנה, עקרון הפעולה, הפיכת כיוון הסיבוב, תחומי השימוש
- 3.6.3 מנוע חד-מופעי עם פיצול ליפופים: מבנה, עקרון הפעולה, הפיכת כיוון הסיבוב, תחום השימוש
- 3.6.4 מנוע חד-מופעי בעל טבעות קצץ: מבנה, עקרון הפעולה, תחום השימוש

4. הסברים וחישובים במכונה לזרם ישר ----- 24

4.1 המבנה, עקרון הפעולה, דוגמאות שימוש ----- 8

4.1.1 מבנה המכונה

4.1.2 סיווג מכונה לזרם ישר: מחולל, מנוע

4.1.3 משמעות הערכים הנקובים בשלט המכונה: המתח, הזרם, ההספק, המהירות

4.1.4 עקרון הפעולה של המכונה לזרם ישר כמחולל וכמנוע, חישובים: הכא"מ,

המומנט האלקטרומגנטי, המומנט המכני

4.2 מחולל לזרם ישר ----- 8

א. בעירור זר

ב. בעירור מקבילי: עקרון העירור העצמי

תרשימי חיבורים; חישובים: מתחים, זרמים, הספקים. הכרת אופייני המחולל:

הפנימי $E=f(I_e)$, החיצוני $U=f(I)$

4.3 מנוע לזרם ישר ----- 8

א. בעירור מקבילי

ב. בעירור טורי

תרשימי חיבורים; חישובים: מתחים, זרמים, הספקים, מומנטים. הכרת אופייני המנוע

ומשמעותם $M=f(I)$, $n=f(I)$, $M=f(n)$

תכנית הלימודים במקצוע

המרת אנרגיה

לימודים התנסותיים 30 שעות

א. ניסויים

כללי

* הניסויים יבוצעו במעבדה באמצעות צב"ד ממשי (ספקי כוח, מכשירי מדידה, וכיו"ב), מכונות חשמל (מנועים, גנרטורים, שנאים). השנאים יהיו בהספק של 500 VA לפחות. כל אחד מן הניסויים יכלול:

1. רקע תיאורטי (דוח מכין)
 2. הרכבת מעגל הניסוי
 3. ביצוע המדידות הנדרשות
 4. ניתוח התוצאות: חישובים, בדיקת התוצאות המעשיות מול הערכים התיאורטיים, בניית אופיינים, ביה"ס יבחר לבצע לפחות 2 ניסויים בנושא שנאים (ניסוי 1-3), 2 ניסויים בנושא מנוע השראה (ניסוי 4-6), ו-2 ניסויים בנושא מחולל/מנוע לזרם ישר (ניסוי 7-9)
- מומלץ שמשך הביצוע של כל אחד מן הניסויים יהיה כ-4 שעות.

ניסוי 1: שנאי חד-מופעי – ניסוי בריקם

- א. הכרה של שלט השנאי, הבנה של משמעות המידע הרשום בשלט.
- ב. מדידה של התנגדות הבידוד בין הסלילים, ובין הסלילים לגוף, בעזרת מד התנגדות בידוד.
- ג. מדידת הפרמטרים של השנאי בניסוי בריקם: P_0, U_0, I_0 , חילוץ: $\mu X, \mu R, \cos\phi_0$

ניסוי 2: שנאי חד-מופעי – ניסוי בעומס

- א. הכרה של שלט השנאי, הבנה של משמעות המידע הרשום בשלט.
- ב. מדידה של התנגדות הבידוד בין הסלילים, ובין הסלילים לגוף, בעזרת מד התנגדות בידוד.
- ג. הזנת השנאי במתח נקוב, והעמסתו בעומסי התנגדות שונים. מדידה של הפרמטרים:
 $I_1, I_2, U_1, U_2, P_1, P_2$; חישוב נצילות השנאי, חישוב מפל המתח בסליל המשני, ובניית האופיינים: $U_2 = f(I_2), \eta = f(I_2)$

ניסוי 3: שנאי חד-מופעי – ניסוי בקצר

- א. הכרה של שלט השנאי, והבנה של משמעות המידע הרשום בשלט.
- ב. מדידה של התנגדות הבידוד בין הסלילים, ובין הסלילים לגוף, בעזרת מד התנגדות בידוד.
- ג. מדידת הפרמטרים של השנאי בניסוי קצר תקני: P_k, U_k, I_k , חילוץ: $X_k, R_k, \cos\phi_k$

ניסוי 4: מנוע השראה תלת-מופעי – ניסוי בריקם

- א. הכרה של שלט המנוע, הבנה של משמעות המידע הרשום בשלט.
- ב. מדידה של התנגדות הבידוד בין הסלילים, ובין הסלילים לגוף, בעזרת מד התנגדות בידוד.
- ג. מדידה של התנגדות הסלילים בשיטת מתח זרם (בזרם ישר).
- ד. הפעלת המנוע בריקם, מדידה של: I_0, U_0, P_0 , חישוב הרכיבים של מעגל התמורה: R_μ, X_μ .

ניסוי 5: מנוע השראה תלת-מופעי – ניסוי בעומס

- א. הכרה של שלט המנוע, הבנה של משמעות המידע הרשום בשלט.
- ב. מדידה של התנגדות הבידוד בין הסלילים ובין הסלילים לגוף בעזרת מד-התנגדות בידוד.
- ג. מדידה של התנגדות הסלילים בשיטת מתח זרם (בזרם ישר).
- ד. הפעלת המנוע בעומס, מדידה של: $I_L, U_L, P_{in}, P_{out}, n$; בניית האופיינים: $I = f(P_{out})$
 $\cos\phi = f(P_{out}), n = f(P_{out})$.

ניסוי 6: מדידת זרמים במנוע השראה תלת-מופעי בריקם בחיבור כוכב ובחיבור משולש

- א. הכרה של שלט המנוע, הבנה של משמעות המידע הרשום בשלט.
- ב. מדידת I_L בחיבור כוכב של סלילי המנוע.
- ג. מדידת I_{PH}, I_L בחיבור משולש של סלילי המנוע.
- ד. חישוב היחס בין הזרמים הקווים בחיבור משולש ובין הזרמים הקווים בחיבור כוכב.
- ה. חישוב היחס בין הזרמים המופעיים בחיבור משולש ובין הזרמים המופעיים בחיבור כוכב.

ניסוי 7: מחולל לזרם ישר בעירור נפרד – ניסוי בריקם

- א. הכרה של שלט המכונה, הבנה של משמעות המידע הרשום בשלט.
- ב. מדידה של התנגדות הבידוד בין הסלילים, ובין הסלילים לגוף, בעזרת מד התנגדות בידוד.
- ג. מדידת הכא"מ בתלות בזרם העירור, בניית האופיין $E=f(I_f)$ בעליית הזרם ובירידתו, במהירות קבועה.

ניסוי 8: מחולל בעירור מקבילי – ניסוי בעומס

- א. הכרה של שלט המכונה, הבנה של משמעות המידע הרשום בשלט.
- ב. מדידת ההתנגדות של מעגל העירור ושל מעגל העוגן בשיטת מתח זרם (בזרם ישר).
- ג. העמסה של המחולל בעירור מקבילי ובניית אופיין העומס $U=f(I_a)$ כאשר המהירות זרם העירור קבועים.
- ד. אימות התנאים להתעוררות המחולל.

ניסוי 9: מנוע לזרם ישר בעירור זר – השפעת מתח הרוטור על המהירות במצב עבודה

בריקם

- א. הכרת שלט המכונה, הבנה של משמעות המידע הרשום בשלט.
- ב. מדידת ההתנגדות של מעגל העירור ושל מעגל העוגן בשיטת מתח וזרם.
- ג. מדידה של מהירות המנוע בתלות במתח הרוטור, בניית האופייין ($n=f(U)$).