

משרד הכלכלה
אגף בכיר להכשרה ולפיתוח כוח אדם
תחום פדגוגיה

מאגר שאלות ותשובות במכונות חשמל לחשמלאי מוסמך חלק א: מכונות חשמל לזרם ישר



?

!

!

!

!

סדרת מאגרי שאלות ותשובות בחשמל בהוצאת מאה

מאגרי שאלות לחשמלאי מעשי

- ◀ מ"ק 813261 - מאגר שאלות ותשובות בתורת החשמל לחשמלאי מעשי
- ◀ מ"ק 813262 - מאגר שאלות ותשובות במתקנים ובמכונות חשמל לחשמלאי מעשי

מאגרי שאלות לחשמלאי מוסמך

- ◀ מ"ק 813301 - מאגר שאלות ותשובות בתורת החשמל לחשמלאי מוסמך
- ◀ מ"ק 813303 - מאגר שאלות ותשובות במכונות חשמל לזרם ישר לחשמלאי מוסמך
- ◀ מ"ק 813304 - מאגר שאלות ותשובות במכונות חשמל לזרם חילופין לחשמלאי מוסמך
- ◀ מ"ק 813302 - מאגר שאלות ותשובות במתקני חשמל לחשמלאי מוסמך

מאגרי שאלות לחשמלאי ראשי

- ◀ מ"ק 813311 - מאגר שאלות ותשובות בתורת החשמל לחשמלאי ראשי
- ◀ מ"ק 813312 - מאגר שאלות ותשובות במכונות חשמל לחשמלאי ראשי
- ◀ מ"ק 813313 - מאגר שאלות ותשובות במתקני חשמל ורשת לחשמלאי ראשי

מחיר מומלץ לצרכן: 50.70 ש"ח



מ"ק 813303

מאה היחידה לפיתוח פדגוגי טכנולוגי

משרד העבודה הרווחה
והשירותים החברתיים



האגף להכשרה מקצועית ולפיתוח כוח אדם
תחום פדגוגיה

מאגר שאלות ותשובות במכונות חשמל לחשמלאי מוסמך חלק א: מכונות לזרם ישר

עדכון המאגר והפקת המהדורה השנייה (2018)

בדיקה וכתובת שאלות חדשות: רועי אפללו
ניהול הפקה: ד"ר ענת בר-כהן, **מאה** המחלקה לפיתוח פדגוגי טכנולוגי.
בדיקה מקצועית: תא הפיקוח על ענף החשמל, האגף להכשרה מקצועית.
יוסי שרביט, עורך תוכניות לימודים
יפית ליברמן, מהנדסת חשמל ומחשבים (B.Sc).
משה רודובסקי, מורה למקצועות החשמל
עימוד: מתודיקה למידה אפקטיבית בע"מ.

עדכון המאגר והפקת המהדורה הראשונה (2005)

בדיקה מקצועית: אבי גינת, מהנדס חשמל
איגור דיקר, מהנדס ומורה לחשמל
דליה נאור, MA הוראת מדעים, חשמל ואלקטרוניקה
יוסי שרביט, עורך תוכניות לימודים
ריכוז והנחייה: יוסי שרביט, עורך תוכניות לימודים
סרטוט, עיצוב וריכוז הפקה: עליזה שליף, **מאה**
הגהה: אבי גינת, מהנדס חשמל
ניהול הפקה: אברהם הרטמן, **מאה**
הפקת הספר: דפוס אופסט ראמים בע"מ
עיצוב העטיפה: ר.ב.ארטס

הקמה ופיתוח של המאגר הראשוני (1994)

ייזום: אמיל מלול, מנהל המחלקה הפדגוגית
ייזום, אפיון וניהול: משה אמיר, **מאה**
חיבור, עריכה ותחזוקה: אבי גינת, מהנדס חשמל
צוות היגוי: דוד תרזה ז"ל, מפקח ארצי לחשמל
משה אמיר, **מאה**
יוסי שרביט, עורך תוכניות לימודים
יוחנן קראוס, ראש ענף בחינות ארצי

מהדורה שנייה – 2018, תשע"ט
© כל הזכויות שמורות ל **מאה** המחלקה לפיתוח פדגוגי טכנולוגי
מ"ק 813303; 2005323

אין להעתיק, לתרגם, לשכפל, לאחסן במאגרי מידע, לשדר או לקלוט בכל אמצעי אלקטרוני, אופטי או אחר – שום חלק מהחומר בספר זה. לא ייעשה שימוש מסחרי מסוג כלשהו ללא רשות בכתב מאת הנהלת היחידה לפיתוח פדגוגי טכנולוגי.

הוצאה לאור: **מאה** המחלקה לפיתוח פדגוגי טכנולוגי
בית ליאו גולדברג, דרך מנחם בגין 86 תל אביב 6713833
טלפון 03-7347482/3; פקס 03-7347627; דוא"ל: mea@molsa.gov.il
Employment.molsa.gov.il/mea

הקדשה

**מהדורה זו מוקדשת לזכרו של הלוחם גל רודובסקי, בנם של סמדר ז"ל ומשה
רודובסקי, שנפל באסון השייטת ג' באלול תשנ"ז 5.9.1997.**

נושא 1: מכונות לזרם ישר**1.א: עקרונות פעולה ומבנה של מנועים לזרם ישר****שאלה 1**

- א. הסבר את עקרון פעולתו של מנוע לזרם ישר.
 ב. כיצד תבצע שינוי כיוון ושינוי מהירות במנוע זה?

שאלה 2

- א. מהי תגובה מגנטית של הרוטור (תגובת העוגן) במכונה לזרם ישר ומתי היא קיימת?
 ב. מהם ליפופי קיזוז וכיצד הם פועלים?
 ג. מנוע בעל 2 קטבים לזרם ישר, בעירור מקבילי, פועל במתח של $220V$. המנוע צורך מהרשת זרם של $52.2A$. במנוע 300 מוליכים והתנגדות העוגן היא 0.2Ω . התנגדות סלילי השדה היא 110Ω .
 השטף במנוע הוא $2.72 \cdot 10^{-2}$ וובר.
 חשב את מהירות הסיבוב של המנוע. הנח $2p = 2a$.

1.1: אופני העמסה של מנועים לזרם ישר**ד/א/ה****שאלה 3**

מנוע לז"י עם עירור מקבילי מחובר למתח של 220 וולט. הספקו הנקוב של המנוע על הגל הוא 10 קילו-ואט. במהירות של 2000 סל"ד נצילות המנוע היא 91%. התנגדות העוגן 0.25 אוהם. אל סליל העירור, שהתנגדותו 250 אוהם, מחובר בטור, נגד של 25 אוהם. מפל המתח בין המברשות והצובר הוא כ-2 וולט. המתח ברשת הזינה נפל ל-200 וולט, אולם מומנט העומס על הגל נותר כפי שהיה וכדי לייצב את פעולת המנוע קיצרו את הנגד הטורי הנוסף במעגל העירור. חשב בעבור המצב החדש, הנובע מהתקלה, את:

- המהירות החדשה.
- ההספק על הגל.
- הנצילות.

פתרון**נתון:****חשב:**

א. $n' = ?$	$U = 220V$
ב. $P_2' = ?$	$n_n = 2000rpm$
ג. $\eta' = ?$	$P_{2n} = 10KW$
	$\eta_n = 0.91$
	$R_a = 0.25\Omega$
	$R_e = 250\Omega$
	$R_r = 25\Omega$
	$\Delta U_b = 2V$
	$U' = 200V$
	$M' = M_n$

$$P_{1n} = \frac{P_{2n}}{\eta_n} = \frac{10000}{0.91} = 11000W \quad \text{א.}$$

$$I_n = \frac{P_{1n}}{U} = \frac{11000}{220} = 50A$$

$$I_e = \frac{U}{R_e + R_r} = \frac{220}{250 + 25} = 0.8A$$

$$I_a = I_n - I_e = 50 - 0.8 = 49.2A$$

$$C_e \phi = \frac{U - I_a \cdot R_a - \Delta U_b}{n_n} = \frac{220 - 49.2 \cdot 0.25 - 2}{2000} = 0.103$$

$$I_e' = \frac{U'}{R_e} = \frac{200}{250} = 0.8A$$

$$I_e' = I_e \Rightarrow C_e \phi' = C_e \phi = 0.103$$

$$M' = M \Rightarrow C_e \phi' I_a' = C_e \phi I_a \Rightarrow I_a' = I_a = 49.2A$$

$$n' = \frac{U' - I_a' R_a - \Delta U_b}{C_e \phi'} = \frac{200 - 49.2 \cdot 0.25 - 2}{0.103} = 1800rpm$$

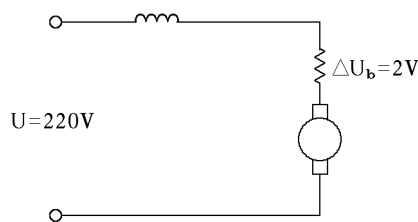
$$M' = M \Rightarrow \frac{P_2'}{n'} = \frac{P_{2n}}{n_n} \quad \text{ב.}$$

$$P_2' = P_{2n} \cdot \frac{n'}{n_n} = 10000 \cdot \frac{1800}{2000} = 9000W$$

$$P_1' = U' \cdot I = 200 \cdot 50 = 10000W \quad \text{ג.}$$

$$\eta' = \frac{P_2'}{P_1'} \cdot 100\% = \frac{9000}{10000} \cdot 100 = 90\%$$

שאלה 4



מנוע טורי לזרם ישר מחובר למתח של 220 וולט והספקו הנקוב על הגל הוא 41.3 כוחות-סוס, במהירות 1200 סל"ד. במצב זה צורך המנוע מהרשת זרם של 160 אמפר. יש להניח מפל מתח של 2 וולט בין המברשות והצובר. איבודי ההספק המכניים והמגנטיים הם 2880 וואט.

חשב את:

- המומנט הסיבובי הנקוב על הגל.
- נצילות המנוע.
- ההתנגדות השקולה של העוגן והעירור הטורי.
- הכא"מ המופק בעוגן.

שאלה 5

הנתונים הנקובים של מנוע עם עירור חיצוני הם:

$$U_n = 220V ; I_n = 60A ; n_n = 1350rpm ; R_a = 0.15\Omega$$

המנוע פועל במתח מופחת של 180 וולט, בלא שינוי במומנט העומס על הגל ובזרם העירור. חשב את מהירות המנוע במתח המופחת.

שאלה 6

מנוע לזרם ישר עם עירור חיצוני, מחובר למתח של 250 וולט ובעומס נקוב הוא מסתובב במהירות 1100 סל"ד. צריכת הזרם מהרשת היא 70 אמפר. נצילות המנוע היא 85%. מפל המתח בין המברשות והצובר הוא כ-2 וולט, התנגדות העוגן היא 0.4 אוהם. בעבודה, בתנאים דלעיל, היה הזרם במעגל העירור 2 אמפר. כדי לשנות את מהירות המנוע, בלי לשנות את מומנט העומס על הגל, הפחיתו את הזרם במעגל העירור ל-1 אמפר. אופיין המגנט נתון בלוח.

I_e	A	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
ϕ	mWb	0.9	11.4	17	22.7	25	26.7	28.4	29

חשב את:

- א. עוצמת הזרם בתנאי המהירות החדשה.
- ב. המהירות החדשה.
- ג. ההספק על הגל במהירות החדשה.
- ד. נצילות המנוע במהירות החדשה.

שאלה 7

מנוע לזרם ישר עם עירור זר מפתח הספק נקוב על הגל של 50 כוחות-סוס, במהירות של 1000 סל"ד. המנוע מופעל במתח של 250 וולט ונצילותו 88%. התנגדות העוגן היא 0.15 אוהם. מפל המתח בין המברשות הוא כ-2 וולט. כדי להקטין את מהירות המנוע ל-850 סל"ד, בלי לשנות את העומס על הגל ובלי לשנות את זרם העירור, חובר נגד בטור עם העוגן.

חשב את:

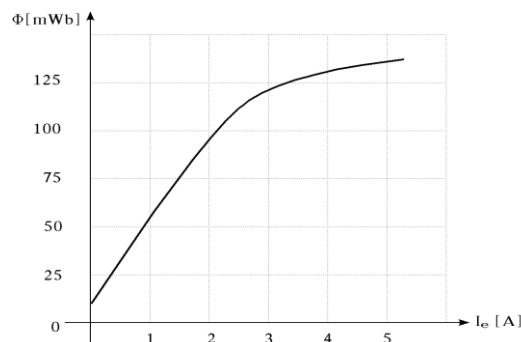
- א. הזרם שצורך המנוע מהרשת.
- ב. התנגדות הנגד הטורי הדרוש להפחתת המהירות.
- ג. ההספק על הגל במהירות מופחתת.
- ד. נצילות המנוע במהירות מופחתת.

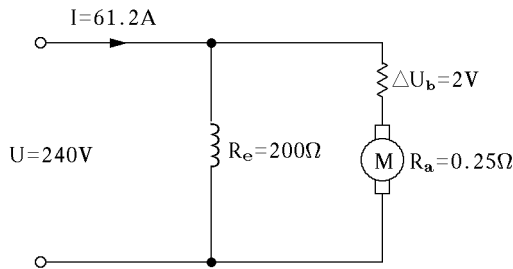
שאלה 8

מנוע לזרם ישר בעל עירור מקבילי, מחובר למתח של 240 וולט וצורך מהרשת זרם של 83 אמפר. התנגדות העוגן הינה 0.5 אוהם והתנגדות מעגל העירור היא 80 אוהם. העוגן מסתובב במהירות של 1000 סל"ד. את מפל המתח בין המברשות והצובר אפשר להזניח. כדי להגדיל את מהירות סיבובי העוגן לעומס בלתי משתנה (במומנט שישאר קבוע), חיברו בטור, על סלילי העירור, נגד 80 אוהם. תלות השטף המגנטי בזרם העירור נתונה באופיין.

חשב את:

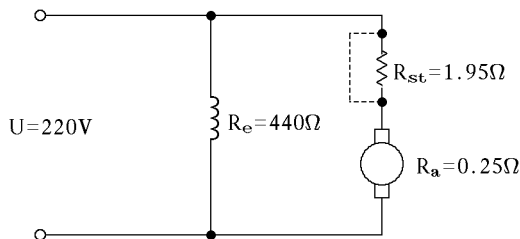
- א. עוצמת הזרם שיצרוך המנוע מהרשת במהירות החדשה.
- ב. המהירות החדשה של העוגן.



שאלה 9

מנוע לזרם ישר עם עירור מקבילי פועל במתח של 240 וולט וצורך מהרשת 61.2 אמפר. התנגדותו של מעגל העוגן 0.25 אוהם, התנגדות מעגל העירור 200 אוהם. מפל המתח בין המברשות והצובר הוא 2 וולט. העוגן מסתובב במהירות של 960 סיבובים לדקה. איבודי ההספק בברזל ואיבודי ההספק המכניים במנוע הם 480 וואט. חשב את:

- הכוח האלקטרו-מניע המושרה בעוגן.
- ההספק המועבר על-ידי גל המנוע למכונת העבודה.
- נצילות המנוע.
- המומנט הסיבובי המועבר על-ידי גל המנוע.
- מומנט ההתנגדות של החיכוך במסבים והאוויר של המנוע.

שאלה 10

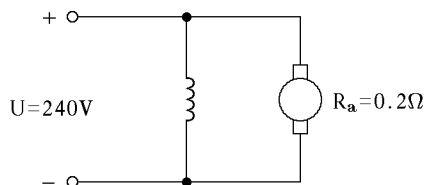
מנוע לז"י עם עירור מקבילי, שהספקו הנקוב על הגל הוא 10 קילו-ואט, מסתובב במהירות סיבובית של 1200 סל"ד. המנוע פועל במתח של 220 וולט ונצילותו 85%. התנגדות העוגן 0.25 אוהם והתנגדות העירור 440 אוהם. להתנעת המנוע חובר, בטור עם העוגן, נגד שהתנגדותו 1.95 אוהם, אשר מקוצר בתום ההתנעה. את מפל המתח בין המברשות והצובר אפשר להזניח. חשב את:

- עוצמת הזרם הנצרך מהרשת ואת המומנט על הגל בעומס נקוב.
- עוצמת הזרם בעוגן ואת המומנט בהתנעה.

שאלה 11

להלן נתוני מנוע לזרם ישר עם עירור מקבילי, בעומס נקוב: מתח נקוב 250 וולט, זרם נקוב 37 אמפר, מהירות סיבובית 1400 סיבובים לדקה, התנגדות העוגן 0.27 אוהם. מפל המתח בין המברשות והצובר הוא 2- וולט בכל המצבים הנרמזים בשאלה. את זרם העירור אפשר לראות כזניח. חשב את:

- המומנט הסיבובי שהמנוע מפתח בעומס נקוב.
- הנגד שיש לחבר בטור עם העוגן לצורך התנעה, אם נדרש שזרם ההתנעה לא יעלה על 80 אמפר.
- המהירות של גל המנוע, אם בתום ההתנעה יישאר הנגד הנוסף במעגל העוגן.

שאלה 12

מנוע לזרם ישר עם עירור מקבילי, פועל במתח 240 וולט וצורך מהרשת הספק של 8.4 קילו-ואט. התנגדות מעגל העוגן היא 0.2 אוהם. חשב את:

- עוצמת הזרם במנוע בתום זמן התנעתו.
- זרם הקצר של המנוע ברגע תחילת ההתנעה.
- התנגדותו של נגד התנעה אשר יגביל את הזרם בהתנעה ל-80 אמפר.

הערה: את זרם העירור ואת מפל המתח בין המברשות והצובר אפשר להזניח.

שאלה 13

התנגדות מעגל העוגן של מנוע לזרם ישר עם עירור מקבילי היא 0.4 אוהם והתנגדות מעגל העירור היא 200 אוהם. המנוע עובד במתח של 400 וולט. בעומס נקוב הוא צורך זרם 97 אמפר ומהירותו 1340 סל"ד. את מפל המתח בין המברשות והצובר ואת איבודי ההספק המכניים ניתן להזניח.

חשב:

- א. את המהירות של גל המנוע בעבודה בלי עומס.
- ב. את המומנט הסיבובי המועבר על ידי הגל בעומס נקוב.
- ג. את מומנט ההתנעה של המנוע, כאשר בטור עם העוגן מחובר נגד של 1.6 אוהם.
- ד. את המהירות של גל המנוע בתום תהליך ההתנעה, לפני קיצור הנגד הטורי.
- ה. צייר את האופיין המכני הטבעי של המנוע (בלי נגד נוסף במעגל העוגן) ואת האופיין המכני של המנוע עם הנגד הטורי.

שאלה 14

מכונה לזרם ישר עם עירור מקבילי מופעלת כמנוע, שהספקו על הגל 25 כוחות-סוס, במהירות של 1000 סל"ד, במתח של 220 וולט ונצילותו 90%. התנגדות העוגן היא 0.4 אוהם והתנגדות העירור 500 אוהם. מפל המתח בין המברשות והצובר הוא כ-2 וולט.

הוחלט להפעיל את המכונה בתור מחולל, שישפק לצרכנים זרם שווה לזרם שצרך המנוע מהרשת, באותו מתח.

חשב את המהירות בה צריך לסובב את העוגן של המחולל.

שאלה 15

מנוע לזרם ישר עם עירור מקבילי, מחובר למתח של 220 וולט, כשעוצמת הזרם בעוגן היא 32 אמפר והוא מסתובב במהירות של 930 סל"ד. התנגדות העוגן היא 0.4 אוהם והתנגדות מעגל העירור – 440 אוהם. כדי לשנות את מהירות סיבובי המנוע בלי לשנות את מומנט העומס על הגל, חובר בטור עם העירור, נגד של 48 אוהם. מפל המתח, המברשות והצובר הוא כ-2 וולט. שני מצבי העבודה מתקיימים על הקטע הישר של אופיין המגנוט.

חשב את:

- א. עוצמת הזרם הנצרך מהרשת לפני חיבור הנגד.
- ב. עוצמת הזרם הנצרך מהרשת אחרי חיבור הנגד.
- ג. המהירות הסיבובית של המנוע אחרי חיבור הנגד.

שאלה 16

הספקו הנקוב על הגל של מנוע לז"י עם עירור מקבילי הוא 6.25 כוחות-סוס, במהירות 1200 סל"ד. המנוע מחובר למתח של 220 וולט ונצילותו בעומס נקוב היא 91%. התנגדות העוגן היא 0.4 אוהם. איבודי ההספק בנחוש של מעגל העירור הם 20% מכלל איבודי ההספק של המנוע. כדי לשנות את מהירות המנוע בלי לשנות את העומס על הגל, חובר בטור עם העירור, נגד שהתנגדותו 10% מהתנגדות מעגל העירור. מפל המתח בין המברשות והצובר הוא כ-2 וולט. שני מצבי העבודה מתקיימים על הקטע הישר של אופיין המגנוט.

חשב את:

- א. התנגדות מעגל העירור.
- ב. המהירות החדשה.
- ג. ההספק על הגל במהירות החדשה.

שאלה 17

הספקו הנקוב על הגל של מנוע לזרם ישר עם עירור מקבילי, הוא 12.5 כוחות-סוס, במהירות של 1600 סל"ד. המנוע מופעל במתח של 220 וולט ונצילותו 85% בעומס נקוב. התנגדות מעגל העירור היא 367 אוהם. איבודי ההספק בנחישות של העוגן הם 40% מכלל איבודי ההספק במנוע. כדי לשנות את מהירות המנוע בלי לשנות את העומס על הגל, חובר, בטור עם העוגן, נגד שהתנגדותו מחצית מהתנגדות העוגן. מפל המתח בין המברשות והצובר הוא כ-2 וולט.

חשב את:

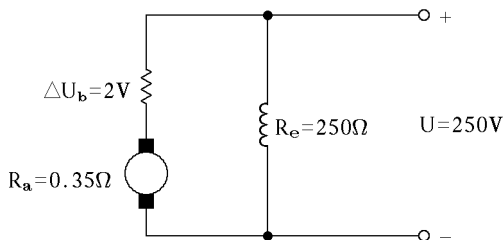
- התנגדות העוגן.
- המהירות החדשה.
- ההספק על הגל במהירות החדשה.

שאלה 18

התנגדות מעגל העוגן במנוע לזרם ישר עם עירור מקבילי, היא 0.5 אוהם. המנוע מופעל במתח של 240 וולט. בעבודה בלי עומס על הגל מסתובב המנוע במהירות של 800 סיבובים לדקה. כשהמנוע עמוס בעומס נקוב, מפעיל הגל שלו מומנט סיבובי בשיעור של 220 ניוטון-מטר על מכונת העבודה. את מפל המתח בין המברשות והצובר ואת מומנט הריקס אפשר להזניח. התנעת המנוע מבוצעת במומנט התנעה גדול פי 1.6 מהמומנט הנקוב.

חשב את:

- מהירות גל המנוע העמוס בעומס נקוב.
- התנגדות הנגד שצריך לחבר בטור עם העוגן כדי לבצע את ההתנעה בתנאי הנתון.
- מהירות גל המנוע בתום תהליך ההתנעה, אם הנגד הטורי לא יקוצר.

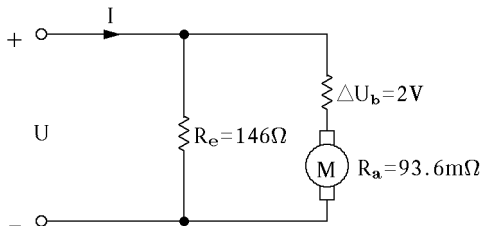
שאלה 19

מנוע לזרם ישר עם עירור מקבילי, מחובר למתח של 250 וולט וצורך מהרשת הספק בשיעור של 5.25 קילו-ואט. העוגן מסתובב במהירות של 900 סיבובים לדקה. התנגדות מעגל העוגן היא 0.35 אוהם. והתנגדות מעגל העירור היא 250 אוהם. חשב את המהירות הסיבובית של העוגן, אם העומס על הגל יופחת וכתוצאה מכך יצרוך המנוע מהרשת זרם בעוצמה של 16 אמפר. יש להניח מפל מתח בין המברשות והצובר בשיעור של 2 וולט לכל אחד מהמצבים המתוארים בשאלה.

שאלה 20

מנוע לזרם ישר עם עירור מקבילי, מחובר למתח 220 וולט וצורך זרם 47.5 אמפר. גל המנוע מעביר למכונת העבודה הספק של 12.5 כוחות סוס, במהירות סיבובית של 1220 סל"ד. התנגדות מעגל העוגן היא 93.6 מיליאוהם והתנגדות מעגל העירור היא 146 אוהם. מפל מתח בין המברשות והצובר הוא כ-2 וולט.

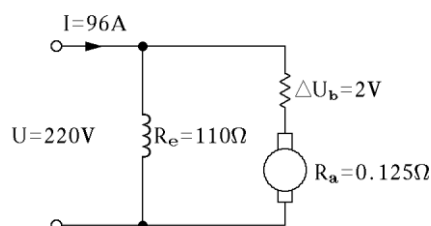
חשב את:



- המומנט הסיבובי המועבר על ידי גל המנוע.
- איבודי ההספק בנחישות בעוגן ובשדה.
- איבודי ההספק הקבועים (מכניים ומגנטיים).
- המומנט הסיבובי שהמנוע מפתח בעבודה בלי עומס על הגל.

שאלה 21

מנוע לזרם ישר עם עירור מקבילי הינו בעל נתונים כדלקמן: הספק נקוב על הגל – 26 כוחות סוס, במהירות 1000 סל"ד ובמתח נקוב של 220 וולט. הזרם הנצרך מהרשת על-ידי המנוע הוא 96 אמפר. התנגדות מעגל העוגן היא 125 מיליומהם והתנגדות מעגל העירור – 110 אוהם. מפל המתח בין המברשות והצובר הוא 2 וולט.



חשב את:

- הכוח האלקטרו-מניע הנגדי בעוגן.
- המומנט הסיבובי על גל המנוע.
- המומנט הדרוש כדי להתגבר על החיכוך והאורור.
- נצילות המנוע.

שאלה 22

מנוע לזרם ישר עם עירור מקבילי, מחובר למתח של 250 וולט וצורך זרם של 31.5 אמפר. העוגן מסתובב במהירות של 1250 סיבובים לדקה והוא מלוּפף בליפוף עניבות פשוט. ומספר המוליכים בחריצים שבמעטפת העוגן הוא 240. התנגדות מעגל העוגן היא 0.8 אוהם, התנגדות מעגל העירור 167 אוהם. מפל המתח בין המברשות והצובר הוא 2 וולט. בעבודה ללא עומס על הגל מפתח המנוע מומנט סיבובי בשיעור של 4.2 ניוטון-מטר.

חשב את:

- הכוח האלקטרו-מניע הנגדי בעוגן.
- השטף המגנטי לקוטב.
- המומנט הסיבובי על הגל בעומס.
- נצילות המנוע.

שאלה 23

מכונה לזרם ישר בעירור מקבילי הופעלה כמחולל במהירות של 1475 סיבובים לדקה והפיקה הספק של 30 קילו-ואט במתח הדקים של 220 וולט. התנגדות העוגן 80 מיליומהם, התנגדות העירור 135 אוהם, מפל המתח בין המברשות לצובר הוא 2 וולט. אותה מכונה הופעלה כמנוע על ידי חיבורה למתח ישר של 220 וולט, כשהיא עמוסה על הגל וצורכת מהרשת הספק בשיעור של 24 קילו-ואט. מפל המתח בין המברשות והצובר נותר 2 וולט ואיבודי ההספק המכניים יחד עם איבודי ההספק בברזל הם 1 קילו-ואט.

חשב את:

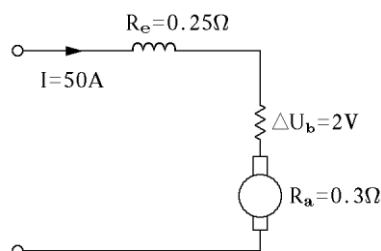
- מהירות סיבובי המנוע.
- נצילות המנוע.
- המומנט המועבר ע"י המנוע לגל של מכונת העבודה.

שאלה 24

מנוע טורי לזרם ישר צורך מהמקור זרם של 50 אמפר ומפתח על הגל מומנט סיבוב של 120 ניוטון-מטר, במהירות של 850 סל"ד. התנגדות העוגן היא 0.3 אוהם והתנגדות העירור הטורי היא 0.25 אוהם. איבודי ההספק לחיכוך ואורור הם 300 ואט ואיבודי ההספק בברזל הם 45 ואט. יש להניח מפל מתח של 2 וולט בין המברשות והצובר.

חשב את:

- ההספק על גל המנוע.
- מתח הזינה.
- נצילות המנוע.
- התנגדותו של נגד-התנעה, שיחובר בטור עם המנוע, להגבלת זרם-ההתנעה לפי שניים מהזרם הנתון.



שאלה 25

בסטטור של מנוע טורי לזרם ישר 4 קטבים. העוגן מיוצר בליפוף גלי פשוט ובחריצי המעטפת שלו ממוקמים 144 מוליכים. המנוע מחובר למתח של 240 וולט והוא מעמיס את מקור הזינה בהספק של 48 קילו-ואט, במהירות עוגן של 840 סל"ד. השטף המגנטי לקוטב הינו 56 מילי-וובר והמנוע עובד בנצילות של 91%. יש להניח מפל מתח של 2 וולט בין המברשות והצובר.

חשב את:

- ההתנגדות השקולה של מעגל העוגן והעירור הטורי.
- איבודי ההספק בנחושת בעוגן ובשדה.
- המומנט הסיבובי המועבר על-ידי גל המנוע למכונת העבודה.

שאלה 26

מנוע לזרם ישר עם עירור טורי מחובר למתח של 220 וולט. בעומס נקוב על הגל צורך המנוע מהרשת זרם של 36 אמפר. ההתנגדות השקולה של מעגל העוגן והעירור הטורי היא 60 מיליאוהם. העומס על הגל הופחת וכתוצאה ירד הזרם ל-15 אמפר ואילו מהירות הגל עלתה ל-1300 סל"ד. יש להניח מפל מתח של 2 וולט בין המברשות והצובר (בלי להתחשב בעוצמת הזרם במעגל). כמו-כן יש להניח, כי נקודות השטף בשני מצבי העבודה נמצאות על החלק הישר של אופיין המגנט.

חשב את:

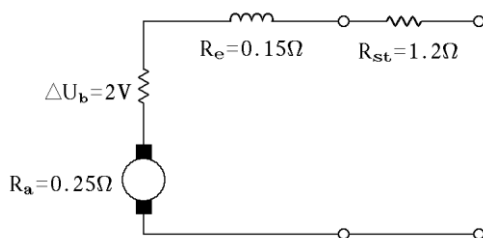
- המומנט הסיבובי בעומס מופחת.
- המומנט הסיבובי בעומס נקוב.
- המהירות הסיבובית של העוגן בעומס נקוב.

שאלה 27

להלן נתונים נקובים של מנוע טורי לזרם ישר: מתח – 240 וולט, זרם בעומס נקוב על הגל – 80 אמפר, מהירות העוגן בעומס נקוב – 950 סל"ד, התנגדות העוגן – 0.25 אוהם, התנגדות העירור הטורי 0.15 אוהם. יש להניח מפל מתח של 2 וולט בין המברשות והצובר (לא תלוי בעוצמת הזרם). להתנעת המנוע חובר עמו בטור נגד של 1.2 אוהם.

חשב:

- את עוצמת זרם ההתנעה.
- לאיזו מהירות סיבובית יגיע העוגן בעומס נקוב על הגל, אם ההתנגדות הטורית נותרה מחוברת במעגל? (כאשר המומנט על הגל שווה למומנט הנקוב).

**שאלה 28**

הספקו על הגל של מנוע לזרם ישר, עם עירור טורי הוא 26.4 כוחות סוס, מהירות העוגן – 1330 סל"ד. המנוע מוזן ממקור מתח של 240 וולט. נצילות המנוע היא 83% ואיבודי ההספק המכניים ובברזל גם יחד הם 0.87 קילו-ואט. הנח מפל מתח של 2 וולט בין המברשות והצובר.

חשב את:

- המומנט הסיבובי המועבר על-ידי גל המנוע.
- הזרם הנצרך מהרשת.
- התנגדות מעגל העוגן והעירור הטורי.

שאלה 29

מנוע לזרם ישר עם עירור טורי מחובר למתח של 240 וולט וצורך זרם של 32 אמפר, במהירות סיבובית של 1250 סל"ד. התנגדות העוגן היא 0.35 אוהם והתנגדות העירור הטורי – 0.25 אוהם. יש להניח מפל מתח של 2 וולט בין המברשות והצובר.

חשב את התנגדותו של נגד שצריך לחבר בטור עם המנוע, כדי להקטין את מהירותו הסיבובית ל-815 סל"ד, כאשר המומנט הנגדי על הגל נותר כפי שהיה.

שאלה 30

מנוע לזרם ישר עם עירור טורי מחובר למתח של 250 וולט. בעומס נקוב על הגל הוא צורך זרם של 40 אמפר, כשהמהירות הסיבובית של העוגן היא 1250 סל"ד. התנגדות העוגן הינה 0.3 אוהם והתנגדות העירור הטורי 0.2 אוהם. ניתן להזניח את מפל המתח בין המברשות והצובר. התעלם גם מהרוויה של המעגל המגנטי והנח שאופיין המגנט הוא קו ישר.

חשב את:

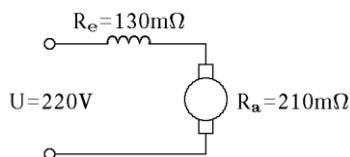
- המומנט הסיבובי האלקטרומגנטי.
- התנגדות הנגד שצריך לחבר בטור עם המנוע, כדי להתניע במומנט התנעה של 300 ניוטון-מטר.

שאלה 31

מנוע לזרם ישר עם עירור טורי, מחובר למתח של 250 וולט. בעומס נקוב על הגל הוא צורך מהרשת זרם של 75 אמפר. העוגן מסתובב אז במהירות של 850 סל"ד. התנגדות העוגן הינה 0.25 אוהם והתנגדות העירור היא 0.15 אוהם. כאשר הופחת העומס על הגל, ירדה צריכת הזרם ל-50 אמפר. בכל מצב עבודה יש להניח מפל מתח של 2 וולט בין הצובר והמברשות. כמו כן יש להניח כי נקודות השטף הרלוונטיות נמצאות על החלק הליניארי של אופיין המגנט.

חשב את:

- המומנט הסיבובי המופעל על-ידי המנוע בעומס נקוב.
- המומנט הסיבובי המופעל על-ידי המנוע בעומס מופחת.
- המהירות הסיבובית של העוגן בעומס מופחת.

שאלה 32

מנוע לז"י עם עירור טורי פועל במתח של 220 וולט. המומנט הסיבובי המועבר על-ידי הגל בעומס נקוב הוא 70 ניוטון-מטר, במהירות 1500 סל"ד. התנגדות העוגן היא 120 מילי-אוהם והתנגדות העירור הטורי 130 מילי-אוהם. המנוע עובד בנצילות של 88%.

בעומס מופחת הועבר בגל הספק של 13.4 כוחות סוס ונצילות המנוע נשארה 88%. את אופיין המגנט יש לראות כליניארי. את מפל-המתח במברשות אפשר להזניח.

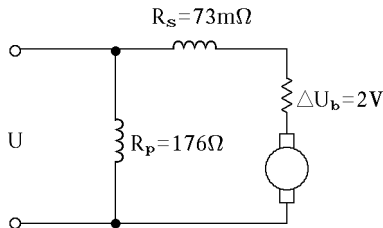
חשב את:

- הזרם הנצרך מהרשת בעומס נקוב.
- איבודי ההספק בנחושת ואת סכום איבודי ההספק המכניים (חיכוך ואיורור) ובברזל, בעומס נקוב.
- איבודי ההספק בנחושת ואת סכום איבודי ההספק המכניים ובברזל, בעומס מופחת.
- המהירות הסיבובית בעומס מופחת.

שאלה 33

מנוע לזרם ישר עם עירור מעורב ארוך, מחובר למתח של 220 וולט וצורך מהרשת זרם של 84 אמפר, כשהעוגן מסתובב במהירות של 1400 סל"ד. התנגדות העוגן 97 מיליאוהם, התנגדות העירור הטורי – 73 מיליאוהם, התנגדות העירור המקבילי 176 אוהם. איבודי ההספק הקבועים (איבודי ברזל, חיכוך ואוורור) הם 700 וואט. יש להניח מפל-מתח של 2 וולט בין המברשות והצובר.

חשב את:



- ההספק האלקטרו-מגנטי.
- ההספק המועבר על-ידי גל המנוע למכונת העבודה.
- המומנט הסיבובי על הגל.
- נצילות המנוע.

שאלה 34

מנוע לזרם ישר עם עירור מעורב ארוך מופעל במתח של 250 וולט ומעמיס את מקור הזינה בהספק של 40 קילו-ואט, כשהעוגן מסתובב במהירות 1150 סל"ד. העירור המקבילי צורך זרם של 4 אמפר ונצילות המנוע היא 84%. התנגדות מעגל העוגן והעירור הטורי היא 0.15 אוהם. יש להניח מפל-מתח של 2 וולט בין המברשות והצובר.

חשב את:

- הכוח האלקטרו-מניע המושרה בעוגן.
- סך כל איבודי ההספק בנחושת בעוגן ובשדה.
- המומנט הסיבובי המועבר על-ידי גל המנוע.
- המומנט הסיבובי המפותח על-ידי המנוע כשאינו עמוס.

שאלה 35

מנוע לזרם ישר עם עירור מעורב ארוך למתח של 240 וולט. בעומס נקוב על הגל מעמיס המנוע את מקור הזינה בהספק של 22.8 קילו-ואט. מהירות העוגן – 960 סל"ד. העוגן מיוצר בליפוף עניבות פשוט ובחריציו 36 סלילים של 3 כריכות כל אחד. התנגדות מעגל העוגן והעירור הטורי היא 0.2 אוהם והתנגדות העירור המקבילי היא 120 אוהם. איבודי ההספק הקבועים (איבודי הברזל, חיכוך ואוורור) הם 680 וואט. יש להניח מפל-מתח של 2 וולט בין המברשות והצובר.

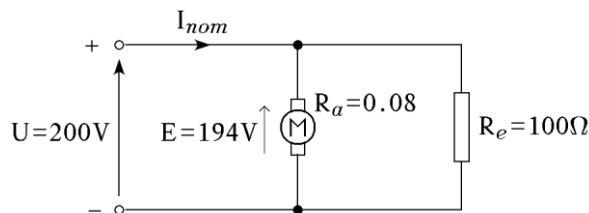
חשב את:

- השטף המגנטי לקוטב.
- ההספק על הגל.
- המומנט הסיבובי המועבר על-ידי גל המנוע למכונת העבודה.
- נצילות המנוע.

שאלה 36

תכנן נגד התנעה למנוע לזרם ישר המסורטט באיור, כך שזרם ההתנעה (I_{st}) יהיה לכל היותר כפול מהזרם הנומינלי.

$$I_{st\max} = 2 \cdot I_{nom}$$



שאלה 37

- א. מנוע לז"י בעירור מקבילי מסתובב במהירות של 1500 סל"ד כשהוא צורך 20A מהרשת. מתח הרשת 250V, התנגדות העירור 50Ω והתנגדות הרוטור 0.2Ω .
מה תהיה מהירותו כאשר הוא מועמס וצורך 100A מהרשת?
ב. הסבר את השפעת עליית העומס על מומנט המנוע לזרם ישר בעירור מקבילי.

שאלה 38

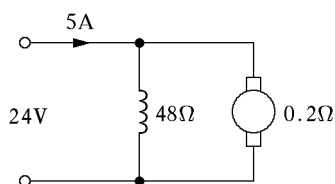
- נתון מנוע בעירור נפרד (זר). מתח הדקיו 400 וולט, הכא"מ שמתפתח ברוטור הוא 380V, התנגדות סליל הרוטור – 0.08 אוהם.
התנגדות סלילי העירור 50Ω ומתח העירור 350V.
ההפסדים המכניים 3.5KW וההפסדים בברזל 1.5KW.
א. מהו ההספק החשמלי שצורך המנוע מהרשת? (משני המקורות גם יחד).
ב. מהם הפסדי הנחשת של המנוע?
ג. מהי נצילות המנוע וההספק המכני שהוא מספק בכוחות סוס?
ד. מדוע מנוע בעירור נפרד אינו נפוץ?

שאלה 39

- מנוע לז"י בעירור מקבילי צורך מהרשת הספק של 100KW במתח של 250 וולט. התנגדות השדה היא 100Ω והתנגדות סלילי הרוטור 0.02Ω . המנוע מספק 126.65HP וההפסדים המכניים שלו הם 1.5KW.
א. מהי נצילות המנוע?
ב. מהם הפסדי הברזל?

שאלה 40

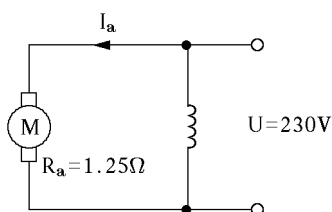
- הסבר את בעיית ההתנעה במנוע לזרם ישר בעירור מקבילי ומה ניתן לעשות כדי למנוע זאת?

שאלה 41

- מנוע מקבילי פועל במתח של 24V וצורך זרם של 5A.
התנגדות העוגן היא 0.2Ω והתנגדות העירור 48Ω .
מהירות הסיבוב 1500 סל"ד.
חשב את:
א. הכא"מ הנגדי המתפתח בעוגן.
ב. הכא"מ הנגדי וזרם הצריכה כשהמהירות היא 1480 סל"ד.

שאלה 42

- מנוע מקבילי מסתובב במהירות של 1500 סל"ד. המנוע מחובר ל-220V וצורך 15A.
התנגדות הרוטור היא 0.8Ω , והתנגדות הסטטור היא 80Ω .
חשב את מהירות הסיבוב כאשר המנוע צורך 12A (הנח שהשטף אינו משתנה).

שאלה 43

התנגדות העוֹגן במנוע לזרם ישר היא 1.25Ω ומתח ההפעלה הוא $230V$.
חשב את:

- זרם העוֹגן בהתנעה.
- זרם העוֹגן במהירות סיבוב בה הכא"מ הנגדי הוא $215V$.
- כא"מ נגדי כאשר זרם העוֹגן הוא $18A$.

שאלה 44

לעוֹגן, במנוע 4 קוטבי, בערור מקבילי, יש 75 מוליכים בליפוף גלי. השטף הוא $15mWb$, זרם העוֹגן בהתנעה הוא $120A$ ומתח ההפעלה הוא $180V$.
חשב את:

- התנגדות העוֹגן.
- זרם העוֹגן כשמהירות הסיבוב 1870 סל"ד.
- מהירות הסיבוב כאשר זרם העוֹגן הוא $8A$.
- מהירות הסיבוב בעומס אפס תיאורטי ($I_a = 0$).

שאלה 45

מתח הפעלה במנוע לזרם ישר עם עירור מקבילי הוא $115V$, התנגדות העוֹגן 2.4Ω וזרם העוֹגן הנקוב $6A$.
חשב את:

- זרם העוֹגן בהתנעה.
- הנגד בטור לעוֹגן, שיגביל את זרם העוֹגן בהתנעה ל- $7.4A$.
- הנגד בטור לעוֹגן, שיגביל את זרם העוֹגן בהתנעה ל- $3 \cdot I_{an}$.
- זרם העוֹגן בהתנעה כאשר מחובר נגד 8Ω בטור לעוֹגן.

שאלה 46

במנוע לזרם ישר התנגדות העוֹגן היא 1.85Ω , מתח ההפעלה – $180V$, מהירות הסיבוב – 1250 סל"ד, זרם העוֹגן בהתנעה גדול פי 7 מאשר במהירות סיבוב נומינלית, אם ידוע שהשטף נשאר קבוע,
חשב את:

- מהירות המנוע כאשר זרם העוֹגן הוא $6A$.
- זרם העוֹגן כאשר מהירות המנוע היא 780 סל"ד.
- מהירות הסיבוב בעומס אפס תיאורטי.

שאלה 47

במנוע לזרם ישר בעל 8 קטבים יש בעוֹגן 124 מוליכים בליפוף גלי. השטף הוא $7.5mWb$, התנגדות העוֹגן – 2.8Ω , מתח הפעלה – $150V$, מהירות הסיבוב – 2100 סל"ד.
חשב את:

- זרם העוֹגן בהתנעה.
- זרם העוֹגן במהירות נומינלית.
- המומנט המתפתח בעוֹגן בעומס נומינלי.
- ההספק האלקטרומגנטי.

שאלה 48

במנוע לזרם ישר התנגדות העוֹגן היא 2.25Ω , מתח הפעלה הוא $180V$, זרם העוֹגן הוא $6.4A$.
המנוע מפתח בעוֹגן מומנט של $2Kgm$.
חשב את מהירות הסיבוב של המנוע.

שאלה 49

מנוע לזרם ישר שהספקו 2.5HP, מפתח מומנט של 15Nm. חשב את מהירות הסיבוב.

שאלה 50

למנוע זרם ישר מהירות סיבוב של 1500 סל"ד ומתח הפעלה של 160V. נצילותו 86% והוא מפתח מומנט של 40Nm.
חשב את:
א. הספק המנוע (בכוחות סוס).
ב. זרם צריכה.
ג. הפסדי ההספק במנוע.

שאלה 51

מנוע לזרם ישר בעירור מקבילי מחובר ל-440V ומסתובב בריקם אידיאלי במהירות של 2600 סל"ד.
התנגדות הרוטור היא 1.2Ω .
חשב את מהירות הסיבוב בזרמי עוגן של:
א. 10A
ב. 20A
ג. 30A
השטף הינו קבוע.

שאלה 52

מנוע לזרם ישר בעירור מקבילי מחובר למקור מתח של 380V ומסתובב במהירות של 920 סל"ד כשהוא צורך 3A. התנגדות הרוטור היא 0.8Ω והתנגדות הסטטור – 250Ω .
חשב את מהירות המנוע בזרמי צריכה של:
א. 12A
ב. 18A
ג. 25A

שאלה 53

התנגדות מעגל העוגן במנוע לזרם ישר בעירור מקבילי היא 0.23Ω , התנגדות הסטטור היא 78Ω ומתח ההפעלה הוא 110V.
חשב את:
א. זרם ההתנעה.
ב. ההתנגדות בטור לעוגן שתגביל את זרם ההתנעה ל-86A.
ג. ההתנגדות בטור לעוגן שתגביל את זרם ההתנעה ל-20% מערכו בהתנעה ישירה.

שאלה 54

במנוע לזרם ישר בעירור מקבילי הפועל במתח של 250V, התנגדות העוֹגן היא 0.4Ω והתנגדות הסטטור היא 125Ω . המנוע צורך 40A. ההפסדים הקבועים הם 300W. חשב את:

- הכא"מ הנגדי בעוֹגן.
- ההספק האלקטרומגנטי.
- הפסדי הנחושת בסטטור.
- הפסדי הנחושת ברוטור.
- ההספק המנוע ונצילות המנוע.

שאלה 55

מנוע לזרם ישר בעירור מקבילי מחובר למקור מתח של 115V. התנגדות העירור היא 75Ω , התנגדות העוֹגן היא 0.6Ω , מהירות המנוע היא 850 סל"ד והכא"מ הנגדי מהווה 85% ממתח המקור. חשב את:

- זרם העירור.
- זרם ההתנעה.
- ההספק הנצרך בהתנעה.
- זרם הצריכה הנומינלי.

שאלה 56

למנוע לזרם ישר בעירור מקבילי הנתונים האלה: מתח הפעלה – 230V, זרם העוֹגן – 52A, מהירות – 1150 סל"ד, התנגדות העוֹגן – 0.25Ω , התנגדות העירור – 115Ω והפסדים קבועים של 450W. חשב את:

- נצילות המנוע.
- מומנט המנוע.
- ההתנגדות שצריך לחבר בטור לעוֹגן, כדי שבעומס נומינלי תהיה מהירות המנוע 700 סל"ד.

שאלה 57

מנוע לזרם ישר בעירור מקבילי פועל במתח של 550V וצורך 24A. מהירותו 1450 סל"ד, התנגדות העוֹגן היא 1Ω והתנגדות הסטטור 110Ω . חשב את:

- מהירות המנוע כשהוא צורך 16.5A.
- מהירות מקסימלית (בריקם אידיאלי).

שאלה 58

מנוע לזרם ישר בעירור מקבילי פועל במתח של 230V. התנגדות העוֹגן היא 1.25Ω והתנגדות הסטטור היא 57.5Ω . חשב את ההתנגדות בטור לעוֹגן, שתקטין את זרם ההתנעה פי 1.5 מערכו בהתנעה ישירה.

שאלה 59

במנוע לזרם ישר, זרם העוֹגן הוא 5A, השטף בסטטור 12mWb והמומנט 4Kgm. חשב:

- את המומנט ב-Nm כאשר זרם העוֹגן 3A והשטף 13mWb.
- באיזה זרם עוֹגן יתפתח מומנט של 150Nm, כאשר השטף הוא 8mWb?

שאלה 60

למנוע טורי הספק של 7KW, מתח של 240V ונצילות 87%. התנגדות הרוטור היא $284m\Omega$ והתנגדות העירור 0.2Ω . מהירות הסיבוב היא 1230 סל"ד.

חשב את:

- א. הזרם הנומינלי.
- ב. הכא"מ הנגדי.
- ג. נגד ההתנעה כדי שזרם ההתנעה יהיה 200A הנח שמדובר על החלק הליניארי של עקום המגנט.
- ד. המהירות שבה יזרום זרם של 50A במנוע.

שאלה 61

למנוע טורי הספק של 8HP, מתח של 230V ונצילות 85%. התנגדות העוגן היא 0.28Ω , זרם ההתנעה הוא 460A והמהירות הנומינלית היא 1250 סל"ד.

חשב את:

- א. התנגדות הסטטור
- ב. הזרם הנומינלי
- ג. הכא"מ הנגדי בעוגן
- ד. מהירות הסיבוב כשהזרם הוא 40% מהזרם הנומינלי, הנח שמדובר על החלק הליניארי של עקום המגנט.

שאלה 62

מנוע טורי פועל במתח נקוב של 230V וצורך זרם נקוב של 12A במהירות נקובה של 1150 סל"ד. התנגדות הסטטור היא 0.52Ω והתנגדות הרוטור 0.48Ω , בהנחה שמדובר על החלק הליניארי של עקום המגנט.

חשב את:

- א. הזרם כשהמהירות היא 870 סל"ד.
- ב. הזרם כשהמהירות היא 1700 סל"ד.

שאלה 63

מנוע טורי פועל במתח של 580V וצורך זרם של 25A במהירות של 1520 סל"ד (מנוע מועמס בעומס נקוב). התנגדות הסטטור היא 0.38Ω והתנגדות הרוטור היא 0.62Ω , בהנחה שמדובר על החלק הליניארי של עקום המגנט.

חשב את מהירות המנוע כשהזרם הוא 32A.

שאלה 64

למנוע טורי הפועל במתח של 230V יש 3 זוגות קטבים ו-860 מוליכים ברוטור בליפוף גלי. השטף הוא $8.36mWb$ והמנוע צורך 60A. ההפסדים הקבועים הם 1.2KW, התנגדות העוגן היא 0.26Ω והתנגדות העירור 0.3Ω .

חשב את:

- א. מהירות המנוע.
- ב. הספק המנוע בכוחות סוס.
- ג. המומנט על הציר.
- ד. נצילות המנוע.

שאלה 65

מנוע מעורב בחיבור ארוך פועל במתח של 230V. הספקו 5HP, התנגדות השדה המקבילי היא 115Ω , התנגדות השדה הטורי 0.12Ω ונצילותו היא 80%.
חשב את:

- זרם הצריכה.
- זרם העוגן.
- הפסדי הנחשת בשדות.

שאלה 66

מנוע מעורב בחיבור קצר, פועל במתח של 250V. התנגדות השדה המקבילי היא 150Ω והתנגדות השדה הטורי – 0.12Ω . הנצילות היא 86% וההספק 8HP.
חשב את:

- זרם הצריכה.
- הזרם בעוגן.
- הפסדי הנחשת בשדה הטורי.
- הפסדי הנחשת בשדה המקבילי.

שאלה 67

למנוע בעירור מקבילי נתונים כדלקמן:
מתח נומינלי 220 וולט; זרם נומינלי 303 אמפר; זרם עירור נומינלי 3 אמפר; מהירות נומינלית 980 סל"ד; התנגדות מוליכי הרוטור – $4 \cdot 10^{-2}$ אוהם.
מה תהיה מהירות המכונה הזו בעבודתה כמחולל במתח של 220 וולט, כאשר הזרם ברוטור אינו משתנה.
אין להתחשב בתגובת העוגן וברווייה המגנטית.

שאלה 68

למנוע בעירור מקבילי נתונים כדלקמן:
מתח נומינלי 110 וולט; זרם נומינלי 608 אמפר; זרם עירור נומינלי 8.4 אמפר; מהירות נומינלית 980 סל"ד; התנגדות מוליכי הרוטור $1.2 \cdot 10^{-2}$ אוהם.
חשב את המתח של המכונה הזו בעבודתה כמחולל, במהירות של 1470 סל"ד.
הזרם ברוטור והשטף אינם משתנים. אין להתחשב בתגובת העוגן.

שאלה 69

במנוע טורי דו-קוטבי לזרם ישר, התנגדות הסטטור היא 5 אוהם והתנגדות הרוטור 1.2 אוהם. המתח הנקוב הוא 220 וולט. ברוטור נמצאות 52 חבילות ובכל חבילה 100 תילים בליפוף גלי. עקום השטף המגנטי כתלות בזרם נתון בטבלה:

שטף (mWb)	1	2	2.5	3	4.1	5
זרם (A)	0.3	0.8	1.2	1.5	3.2	6.5

חשב את מספר הסיבובים במתח נקוב ובזרם עומס של 1.2 ושל 3.2 אמפר.

שאלה 70

מנוע דו-קוטבי לזרם ישר, בעירור מקבילי, מוזן במתח של 220 וולט. המנוע צורך זרם של 52 אמפר. השטף לזוג קטבים הוא $2.72 \cdot 10^{-2}$ וובר, מספר מוליכי הרוטור הוא 300. התנגדות מוליכי הרוטור היא 0.2 אוהם והתנגדות סלילי העירור היא 110 אוהם.
חשב את מהירות המנוע. הליפוף הוא מסוג עניבה פשוט.

שאלה 71

מנוע בעירור מקבילי לזרם ישר בעל 4 קטבים, מוזן במתח של 110 וולט. המנוע צורך זרם של 608 אמפר. השטף לזוג קטבים הוא $2.49 \cdot 10^{-2}$ וובר. מספר מוליכי הרוטור הוא 252. ליפוף הרוטור הוא מסוג עניבה פשוט. התנגדות מוליכי הרוטור היא 0.0121 אוהם והתנגדות סלילי העירור היא 13 אוהם. חשב את מהירות המנוע.

שאלה 72

מנוע לזרם ישר בעירור מקבילי מוזן במתח של 110 וולט. כשהזרם ברוטור הוא 10 אמפר, המנוע מסתובב במהירות של 1200 סל"ד. התנגדות מוליכי הרוטור היא 0.2 אוהם. חשב את מהירות המנוע כאשר מקטינים את מספר המוליכים ברוטור לחצי והזרם ברוטור יהיה 5 אמפר.

שאלה 73

מנוע לזרם ישר בעירור מקבילי מוזן במתח של 110 וולט, כשהזרם ברוטור הוא 10 אמפר. המנוע מסתובב במהירות של 1200 סל"ד. התנגדות מוליכי הרוטור היא 0.2 אוהם. במצב אחר מקטינים את מספר המוליכים ברוטור לחצי והזרם ברוטור יהיה 5 אמפר.

חשב בשני המקרים את:

- א. ההספק האלקטרו-מגנטי.
- ב. המומנט האלקטרו-מגנטי.
- ג. ההפסדים במעגל הרוטור.

שאלה 74

מנוע בעירור טורי פועל ברשת של 220 וולט. התנגדות המנוע (סלילי הסטטור עם סלילי הרוטור) היא 0.5 אוהם. דרך המנוע עובר זרם שעוצמתו 12 אמפר. המנוע מסתובב במהירות של 400 סל"ד ומפתח מומנט של 6 קילוגרם-מטר.

חשב את:

- א. מהירות המנוע.
- ב. המומנט שיפתח המנוע כשיעבור בו זרם שעוצמתו 20 אמפר, בהנחה שהוא לא הגיע לרוויה ובהזנחת תגובת העוגן.

שאלה 75

מנוע בעירור מקבילי פועל במתח של 220 וולט. בהתנעה מחברים אליו בטור ריאוסטט התנעה שהתנגדותו 1.2 אוהם. זרם ההתנעה שווה ל-176 אמפר. אחר כך, כשהמנוע מגיע למהירות של 832 סל"ד עוצמת הזרם קטנה ל-80 אמפר. הנח שזרם העירור שווה לאפס.

חשב:

- א. את התנגדות העוגן.
 - ב. לאיזו מהירות יגיע המנוע לאחר שנוציא את ריאוסטט ההתנעה מהמעגל, בהנחה שלא יחול שינוי בעומס של המנוע.
- זרם העירור קטן מאוד ולכן ניתן להזניחו.

שאלה 76

מנוע בעירור נפרד פועל במתח של 440 וולט. סליל העירור מחובר למתח של 110 וולט. הזרם ברוטור הוא 200 אמפר. התנגדות סלילי הרוטור היא 0.065 אוהם והתנגדות סלילי העירור היא 5.5 אוהם. נצילות המנוע היא 90%.

חשב את:

- ההספק המלא שהמנוע צורך
 - הפסדי הספק בסליל הרוטור ובסלילי העירור
 - ההספק האלקטרו-מגנטי של המנוע
 - ההספק היעיל של המנוע
- בהנחה שהמנוע מסתובב במהירות של 750 סל"ד חשב את:
- המומנט האלקטרומגנטי
 - המומנט היעיל (על הציר).

שאלה 77

למנוע בעירור טורי הנתונים האלה:

הספק נומינלי: $7KW$

מתח נומינלי: $220V$

נצילות: 82%

התנגדות סלילי הרוטור: 0.284Ω

התנגדות סלילי העירור: 0.2Ω

מהירות סיבובית נומינלית: $1000rpm$

המנוע עובד מתחת לרוויה המגנטית.

חשב את:

- הזרם הנומינלי.
- הכא"מ הנגדי בעומס נומינלי.
- מהירות סיבוב המנוע כשהזרם העובר בו שווה ל-40% של הזרם הנומינלי.

שאלה 78

להלן נתונים של מנוע לזרם ישר בעירור מקבילי:

הספק נומינלי: $9KW$

מתח נומינלי: $220V$

זרם נומינלי: $51A$

זרם עירור: $1A$

מהירות הסיבוב הנומינלית: $5000rpm$

התנגדות מוליכי הרוטור: 0.22Ω

חשב את:

- הכא"מ ברוטור כשהמנוע מקבל מהרשת את הזרם הנומינלי.
- המומנט היעיל הנומינלי.
- המומנט האלקטרומגנטי.
- מומנט ההפסדים בריקם.

שאלה 79

למנוע לזרם ישר בעירור מקבילי, הנתונים האלה:

מתח: 220V

הזרם בעוגן: 48.4A

מהירות נומינלית: 1000rpm

התנגדות העוגן: 0.28Ω

התנגדות סלילי העירור: 88Ω

הפסדי ברזל והפסדים מכניים ניתנים להזנחה.

חשב את:

א. נצילות המנוע.

ב. המומנט הנקוב.

ג. ההתנגדות שצריך לחבר בטור עם העוגן, כדי שבעומס נקוב תרד מהירות המנוע ל-700 סל"ד.

שאלה 80

מנוע בעירור טורי של 3 כ"ס (הספק מועיל) מסתובב במהירות של 850 סל"ד.

מתח הרשת הוא 440 וולט ונצילות המנוע 88%.

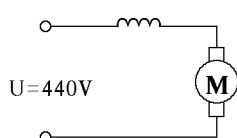
חשב את:

א. המומנט על הציר.

ב. עוצמת הזרם במנוע.

ג. התנגדות המנוע (כולל סלילי העירור).

התעלם מההפסדים מכניים ומההפסדים בברזל.

**שאלה 81**

מנוע לזרם ישר, בעירור מקבילי, פועל במתח של 220 וולט וצורך מהרשת זרם של 5 אמפר. נצילות המנוע

80%, התנגדות סלילי העוגן היא 0.5 אוהם, התנגדות סלילי השדה היא 440 אוהם. המנוע מסתובב

במהירות של 950 סל"ד.

חשב את:

א. המומנט על הציר.

ב. מהירות הסיבוב של המנוע כאשר קיימת תקלה במשאבה, המונעת על ידי המנוע וכתוצאה מכך

עוצמת הזרם עולה ל-12 אמפר.

שאלה 82

נתון מנוע עם עירור מקבילי בעל 4 קטבים, הפועל במתח של 250V. המנוע מקבל מהרשת זרם שעוצמתו

56A. במנוע 260 תילים. התנגדות סלילי העוגן היא 0.4 אוהם. ליפוף הרוטור הוא מסוג גלי פשוט (2a=2).

התנגדות סלילי הסטטור היא 100 אוהם. השטף המגנטי שווה ל-0.03 וובר.

חשב את מהירות המנוע.

הערה: הזנח את השפעת תגובת העוגן.

שאלה 83

מנוע טורי פועל בעומס של 2.4KW, במתח רשת של 440V ובנצילות 76%.

התנגדות העוגן היא 0.3Ω, והתנגדות סלילי הסטטור היא 0.21Ω.

חשב את הזרם ואת הכא"מ הנגדי של המנוע.

הערה: כל הנתונים שלעיל הם ערכים נומינליים.

שאלה 84

הערכים הנומינליים של מנוע לזרם ישר בעל עירור מקבילי הם אלה :

$$P_n = 9.5KW \quad \text{הספק מכני נומינלי}$$

$$U_n = 220V$$

$$I_n = 55A$$

$$I_e = 1A$$

$$n_n = 500rpm$$

$$R_a = 0.227\Omega$$

חשב את :

- א. הכא"מ הנומינלי.
- ב. המומנט הפועל על המנוע.
- ג. המומנט האלקטרו-מגנטי הנומינלי ומומנט ההפסדים M_o .

שאלה 85

לרשת בעלת מתח של 200V מחובר מנוע עם עירור מקבילי. המנוע צורך מהרשת זרם שעוצמתו 7.5A. נצילות המנוע היא 85%. מהירותו של הרוטור היא 920 סל"ד. חשב את המומנט הפועל על ציר המנוע.

שאלה 86

חשב את שלושת המומנטים (אלקטרומגנטי; פעיל; הפסדים) של מנוע מקבילי לזרם ישר בעל הנתונים האלה :

$$P_n = 20KW \quad \text{הספק מכני נומינלי}$$

$$U_n = 440V$$

$$I_n = 56A$$

$$I_e = 1.9A$$

$$n_n = 1000rpm$$

$$R_a = 0.35\Omega \quad \text{התנגדות העוון}$$

שאלה 87

חשב את התנגדותו של ריאוסטט התנעה R_{st} , המחובר בטור לעוון, עבור מנוע לזרם ישר עם עירור זר, בעל הנתונים האלה :

$$I_n = 20A$$

$$R_a = 0.5\Omega$$

$$U_n = 200V$$

$$I_{st} = 2 \cdot I_n$$

שאלה 88

מהירותו הנומינלית של מנוע בעירור בטור היא 900 סל"ד. ההספק המועיל הוא 3 כ"ס, מתח הרשת 400 וולט ונצילותו היא 90%.

חשב את:

א. המומנט הפועל על הציר

ב. הזרם הזורם במנוע.

שאלה 89

מנוע עם עירור מקבילי פועל במתח של 150 וולט וצורך הספק של 15KW. העוגן כולל 300 מוליכים בליפוף עניבה פשוט. השטף המגנטי לכל קוטב הוא 50 מילי-וובר. התנגדות העוגן היא 0.1 אוהם, והתנגדותם של סלילי העירור היא 75Ω . עוצמת הזרם בסלילי העירור היא 2A. עוצמת הזרם בעוגן, בפעולה ללא עומס, היא 3A, תוך הזנחת תגובת העוגן.

חשב את:

א. מהירות המנוע ללא עומס

ב. מהירות המנוע בעומס נומינלי.

שאלה 90

חשב את הנצילות המקסימלית של מנוע בלתי תלוי (עירור זר) בעל הנתונים האלה, הנח שההפסדי הנחושת בסלילי העירור זניחים.

$$P_{2n} = 4.2KW$$

$$I_n = 20A$$

$$R_a = 0.5\Omega$$

כאשר:

א. העומס שווה לעומס הנקוב.

ב. העומס שווה ל- $\frac{3}{4} \cdot I_n$.

שאלה 91

א. הסבר את בעיית ההתנעה במנוע לזרם ישר. הסבר שיטה אחת לפתרון הבעיה ולווה את הסברך בתרשים עקרוני מתאים.

ב. סרטט דיאגרמה אנרגטית של מנוע לזרם ישר והסבר את משמעות הנתונים הכלולים בה.

שאלה 92

א. הסבר את התגובה המגנטית של העוגן במכונות לזרם ישר.

ב. איך ניתן להפוך את כיוון הסיבוב של מנוע DC?

שאלה 93

מנוע מקבילי הפועל במתח של 200V וצורך 25A, מפתח על הציר מומנט של 32Nm. הפסדי המנוע הם 625W.

חשב את:

א. הספק המנוע

ב. מהירות הסיבוב

ג. נצילות המנוע.

שאלה 94

מנוע מקבילי פועל ב-180V וצורך 15A. הספקו הוא 2350W, התנגדות הסטטור היא 80Ω והתנגדות הרוטור – 0.25Ω . מהירות הסיבוב היא 820 סל"ד.
חשב את:

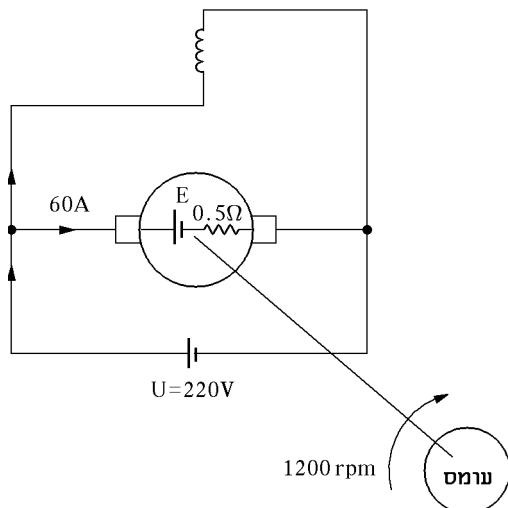
- זרם ההתנעה.
 - המהירות בריקס אידיאלי.
 - מהירות המנוע כשהזרם הוא 40A.
 - מהירות המנוע כשהזרם הוא 25A ומחובר נגד התנעה 0.65Ω בטור לעוגן.
 - נצילות המנוע בעומס נומינלי.
- הערה: חישוב המהירות יעשה בהנחה שהשטף המגנטי אינו משתנה.

שאלה 95

מנוע טורי מסתובב במהירות של 1200 סל"ד כאשר הוא מחובר למתח של 230V וזרכו זורם של 8A. התנגדות הרוטור היא 0.6Ω והעירור 0.5Ω .
חשב את המהירות כאשר הזרם הוא 11.5A.
הערה: יש להניח שהמנוע עובד בתחום עד לרוויה המגנטית.

שאלה 96

חשב התנגדות מתנע עבור מנוע מקבילי לזרם ישר בעל הנתונים האלה:
מתח – 230V; הספק – 8.0HP; נצילות – 80%; התנגדות מעגל העוגן – 0.3Ω . זרם הרוטור בעת ההתנעה הוא פי 1.5 מהזרם הנומינלי.

שאלה 97

- להלן נתוני מנוע לזרם ישר בעירור מקבילי:
- מתח ההדקים: 220V
 - זרם העוגן: 60A
 - מהירות העוגן: 1200rpm
 - התנגדות העוגן: 0.5Ω
 - הנח שטף מגנטי קבוע.
- חשב את מהירות המנוע בריקס אם ידוע שזרם העוגן בריקס הוא 2.5A.
 - כיצד תשתנה מהירות המנוע אם יתנתק סליל העירור. נמק באמצעות נוסחה.

שאלה 98

מנוע לזרם ישר בעירור מקבילי, בעל שני קטבים $2p = 2$ שמספר ענפי הזרם שלו שווה 2 ($2a = 2$), מחובר לרשת של 123V. זרם העוגן 30A, התנגדות העוגן 0.1Ω והוא מסתובב במהירות 1200 סל"ד.
חשב את המומנט המתפתח במנוע והספק המנוע, אם מספר המוליכים בעוגן שווה ל-628.
הפסדים קבועים זניחים.

שאלה 99

מנוע לזרם ישר בעירור טורי, בעל הספק $3HP$ ומהירות עוגן של 850 סל"ד, מחובר למתח של $440V$. נצילות המנוע היא 88% .

חשב את:

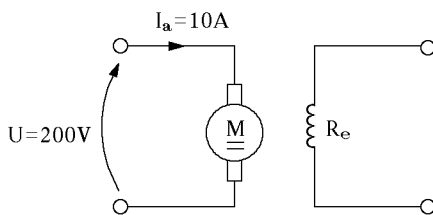
- הזרם שצורך המנוע.
- התנגדות המנוע (כולל העירור).
- הערה: הזנח הפסדים מכניים והפסדי ברזל.

שאלה 100

מנוע לזרם ישר, בעירור מקבילי, עובד במתח $110V$ וצורך הספק של $9.9KW$. מספר זוגות הקטבים 2 , מספר המוליכים 300 , השטף לקוטב $34mWb$, התנגדות העוגן 0.08Ω וזרם העירור $3A$. הזרם בעוגן ללא עומס הוא $4A$. הנח $2a = 2p$.

חשב את:

- מהירות המנוע בעומס נקוב.
- מהירות המנוע ללא עומס.

שאלה 101

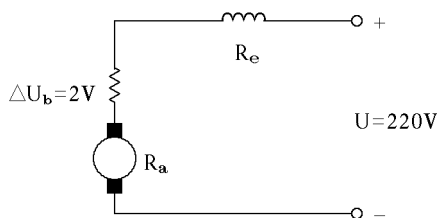
נתון מנוע בעירור נפרד בעל רוטור מלופף בליפוף עניבה $(p = a)$, 300 מוליכים. הרוטור מחובר למתח של $200V$ וצורך זרם של $10A$. השטף לזוג קטבים הוא $\phi = 20mWb$ והוא מסתובב במהירות של 1950 סל"ד.

- מהו הכא"מ המושרה ברוטור?
- מהי התנגדות הרוטור?
- מהו הזרם שיצרוך המנוע מהרשת, אם מהירות המנוע תרד ל- 1800 סל"ד?

שאלה 102

מתח הדקים של מנוע מקבילי הוא 125 וולט. המנוע צורך זרם של $26A$ ומסתובב במהירות של 565 סל"ד. התנגדות מעגל העוגן היא 0.4 אוהם והתנגדות העירור 125 אוהם.

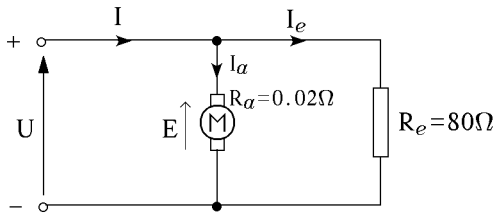
- מצא את זרם העוגן כאשר המנוע מסתובב במהירות 525 סל"ד.
- איך משפיע הכא"מ הנגדי שנוצר במנוע DC על זרם העוגן?

שאלה 103

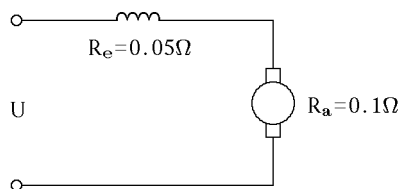
מנוע טורי לזרם ישר מחובר למתח של 220 וולט והספקו הנקוב על הגל הוא 39.9 כוחות-סוס, במהירות 1200 סל"ד. במצב זה צורך המנוע מהרשת זרם של 150 אמפר. יש להניח מפל מתח של 2 וולט בין המברשות (פחמים) והצובר (קולקטור). איבודי ההספק המכניים והמגנטיים הם 1983.6 וואט.

חשב את:

- המומנט הסיבובי הנקוב על הגל.
- נצילות המנוע.
- ההתנגדות השקולה של העוגן והעירור הטורי.
- הכא"מ המופק בעוגן.

שאלה 104

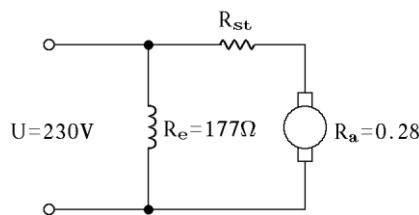
מנוע לז"י בעירור מקבילי צורך מהרשת הספק של 110KW במתח של 250V וולט. התנגדות השדה היא 80Ω והתנגדות סלילי הרוטור 0.02Ω . המנוע מספק 140HP וההפסדים המכניים שלו הם 1.5KW .
חשב את:
א. נצילות המנוע.
ב. הפסדי הברזל.

שאלה 105

מנוע בעל עירור טורי, שהספקו 15KW , במתח נקוב של 230V ונצילותו 85% , מסתובב במהירות נומינלית של 750 סל"ד. התנגדות העוגן היא 0.1 אוהם והתנגדות סליל העירור 0.05 אוהם.
כאשר עוצמת הזרם בעוגן היא 40A (שונה מהזרם הנומינלי), ובהנחה שמצב העבודה הוא בתחום הליניארי של עקום המגנט חשב את:
א. מהירות המנוע.
ב. המומנט.

שאלה 106

נתון מנוע לזרם ישר בעירור מקבילי. המתח המסופק למנוע הוא 250V , ההספק על ציר המנוע הוא 5.5HP , נצילות המנוע היא 88% , התנגדות סליל העירור 200 אוהם, התנגדות סלילי הרוטור 0.2 אוהם.
חשב את:
א. הספק המבוא של המנוע.
ב. הזרם שהמנוע צורך מהרשת.
ג. הכא"מ של המנוע.
ד. ההפסדים הקבועים של המנוע.

שאלה 107

מנוע לזרם ישר בעירור מקבילי, המתואר באיור, מחובר למתח של 230V . הספקו הנקוב הוא 8.4KW במהירות נומינלית של 1450rpm . נצילות המנוע 85% , התנגדות העוגן 0.28Ω והתנגדות העירור 177Ω . לעוגן מחובר בטור נגד המגביל את זרם ההתנעה ל- $1.5I_n$.
חשב את:
א. נגד ההתנעה.
ב. מהירות המנוע בסוף שלב ההתנעה.

שאלה 108

הספקו הנקוב על הגל של מנוע לזרם ישר עם עירור מעורב הוא 24.3 קילו-ואט ואיבודי ההספק בתוכו הם כדלקמן: איבודי נחושת במעגל העוגן והעירור הטורי: 1.6 קילו-ואט, איבודי נחושת בעירור המקבילי: 1.8 קילו-ואט, איבודי הספק לחיכוך ואיורור: 1.3 קילו-ואט. התנגדות מעגל העוגן והעירור הטורי היא 0.36 אוהם והתנגדות העירור המקבילי היא 98 אוהם. בעבודה ללא עומס על הגל, מסתובב המנוע במהירות 1120 סל"ד (במצב זה אפשר לראות את איבודי הנחושת במעגל העוגן והעירור הטורי כזניחים). השטף המגנטי לקוטב בעבודת המנוע, בעומס נקוב, גדול ב-16% מהשטף בעבודה בלי עומס. עבור החישובים של עבודת המנוע בעומס נקוב יש להניח מפל-מתח של 2 וולט בין המברשות לצובר. חשב את:

- א. מתח המקור.
- ב. הזרם שהמנוע צורך בעומס נקוב.
- ג. נצילות המנוע בעומס נקוב.
- ד. איבודי ההספק בברזל.
- ה. מהירות העוגן בעומס נקוב.

1.1: גנרטור לזרם ישר

שאלה 109

פתרון

לגנרטור בעירור זר יש 252 מוליכים בעוגן בליפוף גלי, בסטטור 4 קטבים והשטף בו 6mWb . התנגדות הרוטור היא 0.32Ω מהירות הסיבוב 900 סל"ד . לגנרטור מחובר צרכן 4Ω . חשב את:

- הכא"מ של הגנרטור.
- הזרם והמתח בצרכן.
- ההספק בצרכן.
- הפסדי הנחשת ברוטור.

נתון:

חשב:

גנרטור בעירור זר	א. $E = ?$
$N = 252$	ב. $I, U = ?$ צרכן
ליפוף גלי $(2a = 2)$	ג. $P = ?$ צרכן
$2p = 4$	ד. $\Delta P_{Cu_a} = ?$
$\phi = 6\text{mWb}$	
$R_a = 0.32\Omega$	
$n = 900\text{rpm}$	
$R = 4\Omega$	

$$E = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} \cdot \phi \cdot n = \frac{4}{2} \cdot \frac{252}{60} \cdot 6 \cdot 10^{-3} \cdot 900 = 45.36\text{V} \quad \text{א.}$$

$$U = E - R_a \cdot I \quad ; \quad I = \frac{U}{R} \quad \text{ב.}$$

$$U = E - R_a \cdot \frac{U}{R} = 45.36 - \frac{0.32}{4} \cdot U = 45.36 - 0.08U$$

$$U + 0.08U = 45.36 \quad ; \quad U(1 + 0.08) = 45.36 \quad ; \quad U = \frac{45.36}{1.08} = 42\text{V}$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{42}{4} = 10.5\text{A}$$

$$P = U \cdot I = 42 \cdot 10.5 = 441\text{W} \quad \text{ג.}$$

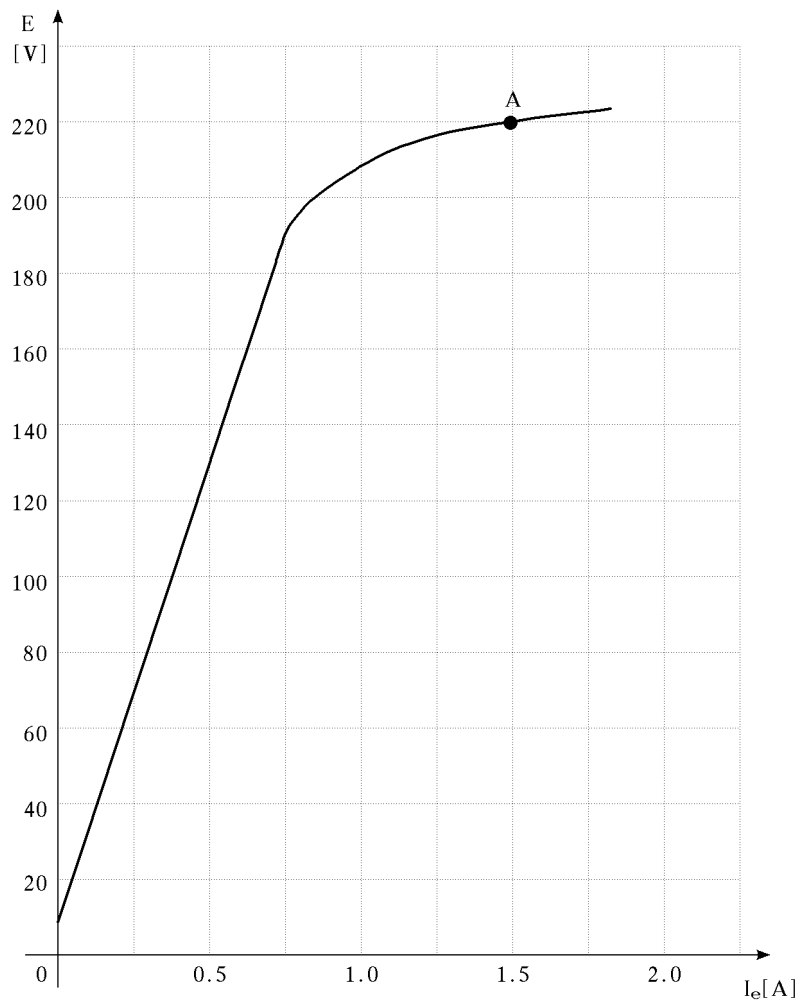
$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I^2 = 0.32 \cdot 10.5^2 = 35.28\text{W} \quad \text{ד.}$$

שאלה 110

במחולל לזרם ישר 8 קטבים ובתוך חריצי העוגן מלופפות 480 כריכות. העוגן מסתובב במהירות של 620 סיבובים לדקה. השטף המגנטי לקוטב הוא 25 מיליובר.
 חשב את הכוח האלקטרו-מניע המושרה בעוגן:
 א. אם כריכותיו מלופפות בליפוף גלי פשוט.
 ב. אם כריכותיו מלופפות בליפוף עניבות פשוט.

שאלה 111

באיור נתון אופיין הריקם של מחולל לזרם ישר עם עירור מקבילי.
 בנקודה A של האופיין, התנגדות הריאוסטט לוויסות העירור $R_r = 0$.
 חשב את:
 א. התנגדות סלילי העירור של המחולל.
 ב. ההתנגדות הקריטית של מעגל העירור.
 ג. התנגדותו המירבית של ריאוסטט העירור, שתאפשר את עירור המחולל.

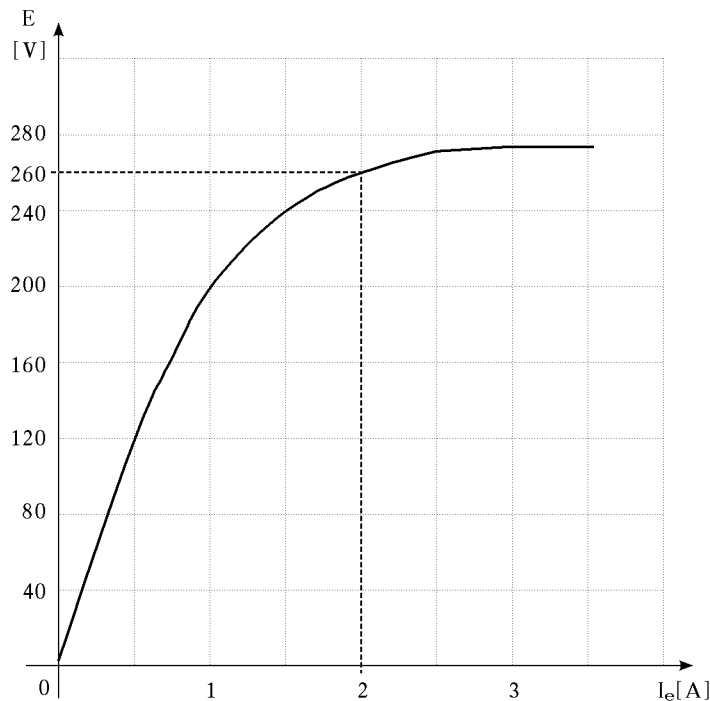


שאלה 112

העוגן של מחולל לזרם ישר עם עירור חיצוני, בעל 6 קטבים, מלופף בליפוף עניבות פשוט ובו 24 סלילים בעלי 2 כריכות כל אחד. העוגן מסתובב במהירות קבועה. השטף המגנטי לקוטב הוא 50 מיליובר, בזרם עירור של 2 אמפר. אופיין הריקם של המחולל נתון באיור. התנגדות מעגל העוגן היא 0.4 אוהם. אל הדקי הגנרטור מחובר צרכן, הצורך זרם של 30 אמפר.

חשב את:

- א. המהירות הסיבובית של העוגן.
- ב. המתח בין הדקי הצרכן.

**שאלה 113**

מחולל לזרם ישר, בעל עירור מקבילי, מזין צרכנים בהספק כולל של 28.6 קילו-ואט, במתח הדקים של 220 וולט. המהירות הסיבובית של העוגן – 1400 סל"ד. השטף המגנטי לקוטב הוא 40 מילי וובר. בסטטור בנויים 4 קטבים ובלפופיהם זורם עירור של 2.7 אמפר. העוגן מבוצע בליפוף גלי פשוט ובחריצי מעטפת העוגן מצויים סך הכול 124 מוליכים. מפל המתח בין מברשות הפחם והצובר הוא כ-2 וולט.

חשב את:

- א. הכוח האלקטרו-מניע המושרה במחולל.
- ב. התנגדות העוגן.
- ג. התנגדות מעגל העירור.

שאלה 114

אל מחולל לזרם ישר, בעל עירור מקבילי, מחוברים צרכנים בהספק כולל של 6 קילו-ואט, במתח הדקים של 120 וולט. העוגן מסתובב במהירות של 1000 סיבובים לדקה. התנגדות מעגל העירור היא 75 אוהם והתנגדות העוגן – 80 מיליאוהם. מפל המתח בין מברשות הפחם והצובר הוא 0.87 וולט. המחולל עובד בנצילות של 78%.

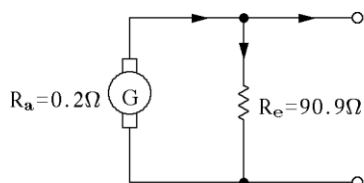
חשב את:

- א. הכוח האלקטרו-מניע המושרה בעוגן.
- ב. איבודי ההספק בנחשת.
- ג. סכום איבודי ההספק המגנטיים והמכניים.

שאלה 115

בבדיקת מחולל לזרם ישר עם עירור מקבילי נמצא, כי איבודי ההספק בנחשת של העוגן הם 72 וואט, איבודי ההספק בנחשת של סלילי העירור הם 110 וואט, איבודי ההספק בברזל והאיבודים המכניים יחדיו הם 130 וואט. התנגדות מעגל העירור הינה 90.9 אוהם והתנגדות מעגל העוגן – 0.2 אוהם. מפל המתח בין מברשות הפחם והצובר הינו זניח.

חשב את:



- עוצמת הזרם המסופק לצרכן.
- המתח על פני הצרכן.
- ההספק המועבר מהטורבינה למחולל.
- נצילות המחולל.

שאלה 116

העוגן של מחולל לזרם ישר עם עירור מקבילי בעל 4 קטבים, מלוּפף בליפוף עניבה פשוט ב-32 סלילים במעטפת העוגן. כל סליל של הליפוף הינו בעל 4 כריכות. העוגן מסתובב במהירות של 1000 סיבובים לדקה. ההתנגדות של כל ענף מקבילי בעוגן היא 0.6 אוהם. התנגדות מעגל העירור הינה 110 אוהם. הגנרטור מזין צרכן בהספק של 25.3 קילו-וואט, במתח הדקים של 220 וולט. יש להניח מפל מתח במברשות הפחם של 2 וולט. חשב את השטף המגנטי לקוטב.

שאלה 117

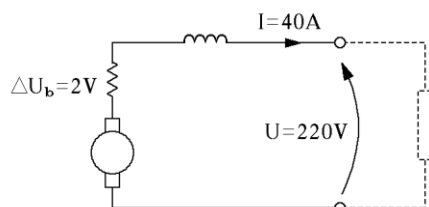
מחולל לזרם ישר, עם עירור מקבילי, מספק חשמל לצרכנים שהספקם 14.7 קילו-וואט, במתח הדקים של 220 וולט. המהירות הסיבובית של העוגן – 700 סיבובים לדקה. למחולל 2 זוגות קטבים וליפוף העוגן הינו גלי פשוט. סך כל המוליכים בחריצי מעטפת העוגן הוא 192. התנגדות מעגל העירור היא 116 אוהם. השטף המגנטי לקוטב הוא 51 מיליובר. מפל המתח בין מברשות הפחם והצובר הוא כ-2 וולט.

חשב את:

- המתח בין הדקי המחולל כאשר הצרכנים מנותקים ממנו.
- התנגדות העוגן.

שאלה 118

מחולל לזרם ישר עם עירור טורי, מספק לצרכן זרם של 40 אמפר, במתח הדקים של 220 וולט. מפל המתח בין מברשות הפחם והצובר הוא 2 וולט. הנצילות החשמלית של המחולל הינה 90%. חשב את:

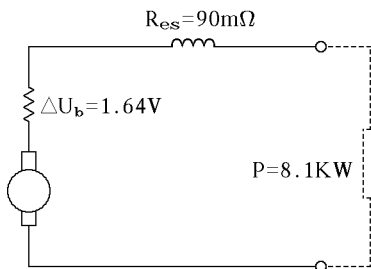


- התנגדות הצרכן.
- ההספק המסופק לצרכן על-ידי המחולל.
- הכוח האלקטרו-מניע המושרה בעוגן.
- התנגדות מעגל העוגן והעירור הטורי.

שאלה 119

מחולל לזרם ישר עם עירור טורי מעביר לצרכן הספק של 6.6 קילו-ואט, במתח הדקים של 120 וולט. העוֹגן מסתובב במהירות של 854 סיבובים לדקה. מפל המתח בין מברשות הפחם והצובר הוא 1.75 וולט, התנגדות העוֹגן היא 0.15 אוהם והתנגדות העירור הטורי – 0.2 אוהם. השטף המגנטי לקוטב הוא 55.1 מיליובר. בחריצי מעטפת העוֹגן, המלופף בליפוף גלי פשוט, מונחים 90 מוליכים. חשב את:

- איבודי ההספק בנחושת.
- הנצילות החשמלית של המחולל.
- מספר הקטבים של המחולל.

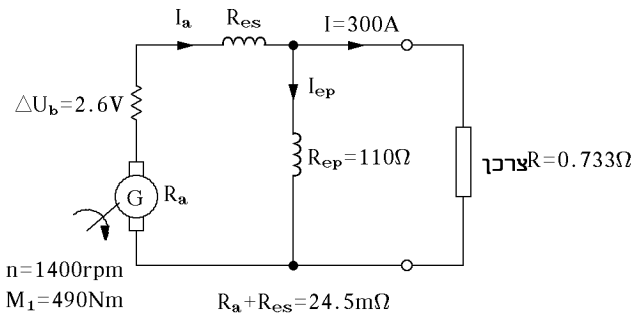
שאלה 120

מחולל לזרם ישר עם עירור טורי מספק לצרכניו הספק של 8.1 קילו-ואט, במתח הדקים של 220 וולט. העוֹגן מלופף בליפוף עניבות פשוט ב-144 כריכות. השטף המגנטי לקוטב הוא 30 מיליובר. התנגדות העוֹגן היא 110 מיליאוהם והתנגדות העירור הטורי – 90 מיליאוהם. מפל המתח בין מברשות הפחם והצובר הוא 1.64 וולט. חשב את:

- הכוח האלקטרו-מניע המושרה בעוֹגן.
- מהירות סיבובי העוֹגן.
- הנצילות החשמלית של המחולל.

שאלה 121

מחולל לזרם ישר עם עירור מעורב, מונע על ידי מנוע במומנט סיבובי של 490 ניוטון-מטר, במהירות של 1400 סיבובים לדקה. המחולל מזרים זרם של 300 אמפר בצרכן, שהתנגדותו 0.733 אוהם. התנגדות העוֹגן והעירור הטורי היא 24.5 מילי-אוהם והתנגדות העירור המקבילי – 110 אוהם. בין מברשות הפחם והצובר קיים מפל מתח בשיעור של 2.6 וולט. חשב את:



- הכוח האלקטרו-מניע המופק בעוֹגן.
- איבודי ההספק בנחושת של מעגל העוֹגן והעירור הטורי.
- איבודי ההספק בנחושת של העירור המקבילי.
- סכום איבודי ההספק המכניים ובברזל.
- נצילות המחולל.

שאלה 122

מחולל לזרם ישר עם עירור מעורב ארוך מונע על-ידי מכונת הכוח במומנט סיבובי של 26 קילוגרם-מטר, במהירות של 840 סיבובים לדקה. המתח בין הדקי המחולל העמוס הוא 220 וולט ומפל-המתח בין מברשות הפחם והצובר הוא 2 וולט. המחולל עובד בנצילות של 87%. התנגדות מעגל העירור המקבילי היא 66.5 אוהם. סכום איבודי ההספק המכניים ובברזל הוא 1.1 קילו-ואט. חשב את:

- הזרם המסופק לצרכן.
- התנגדות מעגל העוֹגן והעירור הטורי.
- הכוח האלקטרו-מניע המופק במחולל.

שאלה 123

מחולל לזרם ישר עם עירור מעורב, מספק לצרכנים הספק בשיעור של 16.75 קילו-ואט, במתח הדקים של 250 וולט. העוגן מסתובב במהירות של 1200 סיבובים לדקה. התנגדות מעגל העוגן והעירור הטורי היא 116 מיליומהם, התנגדות מעגל העירור המקבילי היא 125 אוהם. מפל המתח בין המברשות והצובר הוא 2 וולט. איבודי ההספק המכניים ואיבודי ההספק בברזל של המחולל יחדיו הם 1260 וואט. חשב את:

- הכוח האלקטרו-מניע המופק בעוגן.
- נצילות המחולל.
- המומנט הסיבובי, המועבר ממכונת הכוח לגל של המחולל.

שאלה 124

רוטור של גנרטור בזרם ישר מכיל 300 מוליכים. הרוטור מסתובב במהירות 1600 סל"ד והשטף בין הקטבים 0.1 Wb .

חשב את הכא"מ:

- בליפוף גלי ($a=1$).
- בליפוף עניבה ($p=a$).
- לגנרטור 2 זוגות קטבים; 4 קטבים ($2p=4$).

שאלה 125

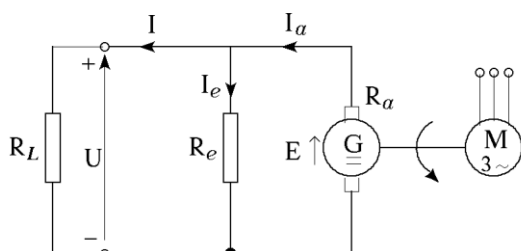
נתון מנוע השראה אסינכרוני המניע גנרטור לז"י בעירור מקבילי:

מנוע אסינכרוני

- | | | |
|--------------------------|---|------------------|
| $n_1 = 1000 \text{ rpm}$ | – | מהירות סינכרונית |
| $s = 3\%$ | – | חליקה |

גנרטור

- | | | |
|--------------------------|---|----------------|
| $K_e = 5$ | – | קבוע כא"מ |
| $\phi = 0.02 \text{ Wb}$ | – | שטף |
| $R_a = 0.07 \Omega$ | – | התנגדות העוגן |
| $R_e = 90 \Omega$ | – | התנגדות העירור |
| $U = 90 \text{ V}$ | – | מתח העומס |



מצא מהו ההספק שמספק הגנרטור לצרכן R_L ?

שאלה 126

גנרטור לזרם ישר בעירור טורי :

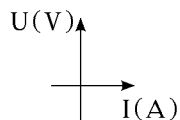
מוציא בריקס כא"מ של $5V$.

בעומס של $20A$ מוציא כא"מ של $40V$.

בעומס של $30A$ מוציא כא"מ של $60V$.

בעומס של $60A$ מוציא כא"מ של $78V$.

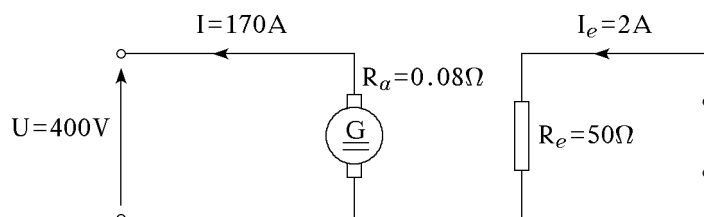
התנגדות סליל העירור 1Ω וסליל הרוטור 0.3Ω .



- א. מצא את מתח ההדקים בכל מצב, בנה גרף של המתח בתלות בזרם והסבר.
 ב. מדוע, לדעתך, עולה הכא"מ בכל פעם שמגדילים את זרם העומס?

שאלה 127

גנרטור לזרם ישר בעירור נפרד מספק זרם של 170 אמפר במתח הדקים של $400V$. התנגדות סלילי הרוטור 0.08 אוהם והתנגדות סלילי השדה 50Ω . זרם העירור $2A$.



- א. מהו הכא"מ של הגנרטור?
 ב. מהם הפסדי הנחשת בגנרטור?
 ג. מהו ההספק של המנוע המסובב את הגנרטור אם הפסדי הברזל הם $700W$ וההפסדים המכניים הם $300W$?
 ד. מהי נצילות הגנרטור?

שאלה 128

לגנרטור בעל 6 זוגות קטבים, יש 180 כריכות ברוטור.

חשב את השטף הדרוש כדי שהכא"מ יהיה $250V$, כאשר מהירות הסיבוב (בליפוף גלי פשוט) היא :

- א. 1200 סל"ד.
 ב. 1150 סל"ד.
 ג. 1250 סל"ד.

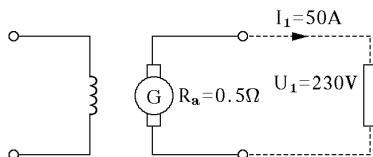
שאלה 129

גנרטור לזרם ישר בעירור מקבילי 4 קוטבי, מסתובב במהירות של $1,250$ סל"ד ומספק לצרכן $80A$ במתח של $150V$.

השטף הוא $9mWb$. התנגדות העוגן 0.13Ω .

חשב את מספר המוליכים בעוגן.

- א. הליפוף מסוג גלי.
 ב. הליפוף מסוג עניבה.

**שאלה 130**

לגנרטור בעירור נפרד התנגדות עוגן של 0.5Ω .
מהירות סיבוב – 750 סל"ד, מתח – 230V;
זרם העומס – 50A.

הגנרטור הופעל בריקס, וכתוצאה מכך עלתה מהירות הסיבוב ל-820 סל"ד.
חשב את:

- הכא"מ של הגנרטור בעומס.
- הכא"מ של הגנרטור בריקס.

שאלה 131

גנרטור בעירור נפרד מסתובב במהירות של 860 סל"ד, התנגדות העוגן – 0.42Ω .
לגנרטור מחובר צרכן 4.5Ω . המתח בהדקי הגנרטור הוא 180V.
חשב את המתח בצרכן כשהגנרטור מסתובב במהירות 640 סל"ד.

שאלה 132

המתח של גנרטור בעירור זר, בעומס של 10A, נמוך ב-3.2%, ממתחו ללא עומס.
התנגדות העוגן היא 0.68Ω . מהירות הסיבוב של הרוטור נשארת קבועה.
חשב את כא"מ הגנרטור.

שאלה 133

המתח של גנרטור בעירור זר, בעומס של 15A, נמוך ב-0.5% ממתחו בעומס של 12A.
התנגדות העוגן היא 0.46Ω . מהירות הסיבוב של הרוטור נשארת קבועה.
חשב את כא"מ הגנרטור.

שאלה 134

לגנרטור מקבילי הספק של 55KW, מתח של 230V ומהירות של 940 סל"ד, שטף 12mWb .
ברוטור 640 מוליכים בליפוף גלי, בסטטור 4 קטבים, זרם העירור הוא 3.7A.
חשב את:

- הזרם בצרכן.
- הזרם ברוטור.
- הכא"מ ברוטור.
- התנגדות העוגן.
- התנגדות העירור.

שאלה 135

בגנרטור מקבילי: המתח 230V, זרם העומס 400A, הנצילות 85%, התנגדות העוגן $8\text{m}\Omega$.
התנגדות העירור 40Ω .
חשב את:

- זרם העירור.
- זרם הרוטור.
- הכא"מ.
- ההספק המושקע.
- הפסדי הנחשת ברוטור.
- הפסדי הנחשת בסטטור.
- ההפסדים המכניים.
- ההספק המומר (P_{em}).
- הזנח את הפסדי הברזל.

שאלה 136

בגנרטור מקבילי: הספק של 16KW, מתח של 230V, התנגדות העוגן 0.125Ω והתנגדות העירור 150Ω .
חשב את:

- א. זרם העירור.
- ב. זרם העוגן.
- ג. הכא"מ של הגנרטור.
- ד. הפסדי הנחשת בסטטור.
- ה. הפסדי הנחשת ברוטור.
- ו. ההספק המומר.

שאלה 137

בגנרטור מקבילי: הספק של 15KW, מתח של 200V, התנגדות סליל העירור 185Ω והתנגדות מוליכי הרוטור 0.18Ω . הנצילות היא 87%.
חשב את:

- א. זרם העירור.
- ב. זרם העוגן.
- ג. הכא"מ של הגנרטור.
- ד. הפסדי הנחשת ברוטור.
- ה. הפסדי הנחשת בסטטור.
- ו. ההפסדים הקבועים.
- ז. ההספק המומר.
- ח. הספק המכונה המסובבת את הגנרטור ב-HP.

שאלה 138

בגנרטור מקבילי: מתח של 280V, זרם צרכנים 120A, הפסדים קבועים של 2900W, התנגדות הרוטור היא $50m\Omega$, התנגדות סלילי העירור 40Ω .
חשב את:

- א. כא"מ ברוטור.
- ב. הפסדי הנחשת ברוטור.
- ג. הפסדי הנחשת בסטטור.
- ד. הספק המכונה המסובבת את הגנרטור ב-HP.
- ה. נצילות הגנרטור.

שאלה 139

גנרטור מקבילי מסתובב במהירות של 850 סל"ד, הספקו 40KW, מתח ההדקים 230V, התנגדות הרוטור היא $80m\Omega$, התנגדות העירור 85Ω והנצילות 90%.
חשב את:

- א. זרם העירור.
- ב. הזרם ברוטור.
- ג. הפסדי הנחשת בסטטור.
- ד. הפסדי הנחשת ברוטור.
- ה. הפסדי ברזל והחכוך.
- ו. המומנט המסובב את הגנרטור.
- ז. הכא"מ של הגנרטור.

שאלה 140

בגנרטור מקבילי נתונים: מתח – 250V, התנגדות הסטטור – 146Ω , התנגדות הרוטור – 0.24Ω , נצילות – 82%. הפסדי הנחשת ברוטור הם 1.6KW. חשב:

- א. זרם הסטטור.
- ב. זרם הרוטור.
- ג. הכא"מ בעוגן.
- ד. הפסדי נחשת בסטטור.
- ה. הספק הגנרטור.
- ו. הפסדים קבועים.

שאלה 141

לגנרטור מקבילי הספק של 21KW, מתח של 128V, התנגדות הרוטור היא 0.03Ω , הפסדי הנחשת בסטטור הם 270W והפסדים קבועים של 420W. חשב את:

- א. זרם הסטטור.
- ב. זרם הרוטור.
- ג. הכא"מ ברוטור.
- ד. ההספק המומר.
- ה. התנגדות הסטטור.
- ו. הפסדי הנחשת ברוטור.
- ז. ההספק המושקע.
- ח. נצילות הגנרטור.

שאלה 142

גנרטור מקבילי פועל במתח של 160V; התנגדות מוליכי העוגן היא 0.04Ω ; התנגדות העירור 50Ω ; הנצילות היא 92%. הגנרטור מסתובב במהירות של 1450 סל"ד באמצעות מומנט 18.5Kgm. חשב את:

- א. ההספק מושקע ב-HP.
- ב. זרם העירור.
- ג. הספק הגנרטור.
- ד. הזרם ברוטור.
- ה. הכא"מ ברוטור.
- ו. הפסדי הנחשת ברוטור.
- ז. הפסדי הנחשת בסטטור.
- ח. ההפסדים הקבועים.
- ט. ההספק האלקטרומגנטי.

שאלה 143

בגנרטור טורי, התנגדות העוגן היא 0.12Ω . והתנגדות העירור 0.16Ω . ברוטור מצויות 96 כריכות בליפוף גלי. בסטטור 8 זוגות קטבים. הרוטור מסתובב במהירות של 750 סל"ד; הפסדי הברזל הם 250W. לגנרטור מחובר צרכן שהתנגדותו היא 4.5Ω . השטף הוא 8mWb. חשב את:

- א. הכא"מ ברוטור.
- ב. המתח והזרם בצרכן.
- ג. הפסדי הנחשת בסטטור.
- ד. הפסדי הנחשת ברוטור.
- ה. נצילות הגנרטור.

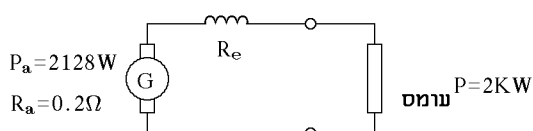
שאלה 144

עומס של 4Ω מחובר לגנרטור טורי: התנגדות הסטטור היא 0.3Ω והתנגדות הרוטור 0.25Ω . הפסדי הריקם הם $200W$ והפסדי הנחושת – $673.75W$.
חשב את:

- הזרם, המתח והספק בצרכן.
- הכא"מ ברוטור.
- ההספק המומר.
- הספק המכונה המסובבת את הגנרטור.
- נצילות הגנרטור.

שאלה 145

עומס של $2KW$ מחובר לגנרטור טורי. במתח של $125V$.
ההספק המומר (האלקטרומגנטי) הוא $2128W$.



- התנגדות העוגן היא 0.2Ω .
חשב את:
- הכא"מ של הגנרטור.
 - התנגדות הסטטור.

שאלה 146

מחולל לזרם ישר בעל 4 קטבים, 252 מוליכים ושטף לזוג קטבים של $8 \cdot 10^{-3}$ וובר, נע במהירות של 900 סל"ד.

- חשב את המתח המושרה במוליכי הרוטור כשהליפוף הוא מסוג:
- עניבה פשוט.
 - גלי פשוט.

שאלה 147

למכונה לזרם ישר נתונים כדלקמן:

$$S = 36 \quad \text{מספר סלילים ברוטור}$$

$$N_s = 4 \quad \text{מספר כריכות בכל סליל}$$

$$2p = 4 \quad \text{מספר הקטבים}$$

הרוטור מסתובב במהירות של 1100 סל"ד והשטף לזוג קטבים הוא $8 \cdot 10^{-3}$ וובר.
חשב את המתח המושרה במוליכי הרוטור בעבור:

- ליפוף עניבה פשוט.
- ליפוף גלי פשוט.

שאלה 148

למכונה לזרם ישר נתונים כדלקמן:

$$S = 37 \quad \text{מספר הסלילים ברוטור}$$

$$N_s = 3 \quad \text{מספר כריכות בכל סליל}$$

$$2p = 4 \quad \text{מספר קטבים}$$

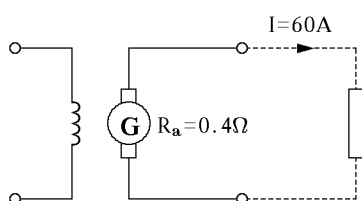
ליפוף גלי פשוט.

חשב את השטף לזוג קטבים, הדרוש להשראת מתח של 211 וולט במוליכי הרוטור, אם המכונה נעה במהירות של 760 סל"ד.

שאלה 149

למחולל בעירור מקבילי נתונים כדלקמן:
 הספק נומינלי 55 קילו-ואט; מתח נומינלי 230 וולט; מהירות נומינלית 940 סל"ד; שטף לזוג קטבים $12 \cdot 10^{-3}$ וובר; מספר המסלולים המקבילים 2; מספר המוליכים 640; מספר הקטבים 4; זרם עירור 3.7 אמפר.
 חשב את:

- זרם המחולל בעומס נומינלי.
- הזרם ברוטור.
- הכא"מ המושרה במוליכי הרוטור.
- התנגדות מוליכי הרוטור.
- התנגדות סליל העירור.

שאלה 150

מחולל בעירור נפרד עובד ללא עומס במהירות של 740 סל"ד ובמתח של 230 וולט. התנגדות מוליכי הרוטור היא 0.4 אוהם. עם חיבור עומס למהדקי המחולל קטנה מהירותו ל-725 סל"ד וזרם העומס הוא 60 אמפר.
 חשב את המתח במהדקי המחולל העמוס.
 אין להתחשב בשינוי השטף.

שאלה 151

במחולל בעירור מקבילי, התנגדות מוליכי הרוטור היא 0.25 אוהם והתנגדות סליל העירור היא 44 אוהם. המחולל עמוס בצרכן בעל התנגדות של 4 אוהם. במצב זה המתח במהדקי המחולל הוא 220 וולט.
 חשב את זרם הרוטור ואת הכוח האלקטרו-מניע המושרה במוליכי הרוטור.

שאלה 152

למחולל בעירור מקבילי נתונים כדלקמן:
 הספק נומינלי של 16 קילו-ואט; מתח נומינלי 230 וולט; זרם נומינלי 69.6 אמפר; מהירות נומינלית 1600 סל"ד; התנגדות מוליכי הרוטור היא 0.128 אוהם; התנגדות סלילי העירור 150 אוהם והנצילות היא 88.5%.
 חשב את:

- זרם העירור.
- הזרם במוליכי הרוטור.
- הכא"מ המושרה במוליכי הרוטור.
- ההפסדים הקבועים (הפסדי ברזל והפסדי חיכוך).

שאלה 153

מחולל בעירור טורי מספק לצרכן זרם של 20 אמפר במתח של 230 וולט.
 חשב את התנגדות מעגל הרוטור והעירור אם ידוע כי ההפסדים במוליכי הרוטור והעירור מהווים 10% מהספקו הכולל של המחולל.

שאלה 154

למחולל בעירור מקבילי נתונים כדלקמן:
 הספק נומינלי של 200 קילו-ואט; מתח נומינלי 230 וולט; זרם נומינלי 870 אמפר; מהירות נומינלית 175 סל"ד; התנגדות מוליכי הרוטור היא $1 \cdot 10^{-2}$ אוהם, התנגדות סלילי העירור 8.5 אוהם והנצילות 90%.
 חשב את:

- זרם העירור
- הזרם ברוטור
- הכא"מ המושרה במוליכי הרוטור
- ההפסדים במוליכי הרוטור
- ההפסדים בסלילי העירור
- ההפסדים הקבועים (הפסדי חיכוך והפסדי ברזל).

שאלה 155

מחולל בעירור מקבילי מספק לרשת זרם של 200 אמפר במתח של 250 וולט.
 ההפסדים במוליכי הרוטור הם 4% וההפסדים בסלילי העירור הם 5% מההספק היעיל של המחולל.
 חשב את:

- זרם העירור
- התנגדות סלילי העירור
- הזרם ברוטור
- התנגדות מוליכי הרוטור
- הכא"מ המושרה במוליכי הרוטור.

שאלה 156

במכונה לזרם ישר מסומנים הנתונים כדלקמן:
 מספר סלילי הרוטור S , מספר כריכות בכל סליל N_s , מספר הקטבים $2p$, השטף המגנטי לזוג קטבים ϕ ומהירות הסיבוב של הרוטור בסל"ד n .
 חשב את המתח המושרה במוליכי הרוטור לפי ארבעת המקרים הנתונים בטבלה:

	$2p$	S	N_s	ϕ (Wb)	n (סל"ד)	ליפוף
א	4	30	5	$2.5 \cdot 10^{-3}$	1000	גלי פשוט ($2a = 2$)
ב	6	24	2	$5 \cdot 10^{-3}$	2000	גלי פשוט ($2a = 2$)
ג	4	100	1	$1.2 \cdot 10^{-3}$	1500	עניבה פשוט ($2p = 2a$)
ד	2	130	2	$1 \cdot 10^{-2}$	600	עניבה פשוט ($2p = 2a$)

שאלה 157

למחולל בעירור מקבילי מתח הדקים של 400 וולט, בזרם עומס של 250 אמפר. התנגדות סלילי העירור היא 88 אוהם והתנגדות מעגל הרוטור היא 0.066 אוהם. בצד זה יש למחולל הפסדי ברזל של 3920 וואט והפסדי חיכוך של 1705 וואט.
 חשב את:

- הספק המנוע המפעיל את המחולל.
- נצילות המחולל.

שאלה 158

שני מחוללים בעירור מקבילי מזינים במקביל רשת לזרם ישר במתח של 220 וולט. התנגדות מוליכי הרוטור של כל מחולל היא 0.25 אוהם. הכא"מ של המחוללים הוא: 228 וולט ו-235 וולט, בהתאמה. חשב את:

- הזרמים שהמחוללים נותנים לרשת.
- הכא"מ של כל מחולל כדי שהעומס יתחלק שווה בין שני המחוללים במתח הנתון.

שאלה 159

שני מחוללים בעירור זר מחוברים במקביל ומספקים יחד לצרכן זרם של 4000 אמפר. התנגדות מוליכי הרוטור של המחוללים היא 0.02 אוהם כל אחד. למחולל האחד כא"מ של 230 וולט ולמחולל האחר כא"מ של 225 וולט. חשב את המתח של הצרכן וההספק של כל מחולל.

שאלה 160

שני מחוללים בעירור מקבילי מספקים יחד לצרכן זרם של 220 אמפר. התנגדות מוליכי הרוטור של המחוללים היא 0.045 אוהם כל אחד. הכא"מ של המחולל האחד הוא 115 וולט והכא"מ של המחולל האחר הוא 118 וולט. חשב את המתח של הצרכן ואת ההספק של כל מחולל.

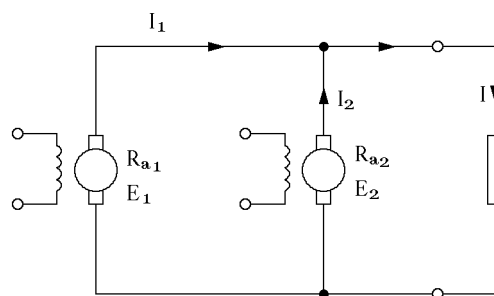
שאלה 161

שני מחוללים לזרם ישר בעירור זר פועלים במקביל במתח של 220 וולט. למחולל האחד מתח ריקם של 265 וולט ובעומס של 40 אמפר מתח של 220 וולט. למחולל האחר מתח ריקם של 275 וולט ובעומס של 60 אמפר מתח של 220 וולט. כאשר זרם הצרכן הוא 80 אמפר חשב את:

- המתח בהדקי המחוללים.
- הזרם של כל מחולל.

שאלה 162

גנרטור לזרם ישר בעירור מקבילי מסתובב במהירות של 900 סל"ד ומפיק מתח של 500 וולט בהספק יציאה של 150 קילו-ואט. התנגדות העוגן היא 0.05 אוהם והתנגדות סלילי השדה היא 50 אוהם. הגנרטור חובר כמנוע לרשת במתח של 500 וולט ועובד בהספק של 120 קילו-ואט (זהו ההספק שהמנוע מקבל מהרשת). חשב את מהירות הסיבוב של המנוע (התעלם מהתגובה המגנטית של העוגן).



שאלה 163

למחולל לזרם ישר בעירור מקבילי הנתונים האלה:

23KW	הספק נומינלי:
1200rpm	מהירות סיבוב בעומס נומינלי:
230V	מתח נומינלי:
0.05Ω	התנגדות סלילי הרוטור:
57.5Ω	התנגדות סלילי העירור:

המכונה פועלת כמנוע ברשת של 220 וולט. דרך סלילי הרוטור זורם זרם שעוצמתו שווה לעוצמת הזרם ברוטור, כאשר המכונה עובדת כמחולל בעומס מלא.

חשב את:

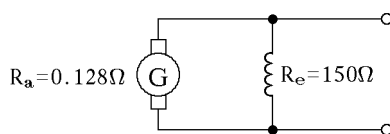
- מהירות הסיבוב של המכונה כמנוע (התעלם מהתגובה המגנטית של העוגן).
- ההספק המלא (המושקע) של המכונה.

שאלה 164

גנרטור עם עירור מקבילי הוא בעל נתונים כדלקמן:

הספק נומינלי מופק 16KW, מתח נומינלי 230 וולט, 1600 סל"ד. התנגדותו של העוגן היא 0.128 אוהם והתנגדות מעגל העירור היא 150 אוהם, הנח מצב העבודה בחלק הלינארי של עקום המגנט.

חשב את:



- עוצמת הזרם בסליל העירור.
- עוצמת הזרם בעוגן.
- הכא"מ של הגנרטור.
- ההפסדים החשמליים בעוגן ובעירור.

שאלה 165

כאשר מכונה לזרם ישר מופעלת כגנרטור בעירור מקבילי, היא בעלת הנתונים האלה:

$$U_n = 250V$$

$$n_n = 1250rpm$$

$$P_n = 25KW$$

$$R_a = 0.02\Omega \quad (\text{התנגדות סלילי העוגן})$$

$$R_e = 62.5\Omega \quad (\text{התנגדות סלילי העירור})$$

כאשר המכונה מופעלת כמנוע, המחובר לרשת של 200V, עובר, דרך סלילי העוגן, זרם שעוצמתו שווה לעוצמת הזרם בעוגן בעבודת המכונה כגנרטור בעומס נומינלי.

חשב את מהירותה של המכונה כמנוע.

הערה: יש להזניח את השפעת תגובת העוגן.

שאלה 166

נתון גנרטור לזרם ישר עם עירור מקבילי, בעל הנתונים האלה :
הספק חשמלי (המופק) הנומינלי :

$$P_{ng} = 16KW$$

$$U_{ng} = 200V$$

$$n_{ng} = 1470rpm$$

$$R_a = 0.12\Omega$$

$$R_e = 58\Omega$$

חשב את מהירותה של המכונה כאשר המנוע המפעיל מפסיק לעבוד והגנרטור הופך להיות מנוע לזרם ישר.
הערה : הזרם שהמכונה צורכת מהרשת בפעולה כמנוע שווה בעוצמתו לזרם הנומינלי של הגנרטור. בשני המקרים נשאר המתח קבוע.

שאלה 167

גנרטור לזרם ישר מופעל על ציר משותף על ידי מנוע אסינכרוני תלת-מופעי.
המנוע ניזון מרשת זרם חילופים תלת-מופעי בעלת מתח של 400 וולט ותדירות 50 הרץ.

נתוני המנוע:	נתוני הגנרטור:
$\cos \varphi_n = 0.86$	$P_g = 5000KW$
$\eta_M = 0.85$	$n_g = 1460rpm$
	$\eta_g = 0.90$

(ההספק נומינלי חשמלי מופק של הגנרטור)

חשב את :

- עוצמת הזרם שהמנוע צורך מהרשת.
- מספר הקטבים במנוע (בכל מופע).
- החליקה במנוע.

שאלה 168

לגנרטור לזרם ישר יש 8 קטבים, 680 מוליכים בעוגן והשטף הוא 14.5mWb.
חשב את המהירות בה צריך לסובב את הגנרטור כדי שיתפתח כא"מ של 450V :
א. כאשר מוליכי העוגן בליפוף גלי.
ב. כאשר מוליכי העוגן בליפוף עניבה.

שאלה 169

- מה יקרה אם נחבר את סליל העירור במחולל לזרם ישר בעירור מקבילי, בקוטביות הפוכה וננסה לעורר אותו?
- מה יקרה אם נסובב את הרוטור של גנרטור לזרם ישר בכיוון ההפוך?

שאלה 170

לגנרטור 6 קטבים, 650 מוליכים בעוגן ומהירות סיבוב של 760 סל"ד.
חשב את השטף הדרוש בסטטור כדי שהכא"מ יהיה 468V :
א. כאשר מוליכי העוגן בליפוף גלי.
ב. כאשר מוליכי העוגן בליפוף עניבה.

שאלה 171

גנרטור בעירור מקבילי מסתובב במהירות של 1200 סל"ד. ההספק המכני על הציר המניע את הגנרטור הוא 8HP. מתח המוצא הוא 115V והוא מספק לרשת 43A. התנגדות העוֹגן היא 0.16Ω והתנגדות העירור 57.5Ω .
חשב את:

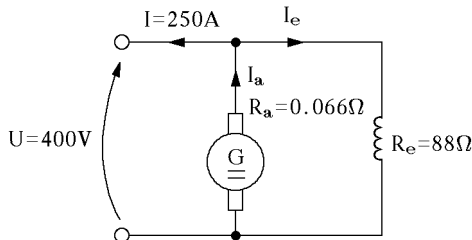
- המומנט המניע את הגנרטור.
- נצילות הגנרטור.
- ההפסדים הקבועים.
- כא"מ הגנרטור.

שאלה 172

שני מחוללים בעירור זר מזינים במקביל רשת של 230V. התנגדות העוֹגן של כל מחולל היא 0.3Ω . הכא"מ של המחוללים הוא 234V ו-238V בהתאמה. חשב את הזרמים שהמחוללים מספקים לרשת.

שאלה 173

מחולל לזרם ישר בעירור מקבילי מספק מתח של 600V, בהספק של 170KW. התנגדות העוֹגן היא 0.04Ω , והתנגדות סלילי השדה – 55Ω . חשב את הכא"מ.

שאלה 174

נתון גנרטור לזרם ישר בעירור מקבילי. הפסדי הברזל הם 3920 וואט וההפסדים המכניים 1705 וואט. הגנרטור מספק זרם של 250A במתח של 400V. התנגדות מעגל העירור היא 88 אוהם והתנגדות סלילי הרוטור 0.066 אוהם.

- מהו ההספק המושקע להפעלת הגנרטור (P_{in})?
- מהי נצילות הגנרטור?

שאלה 175

תאר והסבר 4 שיטות עירור במחולל לזרם ישר. לווה הסברך בסרטונים.

שאלה 176

נתון גנרטור בעירור נפרד בעל הנתונים האלה:
הספק נומינלי 11KW, מתח נומינלי 220V, התנגדות סליל העירור 40 אוהם, התנגדות סלילי הרוטור 0.02 אוהם, מתח סליל העירור 120V, קבוע הגנרטור שווה ל-21, הפסדים קבועים 50W, מהירות סיבוב נומינלית 850rpm. הגנרטור מועמס בעומס נומינלי.

חשב את:

- הזרם ברוטור ובסליל העירור.
- הכא"מ ברוטור.
- נצילות הגנרטור בעומס נומינלי.
- השטף המגנטי שמייצרים קוטבי המכונה.

שאלה 177

למחולל לזרם ישר בעל ליפוף גלי פשוט, 4 קטבים ו-300 מוליכים. המחולל נע במהירות של 1500 סל"ד ומספק לצרכן זרם של 100 אמפר במתח של 110 וולט. חשב את השטף לזוג קטבים אם ידוע כי ההתנגדות האוהמית של הרוטור היא 0.1Ω .

שאלה 178

מחולל לזרם ישר בעל ליפוף עניבה פשוט, 4 קטבים ו-228 מוליכים מספק לצרכן זרם מסוים במתח של 115 וולט. המחולל נע במהירות של 850 סל"ד, השטף לזוג קטבים הוא $4 \cdot 10^{-2}$ וובר וההתנגדות האוהמית של הרוטור היא 0.15Ω . חשב את המומנט האלקטרו-מגנטי של המחולל.

שאלה 179

גנרטור בעל עירור זר פועל ללא עומס במהירות של 820 סל"ד. המתח הוא 230V והתנגדות העוון היא $45m\Omega$. עם חיבור עומס ירדה המהירות ל-760 סל"ד. הזרם בעומס הוא 62A. חשב את המתח על העומס.

פתרונות לנושא 1

פתרונות לנושא א.1

פתרון שאלה 1

א. מנוע לזרם ישר פועל על עקרון הכוח שמפעיל שדה מגנטי על מוליך נושא זרם. מנוע לזרם ישר מורכב מסטטור ורוטור. הסטטור יוצר את השדה המגנטי הדרוש. קוי השדה המגנטי חותכים את ליפופי הרוטור. כאשר יזרום זרם בליפופי הרוטור יפעלו כוחות בתילי הרוטור שכיוונם משיק למעגל המתאר את תנועתם. הכוחות פועלים במרחק מחצית קוטר הרוטור מציר המנוע ויוצרים כלפיו מומנט הגורם לתנועה. על-מנת ליצור תנועה סיבובית מתמדת מלופפות כריכות הרוטור בהטיה זוויתית זו כלפי זו וקצותיהן מחוברות לקולקטור על ציר הרוטור. כתוצאה מסיבוב הרוטור נוצר כא"מ נגדי E ומשוואת המנוע המתקבלת היא:

$$U = E + I_a \cdot R_a$$

כאשר:

U – מתח הרשת

E – הכא"מ הנגדי

I_a – זרם העוגן

R_a – התנגדות העוגן.

ב. שינוי כיוון מבצעים על-ידי הפיכת קוטביות סליל השדה או סליל העוגן (לא שניהם יחד).

שינוי מהירות ניתן להשיג על-ידי:

1. שינוי המתח המוזן למנוע.
2. שינוי השטף. זאת על-ידי שינוי זרם העירור.
3. הוספת נגד בטור לרוטור – שיטה זו אינה שימושית עקב בזבוז גדול של הספק על הנגד.

פתרון שאלה 2

א. כאשר זורם זרם בסלילי הרוטור במכונה לזרם ישר, נוצר, כתוצאה מכך, שדה מגנטי. שדה מגנטי זה ניצב (בקירוב) לשדה הראשי שנוצר על ידי הסטטור. השדה השקול של השדה הראשי והשדה שנוצר על ידי הרוטור, מוסט בזווית יחסית לקוי השדה הראשי. תגובה מגנטית זו נקראת תגובת העוגן.

תגובת העוגן גורמת:

1. לעיוות השדה המגנטי במרווח האוויר שבין הסטטור לרוטור.
 2. לעיוות השדה המגנטי, המקטין את השטף הכללי שנוצר בגלל הרוויה המגנטית.
 3. להסטת האזור הניטרלי כלפי אזור הסימטריה של הקטבים הראשיים.
 4. להפרעה נוספת על ידי המברשות, הנקראת "קומוטציה".
- תגובת העוגן קיימת כאשר המכונה עובדת בעומס. ככל שהעומס גדול יותר, זרמי הרוטור גדולים יותר והתגובה חזקה יותר.

ב. ליפופי קיזוז הם ליפופים הבאים לבטל את השפעת תגובת העוגן. ליפופי הקיזוז מחוברים בטור לסלילי הרוטור וכך, הזרם שזורם ברוטור זורם דרכם. הליפופים ממוקמים בקטבים הראשיים כך שהשדה שהם יוצרים מבטל את השדה הנוצר כתוצאה מתגובת העוגן.

ג.	נתון:	חשב:
	$2p = 2$	$n = ?$
	$2p = 2a$	
	$U = 220V$	
	$I = 52.2A$	
	$N = 300$	
	$R_a = 0.2\Omega$	
	$R_e = 110\Omega$	
	$\phi = 2.72 \cdot 10^{-2} Wb$	

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{220}{110} = 2A$$

$$I_a = I - I_e = 52.2 - 2 = 50.2A$$

$$E = U - I_a \cdot R_a = 220 - 50.2 \cdot 0.2 = 209.96V$$

$$E = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} \cdot \phi \cdot n$$

$$n = \frac{E \cdot 60}{N \cdot \phi} = \frac{209.96 \cdot 60}{300 \cdot 2.72 \cdot 10^{-2}} = 1544rpm$$

פתרונות לנושא ב.1

פתרון שאלה 4

חשב:	נתון:
$M_n = ?$	א. $U = 220V$
$\eta = ?$	ב. $P_n = 41.3HP$
$R_{a,s} = ?$	ג. $n = 1200rpm$
$E = ?$	ד. $I = 160A$
	$\Delta U_b = 2V$
	$\Delta P_{mech+Fe} = 2880W$

$$M_n = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P_n}{n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{41.3 \cdot 736}{1200} = 241.9 Nm \quad .א.$$

$$\eta = \frac{P_n}{P_1} \cdot 100\% = \frac{P_n}{UI} \cdot 100 = \frac{41.3 \cdot 736}{220 \cdot 160} \cdot 100 = 86.4\% \quad .ב.$$

$$\Delta P_{Cu} = P_1 - P_n - \Delta P_b - \Delta P_{mech+Fe} = 220 \cdot 160 - 41.3 \cdot 736 - 2 \cdot 160 - 2880 = 1600W \quad .ג.$$

$$R_{a,s} = \frac{\Delta P_{Cu}}{I^2} = \frac{1600}{160^2} = 0.0625 \Omega$$

$$E = \frac{P_{em}}{I} = \frac{P_1 - \Delta P_{Cu} - \Delta P_b}{I} = \frac{220 \cdot 160 - 1600 - 2 \cdot 160}{160} = 208V \quad .ד.$$

פתרון שאלה 5

חשב:	נתון:
$n' = ?$	$U_n = 220V$
	$I_n = 60A$
	$n_n = 1350rpm$
	$R_a = 0.15 \Omega$
	$U' = 180V$
	$M' = M_n$
	$I'_e = I_{en}$

$$I_{en} = I'_e \Rightarrow C_e \phi = C_e \phi'$$

$$M = M' \Rightarrow I_n = I'$$

$$n_n = \frac{U_n - I_n R_a}{C_e \phi}$$

$$n' = \frac{U' - I_n R_a}{C_e \phi}$$

$$n' = \frac{U' - I_n R_a}{U_n - I_n R_a} \cdot n_n = \frac{180 - 60 \cdot 0.15}{220 - 60 \cdot 0.15} \cdot 1350 = 1094 rpm$$

פתרון שאלה 6

נתון:

חשב:

.א	$U = 250V$
.ב	$n_n = 1100rpm$
.ג	$I_n = 70A$
.ד	$\eta_n = 0.85$
	$\Delta U_b = 2V$
	$R_a = 0.4\Omega$
	$I_e = 2A$
	$I'_e = 1A$

$$K_e \phi = \frac{U - I_n \cdot R_a - \Delta U_b}{n_n} = \frac{250 - 70 \cdot 0.4 - 2}{1100} = 0.2 \quad .א$$

$$I_e = 2A \Rightarrow \phi = 25mWb$$

$$K_e = \frac{0.2}{0.025} = 8$$

$$I'_e = 1A \Rightarrow \phi' = 17mWb$$

$$M = M' \Rightarrow \phi I_n = \phi' I'$$

$$I' = I_n \cdot \frac{\phi}{\phi'} = 70 \cdot \frac{25}{17} = 102.9A$$

$$n' = \frac{U - I' R_a - \Delta U_b}{K_e \phi'} = \frac{250 - 102.9 \cdot 0.4 - 2}{8 \cdot 17 \cdot 10^{-3}} = 1520rpm \quad .ב$$

$$P_1 = UI_n = 250 \cdot 70 = 17500W \quad .ג$$

$$P_2 = \eta P_n = 0.85 \cdot 17500 = 14875W$$

$$M' = M_2 \Rightarrow \frac{P'_2}{n'} = \frac{P_2}{n_n}$$

$$P'_2 = P_2 \cdot \frac{n'}{n_n} = 14875 \cdot \frac{1520}{1100} = 20,554.54W$$

$$P'_1 = UI' = 250 \cdot 102.9 = 25725W$$

$$\eta' = \frac{P'_2}{P'_1} \cdot 100 = \frac{20554.54}{25725} \cdot 100 = 79.9\% \quad .ד$$

פתרון שאלה 7

נתון:

חשב:

$I_n = ?$	א.	$P_{2n} = 50HP$
$R_r = ?$	ב.	$n_n = 1000rpm$
$P_2' = ?$	ג.	$U = 250V$
$\eta' = ?$	ד.	$\eta_n = 92\%$
		$R_a = 0.15\Omega$
		$\Delta U_b = 2V$
		$n' = 850rpm$
		$M' = M_n$
		$I_e' = I_e$

$$P_{2n} = 50 \cdot 736 = 36800W \quad .א$$

$$P_{1n} = \frac{P_2}{\eta} = \frac{36800}{0.88} = 41818.18W$$

$$I_n = \frac{P_{1n}}{U} = \frac{41818.18}{250} = 167.27A$$

$$E = U - IR_a - \Delta U_b = 250 - 167.27 \cdot 0.15 - 2 = 223V \quad .ב$$

$$K_e \phi = \frac{E}{n_n} = \frac{223}{1000} = 0.223$$

$$I_e' = I_e \Rightarrow \left. \begin{matrix} K_e \phi' = K_e \phi \\ M' = M_n \end{matrix} \right\} \Rightarrow I' = I$$

$$E' = K_e \phi n' = 0.223 \cdot 850 = 189.55V$$

$$R_r = \frac{U - E' - \Delta U_b}{I} - R_a = \frac{250 - 189.55 - 2}{160} - 0.15 = 0.215\Omega$$

$$M' = M \Rightarrow \frac{P_2'}{n'} = \frac{P_{2n}}{n_n} \quad .ג$$

$$P_2' = P_{2n} \cdot \frac{n'}{n_n} = 36800 \cdot \frac{850}{1000} = 31280W$$

$$\eta' = \frac{P_2'}{P_1} \cdot 100\% = \frac{31280}{41818.18} \cdot 100 = 74.8\% \quad .ד$$

פתרון שאלה 8

חשב:	נתון:
א. $I' = ?$	$U = 240V$
ב. $n' = ?$	$I = 83A$
	$R_a = 0.5\Omega$
	$R_e = 80\Omega$
	$n = 1000rpm$
	$R' = 80\Omega$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{240}{80} = 3A \Rightarrow \phi = 122mWb \quad .א$$

$$I'_e = \frac{U}{R_e + R'} = \frac{240}{80 + 80} = 1.5A \Rightarrow \phi' = 75mWb$$

$$I_a = I - I_e = 83 - 3 = 80A$$

$$M = C_M \phi' I'_a = C_m \phi I_a$$

$$I'_a = I_a \cdot \frac{\phi}{\phi'} = 80 \cdot \frac{122}{75} = 130A$$

$$I' = I'_a + I'_e = 130 + 1.5 = 131.5A$$

$$\frac{C_e \phi' n'}{C_a \phi_n} = \frac{U - I'_a R_a}{U - I_a R_a} \quad .ב$$

$$n' = n \cdot \frac{\phi}{\phi'} \cdot \frac{U - I'_a R_a}{U - I_a R_a} = 1000 \cdot \frac{122}{75} \cdot \frac{240 - 130 \cdot 0.5}{240 - 80 \cdot 0.5} = 1423rpm$$

פתרון שאלה 9

חשב:	נתון:
א. $E = ?$	$U = 240V$
ב. $P_2 = ?$	$I = 61.2A$
ג. $\eta = ?$	$R_a = 0.25\Omega$
ד. $M_2 = ?$	$R_e = 200\Omega$
ה. $M_0 = ?$	$\Delta U_b = 2V$
	$n = 960rpm$
	$\Delta P_{mech+Fe} = 480W$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{240}{200} = 1.2A \quad .א$$

$$I_a = I - I_e = 61.2 - 1.2 = 60A$$

$$E = U - I_a R_a - \Delta U_b = 240 - 60 \cdot 0.25 - 2 = 223V$$

$$P_{em} = EI_a = 223 \cdot 60 = 13380W \quad .ב$$

$$P_2 = P_{em} - \Delta P_{mech+Fe} = 13380 - 480 = 12900W$$

$$P_1 = UI = 240 \cdot 61.2 = 14688W \quad \text{ג.}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{12900}{14688} \cdot 100 = 87.8\%$$

$$M_2 = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P_2}{n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{12900}{960} = 128.3Nm \quad \text{ד.}$$

$$M_{em} = M_2 \cdot \frac{P_{em}}{P_2} = 128.3 \cdot \frac{13380}{12900} = 133.1Nm \quad \text{ה.}$$

$$M_0 = M_{em} - M_2 = 133.1 - 128.3 = 4.8Nm$$

פתרון שאלה 10

נתון:

חשב:

$$I_n = ?$$

א.

$$P_{2n} = 10KW$$

$$M_{2n} = ?$$

$$n_n = 1200rpm$$

$$I_{st} = ?$$

ב.

$$U = 220V$$

$$M_{st} = ?$$

$$\eta = 0.85$$

$$R_a = 0.25\Omega$$

$$R_e = 440\Omega$$

$$R_{st} = 1.95\Omega$$

$$I_n = \frac{P_1}{U} = \frac{P_2}{\eta U} = \frac{10000}{0.85 \cdot 220} = 53.5A \quad \text{א.}$$

$$M_{2n} = 9.55 \cdot \frac{P_{2n}}{n_n} = 9.55 \cdot \frac{10000}{1200} = 79.6Nm$$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{220}{440} = 0.5A \quad \text{ב.}$$

$$I_a = I_n - I_e = 53.5 - 0.5 = 53A$$

$$C_e \phi = \frac{U - I_a R_a}{n_n} = \frac{220 - 53 \cdot 0.25}{1200} = 0.1723$$

$$I_{ast} = \frac{U}{R_a + R_{st}} = \frac{220}{0.25 + 1.95} = 100A$$

$$M_{st} = 9.55 C_e \phi I_{ast} = 9.55 \cdot 0.1723 \cdot 100 = 164.5Nm$$

פתרון שאלה 11

חשב:	נתון:
א. $M_{em} = ?$	$U = 250V$
ב. $\begin{cases} R_{st} = ? \\ I_{st} = 80A \end{cases}$	$I = 37A$ $n = 1400rpm$
ג. $n_R = ?$	$R_a = 0.27\Omega$ $\Delta U_b = 2V$

$$E = U - I_a R_a - \Delta U_b = 250 - 37 \cdot 0.27 - 2 = 238V \quad \text{א.}$$

$$M_{em} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{E \cdot I_a}{n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{238 \cdot 37}{1400} = 60Nm \quad \text{מומנט אלקטרומגנטי}$$

$$U - I_{st}(R_a + R_{st}) - \Delta U_b = 0 \quad \text{ב. ברגע ההתנעה:}$$

$$R_{st} = \frac{U - \Delta U_b}{I_{st}} - R_a = \frac{250 - 2}{80} - 0.27 = 2.83\Omega$$

ג. בתום תהליך ההתנעה במנוע עם ההתנגדות הנוספת בעוגן, יהיה המומנט הסיבובי המפותח על-ידי גל המנוע שווה למומנט ההתנגדות של העומס שלא השתנה כלל: $M_R = M$

הזרם בעוגן יהיה שווה לזרם שהיה במעגל בלי נגד נוסף, בעבודה יציבה: $I_{aR} = I_a$

לעומת זאת ישתנו הכא"מ והמהירות:

$$C_e \phi = \frac{E}{n} - \frac{238}{1400} = 0.17$$

$$E_R = U - I_a(R_a + R_{st}) - \Delta U_b = 250 - 37(0.27 + 2.83) - 2 = 133.3V$$

$$n_R = \frac{E_R}{C_e \phi} = \frac{133.3}{0.17} = 784rpm$$

פתרון שאלה 12

חשב:	נתון:
א. $I = ?$	$U = 240V$
ב. $I_K = ?$	$P = 8.4KW$
ג. $\begin{cases} R_r = ? \\ I_{max} = 80A \end{cases}$	$R_a = 0.2\Omega$

$$I_a \cong I = \frac{P}{U} = \frac{8400}{240} = 35A \quad \text{א.}$$

$$n = 0 \Rightarrow I_K = \frac{U}{R_a} = \frac{240}{0.2} = 1200A \quad \text{ב.}$$

$$n = 0 \Rightarrow U - I_{max}(R_a + R_r) = 0 \quad \text{ג.}$$

$$R_r = \frac{U}{I_{\max}} - R_a = \frac{240}{80} - 0.2 = 2.8\Omega$$

פתרון שאלה 13

חשב:	נתון:
$n_0 = ?$	א. $R_a = 0.4\Omega$
$M_n = ?$	ב. $R_e = 200\Omega$
$\begin{cases} M_{st} = ? \\ R_R = 1.6\Omega \end{cases}$	ג. $U = 400V$
$n_R = ?$	ד. $I = 97A$
$n = f(M)$	ה. $n = 1340rpm$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{400}{200} = 2A \quad \text{א.}$$

$$I_a = I - I_e = 97 - 2 = 95A$$

$$E = U - I_a R_a = 400 - 95 \cdot 0.4 = 362V$$

$$C_e \phi = \frac{E}{n} = \frac{362}{1340} = 0.27$$

$$E_0 = U \Leftarrow I_{a0} \cong 0$$

בעבודה ללא עומס :

$$n_0 = \frac{U}{C_e \phi} = \frac{400}{0.27} = 1481rpm$$

$$M_n = \frac{30}{\pi} C_e \phi I_a = \frac{30}{\pi} \cdot 0.27 \cdot 95 = 245Nm \quad \text{ב. בעומס נקוב:}$$

$$E_{st} = 0 \Leftarrow n_{st} = 0 \quad \text{ג. ההתנעה:}$$

$$I_{st} = \frac{U}{R_a + R_r} = \frac{400}{0.4 + 1.6} = 200A$$

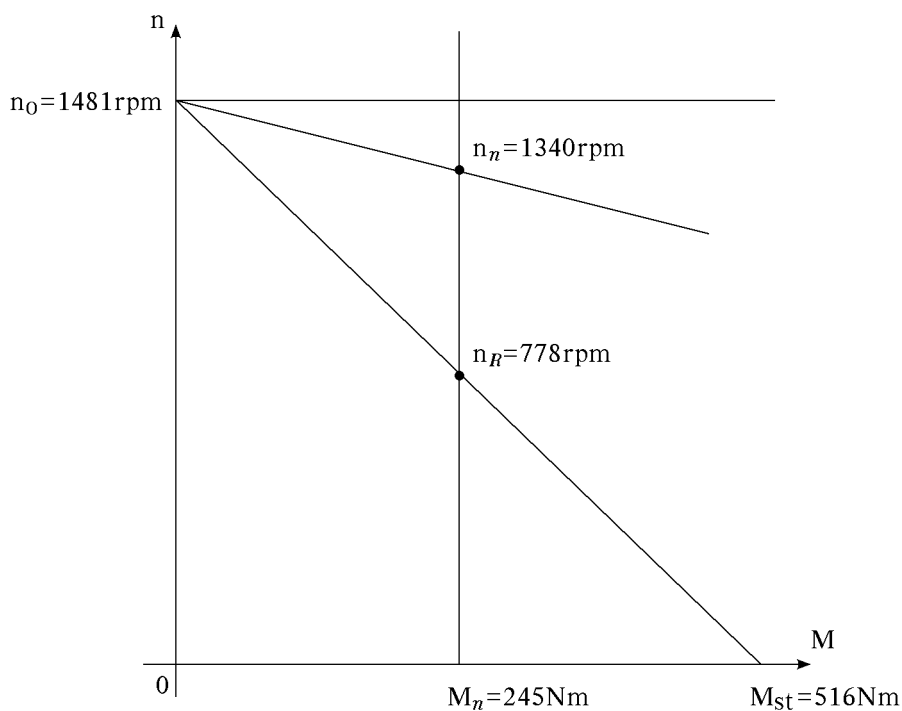
$$M_{st} = M_n \cdot \frac{I_{st}}{I_a} = 245 \cdot \frac{200}{95} = 515.7Nm$$

$$M_R = M_n \Rightarrow I_{aR} = I_a \quad \text{ד. בתום תהליך ההתנעה, לפני קיצור הנגד:}$$

$$n_R = \frac{U - I_a(R_a + R_r)}{C_e \phi} = \frac{400 - 95(0.4 + 1.6)}{0.27} = 778rpm$$

המשך הפתרון בעמוד הבא.

ה. אופייניים :



פתרון שאלה 14

נתון:

חשב:

$$n_G = ?$$

$$P_{2M} = 25HP$$

$$n_m = 1000rpm$$

$$U_m = 220V$$

$$\eta_m = 90\%$$

$$\Delta U_b = 2V$$

$$R_a = 0.4\Omega$$

$$R_e = 500\Omega$$

$$I_G = I_m$$

$$U_G = U_m$$

$$I_m = \frac{P_{2m}}{\eta_m \cdot U_m} = \frac{25 \cdot 736}{0.9 \cdot 220} = 92.93A$$

$$I_{em} = \frac{U_m}{R_e} = \frac{220}{500} = 0.44A$$

$$I_{am} = I_m - I_{em} = 92.93 - 0.44 \cong 92.5A$$

$$C_e \phi_m = \frac{U_m - I_{am} R_a - \Delta U_b}{n_m} = \frac{220 - 92.5 \cdot 0.4 - 2}{1000} = 0.181$$

$$U_G = U_m \Rightarrow I_{eG} = I_{em} = 0.44A$$

$$C_e \phi_G = C_e \phi_m$$

$$I_G = I_m = 92.93A$$

$$I_{aG} = I_G + I_{eG} = 92.93 + 0.44 = 93.37A$$

$$n_G = \frac{U_G + I_{aG} \cdot R_a + \Delta U_b}{C_e \phi_G} = \frac{220 + 93.37 \cdot 0.4 + 2}{0.181} = 1433rpm$$

פתרון שאלה 15

חשב:	נתון:
$I = ?$	א. $U = 220V$
$I' = ?$	ב. $I_a = 32A$
$n' = ?$	ג. $n = 930rpm$
	$R_a = 0.4\Omega$
	$R_e = 440\Omega$
	$M' = M_n$
	$R_r = 48\Omega$
	$\Delta U_b = 2V$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{220}{440} = 0.5A \quad \text{א.}$$

$$I = I_a + I_e = 32 + 0.5 = 32.5A$$

$$I'_e = \frac{U}{R_e + R_r} = \frac{220}{440 + 48} = 0.451A \quad \text{ב.}$$

$$C_e \phi' = \frac{U - I_a R_a - \Delta U_b}{n} = \frac{220 - 32 \cdot 0.4 - 2}{930} = 0.221$$

$$\frac{C_e \phi'}{I_e} = \frac{C_e \phi}{I_e}$$

לקטע הלינארי של אופיין המיגנוט:

$$C_e \phi' = C_e \phi \cdot \frac{I'_e}{I_e} = 0.221 \cdot \frac{0.451}{0.5} = 0.199$$

$$M = C_e \phi' I'_a = C_e \phi I_a$$

$$I'_a = I_a \cdot \frac{C_e \phi}{C_e \phi'} = 32 \cdot \frac{0.221}{0.199} = 35.54A$$

$$I' = I'_a + I'_e = 35.54 + 0.451 \cong 36A$$

$$n' = \frac{U - I'_a R_a - \Delta U_b}{C_e \phi'} = \frac{220 - 35.54 \cdot 0.4 - 2}{0.199} = 1024rpm \quad \text{ג.}$$

פתרון שאלה 16

נתון:

חשב:

$P_{2n} = 6.25HP$	א.	$R_e = ?$
$n_n = 1200rpm$	ב.	$n' = ?$
$U = 220V$	ג.	$P_2' = ?$
$\eta = 0.91$		
$R_a = 0.4\Omega$		
$\Delta P_{Cu_e} = 20\% \Delta P$		
$M' = M_n$		
$R_r = 0.1R_e$		
$\Delta U_b = 2V$		

א.

$$P_2 = 6.25 \cdot 736 = 4600W$$

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{4600}{0.91} = 5055W$$

$$I = \frac{P_1}{U} = \frac{5055}{220} = 23A$$

$$\Delta P = P_1 - P_2 = 5055 - 4600 = 455W$$

$$\Delta P_{Cu_e} = 0.2 \cdot \Delta P = 0.2 \cdot 455 = 91W$$

$$I_e = \frac{\Delta P_{Cu_e}}{U} = \frac{91}{220} = 0.414A$$

$$R_e = \frac{U}{I_e} = \frac{220}{0.414} = 532\Omega$$

$$I_a = I - I_e = 23 - 0.414 \cong 22.6A$$

ב.

$$C_e \phi = \frac{U - I_a R_a - \Delta U_b}{n} = \frac{220 - 22.6 \cdot 0.4 - 2}{1200} = 0.174$$

$$I_e' = \frac{U}{R_e + R_r} = \frac{220}{532 + 0.1 \cdot 532} = 0.376A$$

$$\frac{C_e \phi'}{I_e'} = \frac{C_e \phi}{I_e}$$

לקטע הלינארי של אופיין המיגנוט:

$$C_e \phi' = C_e \phi \cdot \frac{I_e'}{I_e} = 0.174 \cdot \frac{0.376}{0.414} = 0.158$$

$$M = C_e \phi' I_a' = C_e \phi I_a$$

$$I_a' = I_a \cdot \frac{C_e \phi}{C_e \phi'} = 22.6 \cdot \frac{0.174}{0.158} = 24.9A$$

$$n' = \frac{U - I_a' R_a - \Delta U_b}{C_e \phi'} = \frac{220 - 24.9 \cdot 0.4 - 2}{0.158} = 1317rpm$$

$$P_2' = P_2 \cdot \frac{n'}{n} = 6.25 \cdot \frac{1317}{1200} = 6.86HP$$

ג.

פתרון שאלה 17

נתון:

חשב:

$P_{2n} = 12.5HP$	א.	$R_a = ?$
$n_n = 1600rpm$	ב.	$n' = ?$
$U = 220V$	ג.	$P' = ?$
$\eta = 85\%$		
$R_e = 367\Omega$		
$\Delta P_{Cu_a} = 40\% \Delta P$		
$M' = M_n$		
$R_r = 0.5R_a$		
$\Delta U_b = 2V$		

$$P_2 = 12.5 \cdot 736 = 9200W \quad .א$$

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{P_2}{\eta} = \frac{9200}{0.85} = 10824W$$

$$I = \frac{P_1}{U} = \frac{10824}{220} = 49.2A$$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{220}{367} = 0.6A$$

$$I_a = I - I_e = 49.2 - 0.6 = 48.6A$$

$$\Delta P = P_1 - P_2 = 10824 - 9200 = 1624W$$

$$\Delta P_{Cu_a} = 0.4 \Delta P = 0.4 \cdot 1624 = 650W$$

$$R_a = \frac{\Delta P_{Cu_a}}{I_a^2} = \frac{650}{48.6^2} = 0.275\Omega$$

$$C_e \phi = \frac{U - I_a R_a - \Delta U_b}{n} = \frac{220 - 48.6 \cdot 0.275 - 2}{1600} = 0.128 \quad .ב$$

$$n' = \frac{U - I_a (R_a + R_r) - \Delta U_b}{C_e \phi} = \frac{220 - 48.6(0.275 + 0.5 \cdot 0.275) - 2}{0.128} = 1547rpm$$

$$M = const \Rightarrow I_a = const \quad .ג$$

$$\phi = const$$

$$P_2' = P_2 \cdot \frac{n'}{n} = 12.5 \cdot \frac{1547}{1600} = 12.1HP$$

פתרון שאלה 18

חשב:	נתון:
$n_n = ?$	א. $R_a = 0.5\Omega$
$R_{st} = ?$	ב. $U = 240V$
$n_R = ?$	ג. $n_0 = 800rpm$
	$M_n = 220Nm$
	$M_{st} = 1.6Mn$

א. בעבודה ללא עומס: $I_a \cong 0$

$$C_e \phi = \frac{U}{n_0} = \frac{240}{800} = 0.3$$

$$I_a = \frac{\pi \cdot M_n}{30 \cdot C_e \phi} = \frac{\pi \cdot 220}{30 \cdot 0.3} = 76.8A$$

בעומס הנקוב:

$$n_n = \frac{U - I_a R_a}{C_e \phi} = \frac{240 - 76.8 \cdot 0.5}{0.3} = 672rpm$$

$$I_{ast} = \frac{M_{st}}{\frac{30}{\pi} \cdot C_e \phi} = \frac{1.6 \cdot 220}{\frac{30}{\pi} \cdot 0.3} = 122.9A$$

ב. בהתנעה:

$$U - I_{ast} (R_a + R_{st}) = 0$$

$$R_{st} = \frac{U}{I_{ast}} - R_a = \frac{240}{122.9} - 0.5 = 1.453\Omega$$

$$M_R = M_n ; I_{aR} = I_a$$

ג. בתום תהליך ההתנעה:

$$E' = U - I_a (R_a + R_{st}) = 240 - 76.8(0.5 + 1.453) = 90V$$

$$n' = \frac{E'}{C_e \phi} = \frac{90}{0.3} = 300rpm$$

פתרון שאלה 19

חשב:	נתון:
$n' = ?$	$U = 250V$
	$P = 5.25KW$
	$n = 900rpm$
	$R_a = 0.35\Omega$
	$R_e = 250\Omega$
	$I' = 16A$
	$\Delta U_b = \Delta U'_b = 2V$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{5250}{250} = 21A$$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{250}{250} = 1A$$

$$I_a = I - I_e = 21 - 1 = 20A$$

$$C_e \phi = \frac{U - I_a R_a - \Delta U_b}{n} = \frac{250 - 20 \cdot 0.35 - 2}{900} = 0.268$$

$$I'_e = I_e = 1A$$

$$I'_a = I' - I_e = 16 - 1 = 15A$$

$$n' = \frac{U - I'_a R_a - \Delta U'_b}{C_e \phi} = \frac{250 - 15 \cdot 0.35 - 2}{0.268} = 906rpm$$

פתרון שאלה 20

חשב:	נתון:
$M_n = ?$	א. $U = 220V$
$\Delta P_{Cu} = ?$	ב. $I = 47.5A$
$\Delta P_{mech+Fe} = ?$	ג. $P_n = 12.5HP$
$M_0 = ?$	ד. $n = 1220rpm$
	$R_a = 93.6m\Omega$
	$R_e = 146\Omega$
	$\Delta U_b = 2V$

$$P_n = 12.5 \cdot 736 = 9200W$$

א.

$$M_n = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P_n}{n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{9200}{1220} = 72Nm$$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{220}{146} = 1.5A$$

ב.

$$I_a = I - I_e = 47.5 - 1.5 = 46A$$

$$\Delta P_{Cu} = UI_e + I_a^2 \cdot R_a = 220 \cdot 1.5 + 46^2 \cdot 0.0936 = 528W$$

$$\Delta P_{mech+Fe} = U \cdot I - P_n - \Delta P_{Cu} - \Delta P_b = U \cdot I - P_n - \Delta P_{Cu} - \Delta U_b \cdot I_a = 220 \cdot 47.5 - 9200 - 528 - 2 \cdot 46 = 630W$$

$$E = U - I_a \cdot R_a - \Delta U_b = 220 - 46 \cdot 0.0936 - 2 = 213.7V$$

$$M_{em} = M_n \cdot \frac{E \cdot I_a}{P_n} = 72 \cdot \frac{213.7 \cdot 46}{9200} = 76.9Nm$$

$$M_0 = M_{em} - M_n = 76.9 - 72 = 4.9Nm$$

$$M_0 = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{\Delta P_{mech+Fe}}{n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{630}{1220} = 4.9Nm$$

או בדרך זו:

פתרון שאלה 21

חשב:	נתון:
$E = ?$	$P_n = 26HP$
$M_n = ?$	$n = 1000rpm$
$M_0 = ?$	$U = 220V$
$\eta = ?$	$I = 96A$
	$R_a = 125m\Omega$
	$R_e = 110\Omega$
	$\Delta U_b = 2V$

$$P_n = 26 \cdot 736 = 19136W$$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{220}{110} = 2A$$

$$I_a = I - I_e = 96 - 2 = 94A$$

$$E = U - I_a R_a - \Delta U_b = 220 - 94 \cdot 0.125 - 2 = 206.25V$$

$$M_n = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P_n}{n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{19136}{1000} = 182.7Nm$$

$$P_{em} = EI_a = 206.25 \cdot 94 = 19388W$$

$$M_{em} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P_{em}}{n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{19388}{1000} = 185.1Nm$$

$$M_0 = M_{em} - M_n = 185.1 - 182.7 = 2.4Nm$$

$$P_1 = UI = 220 \cdot 96 = 21120W$$

$$\eta = \frac{P_n}{P_1} \cdot 100\% = \frac{19136}{21120} \cdot 100 = 90.6\%$$

פתרון שאלה 22

חשב:	נתון:
$E = ?$	א. $U = 250V$
$\phi = ?$	ב. $I = 31.5A$
$M = ?$	ג. $n = 1250rpm$
$\eta = ?$	ד. $2a = 2p$
	$N = 240$
	$R_a = 0.8\Omega$
	$R_e = 167\Omega$
	$\Delta U_b = 2V$
	$M_0 = 4.2Nm$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{250}{167} = 1.5A \quad .א$$

$$I_a = I - I_e = 31.5 - 1.5 = 30A$$

$$E = U - I_a R_a - \Delta U_b = 250 - 30 \cdot 0.8 - 2 = 224V$$

$$C_e = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} = 1 \cdot \frac{240}{60} = 4 \quad .ב$$

$$\phi = \frac{E}{C_e n} = \frac{224}{4 \cdot 1250} = 44.8 \cdot 10^{-3} Wb$$

$$M_{EM} = \frac{30}{\pi} \cdot C_e \phi I_a = \frac{30}{\pi} \cdot 4 \cdot 44.8 \cdot 10^{-3} \cdot 30 = 51.3Nm \quad .ג$$

$$M = M_{em} - M_0 = 51.3 - 4.2 = 47.1Nm$$

$$P_1 = UI = 250 \cdot 31.5 = 7875W \quad .ד$$

$$P = \frac{\pi}{30} \cdot M \cdot n = \frac{\pi}{30} \cdot 47.1 \cdot 1250 = 6165W$$

$$\eta = \frac{P}{P_1} \cdot 100\% = \frac{6165}{7875} \cdot 100 = 78.3\%$$

פתרון שאלה 23

נתון:

חשב:

$n_M = ?$	א.	$n_G = 1475rpm$
$\eta_M = ?$	ב.	$P_G = 30KW$
$M_M = ?$	ג.	$U_G = 220V$
		$R_a = 80m\Omega$
		$R_e = 135\Omega$
		$\Delta U_{bG} = 2V$
		$U_M = 220V$
		$P_{M1} = 24KW$
		$\Delta U_{bM} = 2V$
		$\Delta P_{mech+Fe} = 1KW$

$$I_G = \frac{P_G}{U_G} = \frac{30000}{220} = 136.4A \quad .א$$

$$I_{eG} = \frac{U_G}{R_e} = \frac{220}{135} = 1.6A$$

$$I_{aG} = I_G + I_{eG} = 136.4 + 1.60 = 138A$$

$$C_e\phi = \frac{E_G}{n_G} = \frac{U_G + I_{aG}R_a + \Delta U_{bG}}{n_G} = \frac{220 + 138 \cdot 0.08 + 2}{1475} = 0.158$$

$$I_M = \frac{P_{M1}}{U_M} = \frac{24000}{220} = 109.1A$$

$$I_{eM} = I_{eG} = 1.6A$$

$$I_{aM} = I_M - I_{eM} = 109.1 - 1.6 = 107.5A$$

$$n_M = \frac{E_M}{C_e\phi} = \frac{U_M - I_{aM}R_a - \Delta U_{bM}}{C_e\phi} = \frac{220 - 107.5 \cdot 0.08 - 2}{0.158} = 1325rpm$$

$$P_M = P_{M1} - I_{aM}^2 R_a - I_{eM}^2 R_e - \Delta U_{bM} \cdot I_{aM} - \Delta P_{mech+Fe} = \quad .ב$$

$$= 24000 - 107.5^2 \cdot 0.08 - 1.6^2 \cdot 135 - 2 \cdot 107.5 - 1000 = 21515W$$

$$\eta_M = \frac{P_M}{P_{M1}} \cdot 100\% = \frac{21515}{24000} \cdot 100 = 89.6\%$$

$$M_M = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P_M}{n_M} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{21515}{1325} = 155Nm \quad .ג$$

פתרון שאלה 24

חשב:	נתון:
$P_2 = ?$	.א. $I = 50A$
$U = ?$	.ב. $M = 120Nm$
$\eta = ?$	.ג. $n = 850rpm$
$\begin{cases} R_{st} = ? \\ I_{st} = 2I \end{cases}$	.ד. $R_a = 0.3\Omega$ $R_e = 0.25\Omega$ $\Delta P_{mech} = 300W$ $\Delta P_{Fe} = 45W$ $\Delta U_b = 2V$
$P_2 = \frac{\pi}{30} \cdot M \cdot n = \frac{\pi}{30} \cdot 120 \cdot 850 = 10680W$	.א.
$P_{em} = P_2 + \Delta P_{mech} + \Delta P_{Fe} = 10680 + 300 + 45 = 11025W$ $E = \frac{P_{em}}{I} = \frac{11025}{50} = 220.5V$ $U = E + I(R_a + R_e) + \Delta U_b = 220.5 + 50(0.3 + 0.25) + 2 = 250V$	.ב.
$P_1 = UI = 250 \cdot 50 = 12500W$ $\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{10680}{12500} \cdot 100 = 85.4\%$	.ג.
$I_{st} = \frac{U}{R_a + R_e + R_{st}} = 2I$ $R_{st} = \frac{U}{2I} - R_a - R_e = \frac{250}{2 \cdot 50} - 0.3 - 0.25 = 1.95\Omega$	.ד.

פתרון שאלה 25

חשב:	נתון:
$R_{a,s} = ?$	.א. $2p = 4$
$\Delta P_{Cu} = ?$	.ב. $2a = 2$
$M_2 = ?$	.ג. $N = 144$ $U = 240V$ $P_1 = 48KW$ $n = 840rpm$ $\phi = 56mWb$ $\eta = 91\%$ $\Delta U_b = 2V$
$C_e = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} = \frac{4}{2} \cdot \frac{144}{60} = 4.8$	.א.

$$E = C_e \phi n = 4.8 \cdot 56 \cdot 10^{-3} \cdot 840 = 226V$$

$$R_{a,s} = \frac{U - E - \Delta U_b}{I} = \frac{U(U - E - \Delta U_b)}{P_1} = \frac{240(240 - 226 - 2)}{48 \cdot 10^3} = 0.06\Omega$$

$$\Delta P_{Cu} = I^2 R_{a,s} = \left(\frac{P_1}{U}\right)^2 \cdot R_{a,s} = \left(\frac{48000}{240}\right)^2 \cdot 0.06 = 2400W \quad \text{ב.}$$

$$P_2 = \eta P_1 = 0.91 \cdot 48000 = 43680W \quad \text{ג.}$$

$$M_2 = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P_2}{n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{43680}{840} = 496.6Nm$$

פתרון שאלה 26

חשב:	נתון:
$M' = ?$	א. $U = 220V$
$M = ?$	ב. $I = 36A$
$n = ?$	ג. $R_{a,s} = 60m\Omega$
	$I' = 15A$
	$n' = 1300rpm$
	$\Delta U_b = 2V$

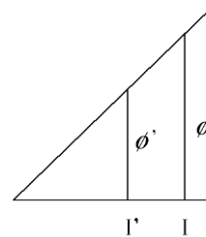
$$E' = U - I' R_{a,s} - \Delta U_b = 220 - 15 \cdot 0.06 - 2 = 217.1V \quad \text{א.}$$

$$M' = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{E' I'}{n'} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{217.1 \cdot 15}{1300} = 23.9Nm$$

$$\phi' = \phi \cdot \frac{I'}{I} \quad \text{ב.}$$

$$\begin{cases} M' = C_m \phi' I' = C_m \phi \cdot \frac{I'^2}{I} \\ M = C_m \phi I \end{cases}$$

$$M = M' \cdot \frac{I^2}{I'^2} = 23.9 \cdot \frac{36^2}{15^2} = 137.7Nm$$



$$E' = C_e \phi' n' = C_e \phi \cdot \frac{I'}{I} n' \quad \text{ג.}$$

$$E = C_e \phi n$$

$$\frac{E}{E'} = \frac{n}{n'} \cdot \frac{I'}{I}$$

$$E = U - I R_{a,s} - \Delta U_b = 220 - 36 \cdot 0.06 - 2 = 215.8V$$

$$n = n' \cdot \frac{E}{E'} \cdot \frac{I'}{I} = 1300 \cdot \frac{215.8}{217.1} \cdot \frac{15}{36} = 538rpm$$

פתרון שאלה 27

נתון:

חשב:

$I_{st} = ?$

א.

$n' = ?$

ב.

$U_n = 240V$

$I_n = 80A$

$n_n = 950rpm$

$R_a = 0.25\Omega$

$R_e = 0.15\Omega$

$\Delta U_b = 2V$

$R_{st} = 1.2\Omega$

$M' = M_n$

$n_{st} = 0 \Rightarrow E_{st} = 0$

א.

$U - I_{st}(R_a + R_e + R_{st}) - \Delta U_b = 0$

$$I_{st} = \frac{U - \Delta U_b}{R_a + R_e + R_{st}} = \frac{240 - 2}{0.25 + 0.15 + 1.2} = 149A$$

$E = U - I_n(R_a + R_e) - \Delta U_b = 240 - 80(0.25 + 0.15) - 2 = 206V$

ב.

$$M' = M_n = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{EI_n}{n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{206 \cdot 80}{950} = 165.7Nm$$

$M' = M_n \Rightarrow I' = I_n$

$E' = U - I_n(R_a + R_e + R_{st}) - \Delta U = 240 - 80(0.25 + 0.15 + 1.2) - 2 = 110V$

$$n' = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{E' I_n}{M_n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{110 \cdot 80}{165.7} = 507rpm$$

פתרון שאלה 28

חשב:	נתון:
$M_2 = ?$	$P_2 = 26.4HP$
$I = ?$	$n = 1330rpm$
$R_{a,s} = ?$	$U = 240V$
	$\eta = 83\%$
	$\Delta P_{Fe+mech} = 0.87KW$
	$\Delta U_b = 2V$

א. $P_2 = 26.4 \cdot 736 = 19430W$

$M_2 = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P_2}{n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{19430}{1330} = 139.5Nm$

ב. $P_1 = \frac{P_2}{\eta} \cdot 100\% = \frac{19430}{83} \cdot 100 = 23410W$

$I = \frac{P_1}{U} = \frac{23410}{240} = 97.5A$

ג. $\Delta P_{Cu} = P_1 - P_2 - \Delta P_{Fe+mech} - \Delta U_b \cdot I = 23410 - 19430 - 870 - 2 \cdot 97.5 = 2915W$

$R_{a,s} = \frac{\Delta P_{Cu}}{I^2} = \frac{2915}{97.5^2} = 0.307\Omega$

פתרון שאלה 29

חשב:	נתון:
$R_r = ?$	$U = 240V$
$n' = 815rpm$	$I = 32A$
$M' = M$	$n = 1250rpm$
	$R_a = 0.35\Omega$
	$R_s = 0.25\Omega$
	$\Delta U_b = 2V$

$C_e \phi = \frac{U - I(R_a + R_s) - \Delta U_b}{n} = \frac{240 - 32(0.35 + 0.25) - 2}{1250} = 0.175$

$M' = M \Rightarrow I' = I$

$U = C_e \phi n' + I(R_a + R_s + R_r) + \Delta U_b$

$R_r = \frac{U - C_e \phi n' - \Delta U_b}{I} - R_a - R_s = \frac{240 - 0.175 \cdot 815 - 2}{32} - 0.35 - 0.25 = 2.38\Omega$

פתרון שאלה 30

נתון:

חשב:

$$M_{m_n} = ?$$

$$U = 250V$$

$$R_{st} = ?$$

$$I_n = 40A$$

$$M_{st} = 300Nm$$

$$n = 1250rpm$$

$$R_a = 0.3\Omega$$

$$R_s = 0.2\Omega$$

$$E = U - I_n(R_a + R_s) = 250 - 40(0.3 + 0.2) = 230V \quad .א$$

$$M_{em_n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{EI_n}{\pi} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{230 \cdot 40}{1250} = 70.3Nm$$

$$\phi_{st} = \phi_n \cdot \frac{I_{st}}{I_n} \quad .ב$$

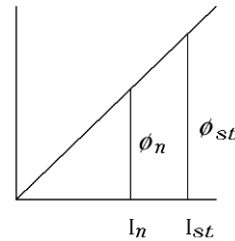
$$\begin{cases} M_{st} = C_M \phi_{st} I_{st} = C_M \phi_n \cdot \frac{I_{st}^2}{I_n} \\ M_{em_n} = C_M \phi_n I_n \end{cases}$$

$$\frac{M_{st}}{M_{em_n}} = \frac{I_{st}^2}{I_n^2}$$

$$I_{st} = I_n \sqrt{\frac{M_{st}}{M_n}} = 40 \sqrt{\frac{300}{70.3}} = 82.6A$$

$$n_{st} = 0 \Rightarrow E_{st} = 0 \Rightarrow U - I_{st}(R_a + R_s + R_{st}) = 0$$

$$R_{st} = \frac{U}{I_{st}} - (R_a + R_s) = \frac{250}{82.6} - (0.3 + 0.2) = 2.53\Omega$$



פתרון שאלה 31

חשב:	נתון:
$M_n = ?$	א. $U = 250V$
$M' = ?$	ב. $I = 75A$
$n' = ?$	ג. $n = 850rpm$
	$R_a = 0.25\Omega$
	$R_e = 0.15\Omega$
	$I' = 50A$
	$\Delta U_b = 2V$

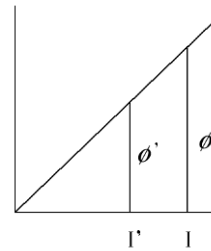
$$E = U - I(R_a + R_e) - \Delta U_b = 250 - 75(0.25 + 0.15) - 2 = 218V \quad .א$$

$$M_n = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{EI}{n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{218 \cdot 75}{850} = 183.7 Nm$$

$$\phi' = \phi \cdot \frac{I'}{I}$$

$$\begin{cases} M' = C_M \phi' I' = C_M \phi \cdot \frac{I'^2}{I} \\ M_n = C_M \phi I \end{cases}$$

$$M' = M_n \cdot \frac{I'^2}{I^2} = 183.7 \cdot \frac{50^2}{75^2} = 81.6 Nm$$



.ב

$$E' = U - I'(R_a + R_e) - \Delta U_b = 250 - 50(0.25 + 0.15) - 2 = 228V \quad .ג$$

$$\begin{cases} E' = C_e \phi' n' = C_e \phi \cdot \frac{I'}{I} \cdot n' \\ E = C_e \phi n \end{cases}$$

$$n' = n \cdot \frac{IE'}{I'E} = 850 \cdot \frac{75 \cdot 228}{50 \cdot 218} = 1333 rpm$$

פתרון שאלה 32

נתון:

חשב:

$I_n = ?$	א.	$U = 220V$
$\Delta P_{Cu} = ?$	ב.	$M_{2n} = 70Nm$
$\Delta P_{Fe+mech} = ?$		$n_n = 1500rpm$
$\Delta P'_{Cu} = ?$	ג.	$R_a = 0.12\Omega$
$\Delta P'_{Fe+mech} = ?$		$R_e = 0.13\Omega$
$n' = ?$	ד.	$\eta = 0.88$
		$P_2' = 13.4HP$
		$\eta = 0.88$

$$P_{2n} = \frac{1}{9.55} \cdot M_{2n} \cdot n_n = \frac{1}{9.55} \cdot 70 \cdot 1500 = 10995W \quad .א$$

$$P_{1n} = \frac{P_{2n}}{\eta} = \frac{10995}{0.88} = 12494W$$

$$I_n = \frac{P_{1n}}{U} = \frac{12494}{220} = 56.8A$$

$$\Delta P_{Cu} = I_n^2 (R_a + R_e) = 56.8^2 (0.12 + 0.13) = 806W \quad .ב$$

$$\Delta P_{Fe+mech} = P_{1n} - P_{2n} - \Delta P_{Cu} = 12,494 - 10,995 - 806 = 693w$$

$$P_2' = 13.4 \cdot 736 = 9862W \quad .ג$$

$$P_1' = \frac{P_2}{\eta} = \frac{9,862}{0.88} = 11,206W$$

$$I' = \frac{P_1'}{U} = \frac{11,206}{220} = 51A$$

$$\Delta P_{Cu} = I'^2 (R_a + R_e) = 51^2 \times (0.12 + 0.13) = 651w$$

$$\Delta P_{Fe+mech} = P_1' - P_2' - \Delta P_{Cu} = 11,206 - 9,862 - 651 = 693w$$

$$C_e \phi_n = \frac{U - I_n (R_a + R_e)}{n_n} = \frac{220 - 56.8(0.12 + 0.13)}{1500} = 0.1372 \quad .ד$$

$$C_e \phi' = C_e \phi_n \cdot \frac{I'}{I_n} = 0.1372 \cdot \frac{51}{56.8} = 0.1232 \quad \text{לאופיין מגנוט לינארי:}$$

$$n' = \frac{U - I'_a (R_a + R_e)}{C_e \phi'} = \frac{220 - 51(0.12 + 0.13)}{0.1232} = 1682.36rpm$$

פתרון שאלה 33

חשב:	נתון:
$P_{em} = ?$	א. $U = 220V$
$P_2 = ?$	ב. $I = 84A$
$M_2 = ?$	ג. $n = 1400rpm$
$\eta = ?$	ד. $R_a = 97m\Omega$
	$R_s = 73m\Omega$
	$R_p = 176\Omega$
	$\Delta P_{con} = 700W$
	$\Delta U_b = 2V$

$$I_p = \frac{U}{R_p} = \frac{220}{176} = 1.25A \quad .א$$

$$I_a = I - I_p = 84 - 1.25 = 82.75A$$

$$E = U - I_a(R_a + R_s) - \Delta U_b = 220 - 82.75(0.097 + 0.073) - 2 = 204V$$

$$P_{em} = EI_a = 204 \cdot 82.75 = 16880W$$

$$P_2 = P_{em} - \Delta P_{con} = 16,800 - 700 = 16,100 W$$

$$M_2 = \frac{30}{\pi} \times \frac{P_2}{\pi} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{16,100}{1400} = 110.37w$$

$$P_1 = UI = 220 \cdot 84 = 18480W \quad .ד$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{16,100}{18,480} \cdot 100 = 87.55\%$$

פתרון שאלה 34

חשב:	נתון:
$E = ?$	א. $U = 250V$
$\Delta P_{Cu} = ?$	ב. $P_1 = 40KW$
$M_2 = ?$	ג. $n = 1150rpm$
$M_0 = ?$	ד. $I_p = 4A$
	$R_{a,s} = 0.15\Omega$
	$\Delta U_b = 2V$
	$\eta = 0.84$

$$I = \frac{P_1}{U} = \frac{40000}{250} = 160A \quad .א$$

$$I_a = I - I_p = 160 - 4 = 156A$$

$$E = U - I_a R_{a,s} - \Delta U_b = 250 - 156 \cdot 0.15 - 2 = 224.6V$$

$$\Delta P_{Cu} = I_a^2 R_{a,s} + UI_p = 156^2 \cdot 0.15 + 250 \cdot 4 = 4650W \quad .ב$$

$$P_2 = \eta P_1 = 0.84 \cdot 40 = 33.6 \text{ KW} \quad .ג$$

$$M_2 = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P_2}{n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{33600}{1150} = 279 \text{ Nm}$$

$$M = M_2 \cdot \frac{EI_a}{P_2} = 279 \cdot \frac{224.6 \cdot 156}{33600} = 290.9 \text{ Nm} \quad .ד$$

$$M_0 = M - M_2 = 290.9 - 279 = 11.9 \text{ Nm}$$

פתרון שאלה 35

נתון:

חשב:

$\Phi = ?$	.א	$U = 240V$
$P_2 = ?$	.ב	$P_1 = 22.8 \text{ KW}$
$M_2 = ?$	.ג	$n = 960 \text{ rpm}$
$\eta = ?$	.ד	$2a = 2p$
		$S = 36$
		$W = 3$
		$R_{a,s} = 0.2 \Omega$
		$R_p = 120 \Omega$
		$\Delta P_{const} = 680 \text{ W}$
		$\Delta U_b = 2V$

$$I_p = \frac{U}{R_p} = \frac{240}{120} = 2 \text{ A} \quad .א$$

$$I = \frac{P_1}{U} = \frac{22800}{240} = 95 \text{ A}$$

$$I_a = I - I_p = 95 - 2 = 93 \text{ A}$$

$$E = U - I_a R_{a,s} - \Delta U_b = 240 - 93 \cdot 0.2 - 2 = 219.4 \text{ V}$$

$$N = 2SW = 2 \cdot 36 \cdot 3 = 216$$

$$C_e = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} = 1 \cdot \frac{216}{60} = 3.6$$

$$\Phi = \frac{E}{C_e n} = \frac{219.4}{3.6 \cdot 960} = 0.0635 \text{ Wb}$$

$$P_2 = P_1 - I_a^2 R_{a,s} - I_p^2 R_p - \Delta P_{const} - \Delta U_b \cdot I_a = \quad .ב$$

$$= 22800 - 93^2 \cdot 0.2 - 2^2 \cdot 120 - 680 - 2 \cdot 93 = 19724 \text{ W}$$

$$P_2 \cong 19.72 \text{ KW}$$

$$M_2 = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P_2}{n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{19724}{960} = 196.2 \text{ Nm} \quad .ג$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{19724}{22800} \cdot 100 = 86.5\% \quad .ד$$

פתרון שאלה 36

חשב:	נתון:
$R_{st} = ?$	נתוני המעגל מופיעים באיור
	$I_{st\max} = 2 \cdot I_{nom}$

$$E = U - I_a \cdot R_a$$

$$I_a = \frac{U - E}{R_a} = \frac{200 - 194}{0.08} = 75A$$

$$I_a = 75A$$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{200}{100} = 2A$$

$$I_{nom} = I_a + I_e = 75 + 2 = 77A$$

$$I_{st} = \frac{U}{R_a} = \frac{200}{0.08} = 2500A \leftarrow \text{ללא נגד התנעה}$$

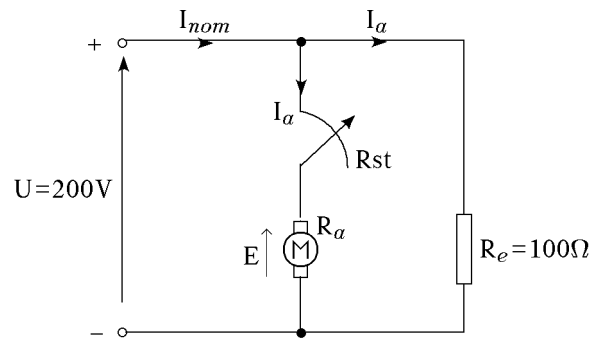
$$I_{st\max} = 2I_{nom} = 2 \cdot 77 = 154A$$

$$I_{ast\max} = I_{st\max} - I_e = 154 - 2 = 152A$$

$$I_{ast\max} = \frac{U}{R_a + R_{st}}$$

$$R_{st} = \frac{U}{I_{ast\max}} - R_a$$

$$R_{st} = \frac{200}{152} - 0.08 = 1.236\Omega$$



פתרון שאלה 37

חשב:	נתון:
$n_2 = ?$	א. $n_1 = 1500rpm$
$I_2 = 100A$	$I_1 = 20A$
הסבר את השפעת עליות העומס על המומנט.	ב. $U = 250V$
	$R_e = 50\Omega$
	$R_a = 0.2\Omega$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{250}{50} = 5A$$

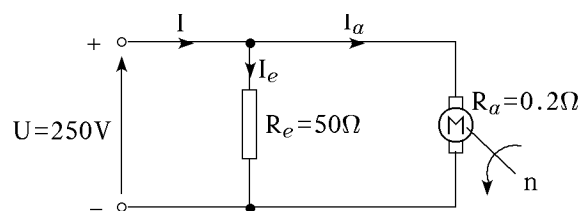
$$I_{a1} = I_1 - I_e = 20 - 5 = 15A$$

$$E_1 = U - I_{a1} \cdot R_a = 250 - 15 \cdot 0.2 = 247V$$

$$K_e \cdot \phi \cdot n_1 = E_1$$

$$K_e \phi = \frac{E_1}{n_1} = \frac{247}{1500} = 0.16466$$

$$I_{a2} = I_2 - I_e = 100 - 5 = 95A$$



$$E_2 = U - I_{a2} \cdot R_a = 250 - 95 \cdot 0.2 = 231V$$

$$E_2 = K_e \phi n_2$$

$$n_2 = \frac{E_2}{K_e \phi} = \frac{231}{0.16466} = 1403 \text{rpm}$$

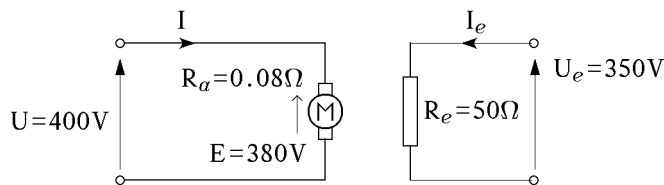
ב. כאשר מעמיסים מנוע לז"י בעירור מקבילי, גדל מפל המתח על הרוטור, מהירותו קטנה בהדרגה והוא צורך יותר זרם, ומעלה את המומנט, $M = K_m \phi I$.

עקב ירידת מהירות הרוטור, הכא"מ ברוטור יורד ודבר זה גורם לצריכת הזרם המוגברת. עליית המומנט תביא אותו לנקודת איזון חדשה המתאימה לעומס.

תכונה זו מתאימה לרכבת חשמלית או לתחבורה חשמלית, שכשהמנוע מתאמץ ויורדת מהירותו, המומנט גדל.

פתרון שאלה 38

חשב:	נתון:
א. $P_{in} = ?$	מנוע בעירור זר
ב. $\Delta P_{Cu} = ?$	$U = 400V$
ג. $P_{out}, \eta = ?$	$E = 380V$
ד. מדוע מנוע בעירור נפרד אינו נפוץ?	$R_a = 0.08\Omega$
	$R_e = 50\Omega$
	$U_e = 350V$
	$\Delta P_{Fe} = 1.5KW$
	$\Delta P_{mech} = 3.5KW$



$$I = \frac{U - E}{R_a} = \frac{400 - 380}{0.08} = 250A$$

א.

$$I_e = \frac{U_e}{R_e} = \frac{350}{50} = 7A$$

$$P_{in} = I \cdot U + I_e \cdot U_e = 250 \cdot 400 + 7 \cdot 350 = 102450W$$

$$\Delta P_{Cu} = I^2 \cdot R_a + I_e^2 \cdot R_e = 250^2 \cdot 0.08 + 7^2 \cdot 50 = 7450W$$

ב.

$$P_{out} = P_{in} - \Delta P_{Cu} - \Delta P_{Fe} - \Delta P_{mech} = 102450 - 7450 - 1500 - 3500 = 90000W$$

ג.

$$P_{out} = \frac{90000}{736} = 122.3Hp$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{90000}{102450} \cdot 100 = 87.85\%$$

ד. מנוע לז"י בעירור זר אינו נפוץ כיוון שאין טעם להשתמש בשני מקורות מתח נפרדים, האחד לעירור והאחר לרוטור. ניתן לשלב את שניהם במקביל ולחסוך מקור מתח ישר אחד כמו במנוע בעירור מקבילי. היתרון שיש למנוע לזרם ישר בעירור זר שהוא ניתן לוויסות מהירות נוח על-ידי שינוי מתח ההזנה לרוטור.

פתרון שאלה 39

נתון:

חשב:

$\eta = ?$

א.

$\Delta P_{Fe} = ?$

ב.

$P_1 = 100KW$

$U_n = 250V$

$R_e = 100\Omega$

$R_a = 0.02\Omega$

$P_2 = 126.65HP$

$\Delta P_{mech} = 1.5KW$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \cdot 100 = \frac{126.65 \cdot 736}{100,000} \cdot 100 = 93.2\%$$

א.

$$I = \frac{P_1}{U} = \frac{100,000}{250} = 400A$$

$$\Delta P_{Cu} = I_a^2 \cdot R_a + I_e^2 \cdot R_e$$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{250}{100} = 2.5A$$

$$I_a = I - I_e = 400 - 2.5 = 397.5A$$

$$\Delta P_{Cu} = I_a^2 \cdot R_a + I_e^2 \cdot R_e$$

$$\Delta P_{Cu} = 397.5^2 \cdot 0.02 + 2.5^2 \cdot 100$$

$$\Delta P_{Cu} = 3785.125W$$

$$P_{out} = 736 \cdot 126.65 = 93214.4W$$

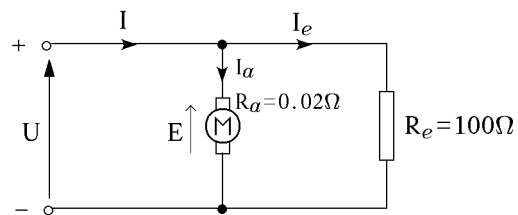
$$\Sigma \Delta P = P_{in} - P_{out} = 100,000 - 93214.4 = 6785.6W$$

$$\Sigma \Delta P = \Delta P_{mech} + \Delta P_{Fe} + \Delta P_{Cu}$$

$$\Delta P_{Fe} = \Sigma \Delta P - P_{mech} - \Delta P_{Cu} = 6785.6 - 1500 - 3785.125 = 1500.475W$$

$$\Delta P_{Fe} = 1.5KW$$

ב.



$U = 250V$

$P_{in} = 100KW$

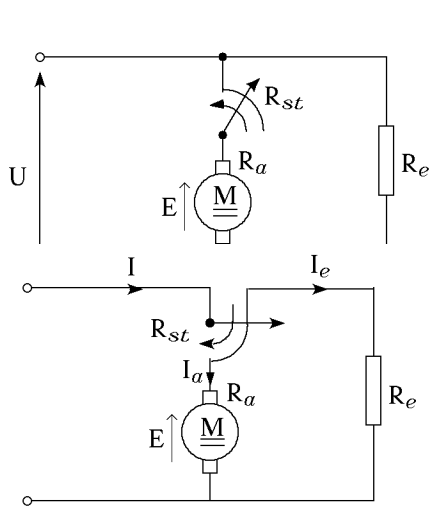
$R_e = 100\Omega$

$R_a = 0.02\Omega$

$P_{out} = 126.65HP$

פתרון שאלה 40

בעיית ההתנעה במנוע מקבילי לזרם ישיר היא זרימת זרם גבוה בהתנעה, העלול לשרוף את סלילי הרוטור. בזמן ההתנעה הרוטור עומד ($n = 0$). הכא"מ המתפתח על סלילי הרוטור הוא גם אפס, כיוון שהוא תלוי במהירות הסיבוב $E = K_e \cdot \phi \cdot n$. המתח שנופל על סלילי הרוטור, לכן, הוא כל מתח מקור U . כתוצאה מכך ועקב התנגדות נמוכה מאוד של סלילי הרוטור מתקבל זרם התנעה גבוה מאוד.



$$I_{st} = \frac{U}{R_a}$$

על מנת למנוע זאת שמים נגד התנעה (ריאוסטט) בטור לרוטור ומקצרים אותו לאחר שהמנוע צבר מהירות. אפשרת נוספת היא להקטין את מתח ההזנה למנוע

שיטה אחרת, שילוב נגד בטור לסלילי הרוטור על מנת להגביל את זרם ההתנעה ושילוב של נגד אחר בטור לסלילי הסטטור שמאפשר זרם מיירבי לעירור להגדלת השטף Φ . $E = K_e \cdot \phi \cdot n$. לאחר ההתנעה, מורידים את ההתנגדות לרוטור ומעלים את ההתנגדות לעירור כך מורידים את השטף ומעלים את מהירות המנוע.

פתרון שאלה 41

נתון:	חשב:
מנוע מקבילי	א. $E_1 = ?$
$U = 24V$	ב. $\begin{cases} E_2 = ? \\ I_2 = ? \\ n_2 = 1480rpm \end{cases}$
$I_1 = 5A$	
$R_a = 0.2\Omega$	
$R_e = 48\Omega$	
$n_1 = 1500rpm$	

$$U = E_1 + R_a \cdot I_{a1} \quad ; \quad E_1 = U - R_a \cdot I_{a1} \quad \text{א.}$$

$$I_{a1} = I_1 - I_e \quad ; \quad I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{24}{48} = 0.5A \quad ; \quad I_{a1} = 5 - 0.5 = 4.5A$$

$$E_1 = U - R_a \cdot I_{a1} = 24 - 0.2 \cdot 4.5 = 23.1V$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad ; \quad E_2 = E_1 \frac{n_2}{n_1} = 23.1 \frac{1480}{1500} = 22.79V \quad \text{ב. בהנחה שהשטף המגנטי אינו משתנה :}$$

$$U = E_2 + R_a \cdot I_{a2} \quad ; \quad I_{a2} = \frac{U - E_2}{R_a} = \frac{24 - 22.79}{0.2} = 6.05A$$

$$I_2 = I_{a2} + I_e = 6.05 + 0.5 = 6.55A$$

פתרון שאלה 42

חשב:

נתון:

מנוע מקבילי

$$n_1 = 1500 \text{ rpm}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$I_1 = 15 \text{ A}$$

$$R_a = 0.8 \Omega$$

$$R_e = 80 \Omega$$

$$\begin{cases} n_2 = ? \\ I_2 = 12 \text{ A} \end{cases}$$

$$U = E + R_a \cdot I_a = K_e \cdot n \cdot \phi + R_a \cdot I_a \quad ; \quad n = \frac{U - R_a \cdot I_a}{K_e \phi}$$

$$1. \quad n_1 = \frac{U - R_a \cdot I_{a1}}{K_e \phi} \quad 2. \quad n_2 = \frac{U - R_a \cdot I_{a2}}{K_e \phi} \quad \text{בהנחה שהשטף אינו משתנה נוכל לרשום:}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\frac{U - R_a \cdot I_{a1}}{K_e \phi}}{\frac{U - R_a \cdot I_{a2}}{K_e \phi}} = \frac{U - R_a \cdot I_{a1}}{U - R_a \cdot I_{a2}}$$

$$n_2 = \frac{n_1 (U - R_a \cdot I_{a2})}{U - R_a \cdot I_{a1}}$$

$$I_{a1} = I_1 - I_e \quad ; \quad I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{220}{80} = 2.75 \text{ A} \quad ; \quad I_{a1} = I_1 - I_e = 15 - 2.75 = 12.25 \text{ A}$$

$$I_{a2} = I_2 - I_a = 12 - 2.75 = 9.25$$

$$n_2 = \frac{n_1 (U - R_a \cdot I_{a2})}{U - R_a \cdot I_{a1}} = \frac{1500 (220 - 0.8 \cdot 9.25)}{220 - 0.8 \cdot 12.25} = 1517.13 \text{ rpm}$$

פתרון שאלה 43

חשב:

נתון:

מנוע DC

$$U = 230 \text{ V}$$

$$R_a = 1.25 \Omega$$

$$I_{ast1} = ?$$

א.

$$I_{a2} = ?$$

ב.

$$E_2 = 215 \text{ V}$$

$$E_3 = ?$$

ג.

$$I_{a3} = 18 \text{ A}$$

$$I_{ast1} = \frac{U}{R_a} = \frac{230}{1.25} = 184 \text{ A}$$

א.

$$U = E_2 + R_a \cdot I_{a2}$$

ב.

$$I_{a2} = \frac{U - E_2}{R_a} = \frac{230 - 215}{1.25} = 12A$$

$$U = E_3 + R_a \cdot I_{a3} \quad .ג.$$

$$E_3 = U - R_a \cdot I_{a3} = 230 - 1.25 \cdot 18 = 207.5V$$

פתרון שאלה 44

נתון:	חשב:
מנוע DC	.א.
$2p = 4$	.ב.
$N = 75$	
בליפוף גלי $(2a = 2)$	.ג.
$\phi = 15mWb$	
$I_{ast} = 120A$	.ד.
$U = 180V$	

$$R_a = ?$$

$$\begin{cases} I_{a2} = ? \\ n_2 = 1870rpm \end{cases}$$

$$\begin{cases} n_3 = ? \\ I_{a3} = 8A \end{cases}$$

$$\begin{cases} n_4 = ? \\ I_{a4} = 0 \end{cases}$$

$$I_{ast} = \frac{U}{R_a} \quad R_a = \frac{U}{I_{ast}} = \frac{180}{120} = 1.5\Omega \quad .א.$$

$$U = E_2 + R_a \cdot I_{a2} \quad ; \quad E_2 = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} \cdot \phi \cdot n_2 = \frac{4}{2} \cdot \frac{75}{60} \cdot 15 \cdot 10^{-3} \cdot 1870 = 70.12V \quad .ב.$$

$$I_{a2} = \frac{U - E_2}{R_a} = \frac{180 - 70.12}{1.5} = 73.25A$$

$$U = E_3 + R_a \cdot I_{a3} \quad E_3 = U - R_a \cdot I_{a3} = 180 - 1.5 \cdot 8 = 168V \quad .ג.$$

$$\frac{E_3}{E_2} = \frac{n_3}{n_2} \quad n_3 = \frac{E_3 \cdot n_2}{E_2} = \frac{168 \cdot 1870}{70.12} = 4480rpm$$

$$U = E_4 + R_a \cdot I_{a4} \quad U = E_4 = 180V \quad .ד.$$

$$I_{a4=0}$$

$$\frac{E_4}{E_3} = \frac{n_4}{n_3} \quad n_4 = \frac{E_4 \cdot n_3}{E_3} = \frac{180 \cdot 4480}{168} = 4800rpm$$

פתרון שאלה 45

חשב:	נתון:
א. $I_{ast} = ?$	מנוע DC
ב. $\begin{cases} R_{st2} = ? \\ I_{ast2} = 7.4A \end{cases}$	$U = 115V$ $R_a = 2.4\Omega$
ג. $\begin{cases} R_{st3} = ? \\ I_{ast3} = 3 \cdot I_{an} \end{cases}$	$I_{an} = 6A$
ד. $\begin{cases} I_{ast4} = ? \\ R_{ast4} = 8\Omega \end{cases}$	

א. $U = E + R_a \cdot I_a$

$E_{st} = 0$; $U = R_a \cdot I_{ast}$; $I_{ast} = \frac{U}{R_a} = \frac{115}{2.4} = 47.92A$

ב. $I_{ast2} = \frac{U}{R_a + R_{st2}}$; $R_{st2} = \frac{U - I_{ast2} \cdot R_a}{I_{ast2}} = \frac{115 - 7.4 \cdot 2.4}{7.4} = 13.14\Omega$

ג. $I_{ast3} = 3 \cdot I_{an} = 3 \cdot 6 = 18A$

$R_{st3} = \frac{U - I_{ast3} \cdot R_a}{I_{ast3}} = \frac{115 - 18 \cdot 2.4}{18} = 3.99\Omega$

ד. $I_{ast4} = \frac{U}{R_a + R_{st4}} = \frac{115}{2.4 + 8} = 11.057A$

פתרון שאלה 46

חשב:	נתון:
א. $\begin{cases} n_2 = ? \\ I_{a2} = 6A \end{cases}$	מנוע DC
ב. $\begin{cases} I_{a3} = ? \\ n_3 = 780rpm \end{cases}$	$R_a = 1.85\Omega$ $U = 180V$ $n_{1n} = 1250rpm$
ג. $\begin{cases} n_4 = ? \\ I_{a4} = 0 \end{cases}$	$I_{ast} = 7 \cdot I_{an}$

א. $U = E + R_a \cdot I_a = K_e \cdot n \cdot \phi + R_a \cdot I_a$; $n = \frac{U - R_a \cdot I_a}{K_e \cdot \phi}$

$I_{ast} = \frac{U}{R_a} = \frac{180}{1.85} = 97.297A$; $I_{an} = \frac{I_{ast}}{7} = \frac{97.297}{7} = 13.9A$

בהנחה שהשטף המגנטי אינו משתנה :

$$n_{1n} = \frac{U - R_a \cdot I_{a_n}}{K_e \cdot \phi} ; K_e \cdot \phi = \frac{U - R_a \cdot I_{a_n}}{n_{1n}} = \frac{180 - 1.85 \cdot 13.9}{1250} = 0.1234$$

$$n_2 = \frac{U - R_a \cdot I_{a_2}}{K_e \cdot \phi} = \frac{180 - 1.85 \cdot 6}{0.1234} = 1368.7 \text{ rpm}$$

$$n_3 = \frac{U - R_a \cdot I_{a_3}}{K_e \cdot \phi} ; n_3 \cdot K_e \cdot \phi = U - R_a \cdot I_{a_3} ; I_{a_3} = \frac{U - n_3 K_e \phi}{R_a} \quad \text{ב.}$$

$$I_{a_3} = \frac{180 - 780 \cdot 0.1234}{1.85} = 45.27 \text{ A}$$

$$n_4 = \frac{U - R_a \cdot I_{a_4}}{K_e \cdot \phi} = \frac{180 - 1.85 \cdot 0}{0.1234} = 1458.67 \text{ rpm} \quad \text{ג.}$$

פתרון שאלה 47

חשב:	נתון:
$I_{ast} = ?$	א. מנוע DC
$\begin{cases} I_a = ? \\ n_n = 2100 \text{ rpm} \end{cases}$	ב. $2p = 8$ $N = 124$
$M_{em} = ?$	ג. $2a = 2$ ליפוף גלי $\phi = 7.5 \text{ mWb}$
$P_{em} = ?$	ד. $R_a = 2.8 \Omega$ $U = 150 \text{ V}$ $n_n = 2100 \text{ rpm}$

$$I_{ast} = \frac{U}{R_a} = \frac{150}{2.8} = 53.57 \text{ A} \quad \text{א.}$$

$$U = E + R_a \cdot I_a ; I_a = \frac{U - E}{R_a} \quad \text{ב.}$$

$$E_n = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} n_n \cdot \phi = \frac{8}{2} \cdot \frac{124}{60} \cdot 2100 \cdot 7.5 \cdot 10^{-3} = 130.2 \text{ V}$$

$$I_{a_n} = \frac{U - E_n}{R_a} = \frac{150 - 130.2}{2.8} = 7.07 \text{ A}$$

$$M_{em} = K_m \cdot \phi \cdot I_a = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{2\pi} \cdot \phi \cdot I_a = \frac{8}{2} \cdot \frac{124}{2\pi} \cdot 7.5 \cdot 10^{-3} \cdot 7.07 \cong 4.19 \text{ Nm} \quad \text{ג.}$$

$$P_{em} = M_{em} \cdot \omega_n \quad \text{ד.}$$

$$\omega_n = \frac{2\pi \cdot n_n}{60} = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 2100}{60} = 219.8 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

$$P_{em} = M_{em} \cdot \omega_n = 4.19 \cdot 219.8 = 920.9 \text{ W}$$

פתרון שאלה 48

חשב:

$$n = ?$$

נתון:

מנוע DC

$$R_a = 2.25\Omega$$

$$U = 180V$$

$$I_a = 6.4A$$

$$M_a = 2Kgm$$

כאשר

$$n = \frac{U - R_a \cdot I_a}{K_e \cdot \phi} ; K_e = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60}$$

$$M_a = K_m \cdot \phi \cdot I_a ; K_m \cdot \phi = \frac{M_a}{I_a} = \frac{2 \cdot 9.81}{6.4} = 3.0656$$

$$K_m \cdot \phi = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{2\pi} \cdot \phi = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{2\pi} \cdot \frac{60}{60} \cdot \phi = K_e \cdot \phi \cdot \frac{60}{2\pi}$$

$$K_e \cdot \phi = \frac{2\pi K_m \cdot \phi}{60} = 0.10467 \cdot 3.0656 = 0.321$$

$$n = \frac{U - R_a \cdot I_a}{K_e \phi} = \frac{180 - 2.25 \cdot 6.4}{0.321} = 515.9rpm$$

פתרון שאלה 49

חשב:

$$n = ?$$

נתון:

מנוע DC

$$P_2 = 2.5HP$$

$$M_2 = 15Nm$$

$$P_2 = M_2 \cdot \omega ; \omega = \frac{P_2}{M_2} = \frac{2.5 \cdot 736}{15} = 122.66 \frac{rad}{sec}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} ; n = \frac{\omega \cdot 60}{2\pi} = \frac{122.666 \cdot 60}{2 \cdot 3.14} = 1172rpm$$

פתרון שאלה 50

חשב:

$$P_2 (HP) = ?$$

$$I = ?$$

$$\sum \Delta P = ?$$

נתון:

מנוע DC

$$n = 1500rpm$$

$$U = 160V$$

$$\eta = 86\%$$

$$M_2 = 40Nm$$

$$P_2 = M_2 \cdot \omega = M_2 \cdot \frac{2\pi n}{60} = 40 \cdot \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 1500}{60} = 6280W = \frac{6280}{736} = 8.53HP \quad .א$$

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{6280}{0.86} = 7302W ; I = \frac{P_1}{U} = \frac{7302}{160} = 45.63A \quad .ב$$

$$\Sigma \Delta P = P_1 - P_2 = 7302 - 6280 = 1022W \quad \text{ג.}$$

פתרון שאלה 51

נתון:	חשב:
מנוע מקבילי	א. $\begin{cases} n_1 = ? \\ I_{a1} = 10A \end{cases}$
$U = 440V$	
$n_0 = 2600rpm$	ב. $\begin{cases} n_2 = ? \\ I_{a2} = 20A \end{cases}$
$R_a = 1.2\Omega$	
$\phi = \text{קבוע}$	ג. $\begin{cases} n_3 = ? \\ I_{a3} = 30A \end{cases}$

$$U = E + R_a \cdot I_a \quad \text{א.}$$

$$E_0 = U = 440V \quad \text{בריקס אידיאלי } I_{a0} = 0, \text{ ואז:}$$

$$U = E_1 + R_a \cdot I_{a1} \quad ; \quad E_1 = U - R_a \cdot I_{a1} = 440 - 1.2 \cdot 10 = 428V$$

$$\frac{E_0}{E_1} = \frac{n_0}{n_1} \quad ; \quad n_1 = \frac{E_1 \cdot n_0}{E_0} = \frac{428 \cdot 2600}{440} = 2529rpm$$

$$E_2 = U - R_a \cdot I_{a2} = 440 - 1.2 \cdot 20 = 416V \quad \text{ב.}$$

$$\frac{E_0}{E_2} = \frac{n_0}{n_2} \quad ; \quad n_2 = \frac{E_2 \cdot n_0}{E_0} = \frac{416 \cdot 2600}{440} = 2458rpm$$

$$E_3 = U - R_a \cdot I_{a3} = 440 - 1.2 \cdot 30 = 404V$$

$$\frac{E_0}{E_3} = \frac{n_0}{n_3} \quad ; \quad n_3 = \frac{E_3 \cdot n_0}{E_0} = \frac{404 \cdot 2600}{440} = 2387rpm \quad \text{ג.}$$

פתרון שאלה 52

נתון:	חשב:
מנוע מקבילי	א. $\begin{cases} n_2 = ? \\ I_2 = 12A \end{cases}$
$U = 380V$	
$n_1 = 920rpm$	ב. $\begin{cases} n_3 = ? \\ I_3 = 18A \end{cases}$
$I_1 = 3A$	
$R_a = 0.8\Omega$	ג. $\begin{cases} n_4 = ? \\ I_4 = 25A \end{cases}$
$R_e = 250\Omega$	

$$n_1 = \frac{U - R_a \cdot I_{a1}}{K_e \cdot \phi} ; I_{a1} = I_1 - I_e ; I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{380}{250} = 1.52A ; I_{a1} = 3 - 1.52 = 1.48A \quad \text{א.}$$

$$K_e \cdot \phi = \frac{U - R_a \cdot I_{a1}}{n_1} = \frac{380 - 0.8 \cdot 1.48}{920} = 0.41176$$

$$I_{a2} = I_2 - I_e = 12 - 1.52 = 10.48A \quad \text{כאשר}$$

$$n_2 = \frac{U - R_a \cdot I_{a1}}{K_e \cdot \phi} = \frac{380 - 0.8 \cdot 10.48}{0.41176} = 902.51 \text{rpm}$$

$$I_{a3} = I_3 - I_e = 18 - 1.52 = 16.48A \quad \text{ב. כאשר}$$

$$n_3 = \frac{U - R_a \cdot I_{a3}}{K_e \cdot \phi} = \frac{380 - 0.8 \cdot 16.48}{0.41176} = 890.85 \text{rpm}$$

$$I_{a4} = I_4 - I_e = 25 - 1.52 = 23.48A \quad \text{ג. כאשר}$$

$$n_4 = \frac{U - R_a \cdot I_{a4}}{K_e \cdot \phi} = \frac{380 - 0.8 \cdot 23.48}{0.41176} = 877.16 \text{rpm}$$

פתרון שאלה 53

נתון:	חשב:
מנוע מקבילי	א.
$R_a = 0.23\Omega$	ב.
$R_e = 78\Omega$	ג.
$U = 110V$	

$$I_{st} = ?$$

$$\begin{cases} R_{st1} = ? \\ I_{st1} = 86A \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_{st2} = ? \\ I_{st2} = 20\% I_{st} \end{cases}$$

$$I_{ast} = \frac{U}{R_a} = \frac{110}{0.23} = 478.26A \quad ; \quad I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{110}{78} = 1.41A \quad \text{א.}$$

$$I_{st} = I_{ast} + I_e = 478.26 + 1.41 = 479.67A$$

$$I_{ast1} = \frac{U}{R_a + R_{st1}} \quad ; \quad I_{ast1} \cdot R_a + I_{ast1} \cdot R_{st1} = U \quad \text{ב.}$$

$$I_{ast1} = I_{st1} - I_e = 86 - 1.41 = 84.59A$$

$$R_{st1} = \frac{U - I_{ast1} \cdot R_a}{I_{ast1}} = \frac{110 - 84.59 \cdot 0.23}{84.59} = 1.07\Omega$$

$$I_{ast1} = I_{st2} - I_e = \frac{20}{100} \cdot I_{st} - I_e = 0.2 \cdot I_{st} - I_e = 0.2 \cdot 479.67 - 1.41 = 94.524A \quad \text{ג.}$$

$$R_{st2} = \frac{U - I_{ast2} \cdot R_a}{I_{ast2}} = \frac{110 - 94.524 \cdot 0.23}{94.524} = 0.933\Omega$$

פתרון שאלה 54

חשב:	נתון:
$E = ?$	א. מנוע מקבילי
$P_a = ? (em)$	ב. $U = 250V$
$\Delta P_{Cu_e} = ?$	ג. $R_a = 0.4\Omega$
$\Delta P_{Cu_a} = ?$	ד. $R_e = 125\Omega$
$\eta = ?$	ה. $I = 40A$
$P_2 = ?$	ו. $\Delta P_{ad} = 300W$

$$E = U - R_a \cdot I_a \quad .א.$$

$$I_a = I - I_e \quad ; \quad I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{250}{125} = 2A \quad ; \quad I_a = 40 - 2 = 38A$$

$$E = 250 - 0.4 \cdot 38 = 234.8V$$

$$P_a = E \cdot I_a = 234.8 \cdot 38 = 8922.4W \quad .ב.$$

$$\Delta P_{Cu_e} = R_e \cdot I_e^2 = 125 \cdot 2^2 = 500W \quad .ג.$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I_a^2 = 0.4 \cdot 38^2 = 577.6W \quad .ד.$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{U \cdot I - \sum \Delta P}{U \cdot I} \cdot 100 \quad .ה.$$

$$P_1 = U \cdot I = 250 \cdot 40 = 10000W$$

$$\sum \Delta P = \Delta P_{ad} + \Delta P_{Cu_e} + \Delta P_{Cu_a} = 300 + 500 + 577.6 = 1377.6W$$

$$P_2 = P_1 - \Delta P = 10,000 - 1,377.6 = 8,622.4(W)$$

$$\eta_{\%} = \frac{8622.4}{10000} \cdot 100 = 86.22\%$$

פתרון שאלה 55

חשב:	נתון:
$I_e = ?$	א. מנוע מקבילי
$I_{st} = ?$	ב. $U = 115V$
$P_{st} = ?$	ג. $R_e = 75\Omega$
$I_1 = ?$	ד. $R_a = 0.6\Omega$
	ה. $n = 850rpm$
	ו. $E = 85\%U$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{115}{75} = 1.533A \quad .א.$$

$$I_{ast} = \frac{U}{R_a} = \frac{115}{0.6} = 191.666A \quad ; \quad I_{st} = I_{ast} + I_e = 191.666 + 1.533 = 193.2A \quad .ב.$$

$$P_{st} = U \cdot I_{st} = 115 \cdot 193.2 = 22218W \quad .ג.$$

$$I_{an} = \frac{U - E}{R_a} = \frac{U - 0.85 \cdot U}{R_a} = \frac{115 - 0.85 \cdot 115}{0.6} = 28.75 \quad .ד.$$

$$I_n = I_{an} + I_e = 28.75 + 1.53 = 30.28A$$

פתרון שאלה 56

חשב:	נתון:
א. $\eta = ?$	מנוע מקבילי
ב. $M_2 = ?$	$U = 230V$
ג. $\begin{cases} R = ? \\ I_n \\ n_1 = 700rpm \end{cases}$	$I_{an} = 52A$
	$n_n = 1150rpm$
	$R_a = 0.25\Omega$
	$R_e = 115\Omega$
	$\Delta P_{ad} = 450W$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 \quad ; \quad I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{230}{115} = 2A \quad ; \quad I = I_a + I_e = 52 + 2 = 54A \quad .א.$$

$$P_1 = U \cdot I = 230 \cdot 54 = 12420W$$

$$\Delta P_{Cu_e} = R_e \cdot I_e^2 = 115 \cdot 2^2 = 460W$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I_a^2 = 0.25 \cdot 52^2 = 676W$$

$$\Sigma \Delta P = \Delta P_{ad} + \Delta P_{Cu_e} + \Delta P_{Cu_a} = 450 + 460 + 676 = 1586W$$

$$P_2 = P_1 - \Sigma \Delta P = 12420 - 1586 = 10834W$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{10834 \cdot 100}{12420} = 87.23\%$$

$$M_2 = \frac{P_2 \cdot 975}{n} = \frac{10.834 \cdot 975}{1150} = 9.185Kgm \quad .ב.$$

$$U = E + R_a \cdot I_a \quad ; \quad E_n = U - R_a \cdot I_a = 230 - 0.25 \cdot 52 = 217V \quad .ג.$$

$$E_n = K_e \cdot \phi \cdot n_n = K_e \cdot \phi \cdot 1150 = 217 \quad ; \quad K_e \cdot \phi = \frac{217}{1150} = 0.1887$$

$$E_1 = K_e \cdot \phi \cdot n_1 = 0.1887 \cdot 700 = 132.08V \quad \text{בהנחה שהשטף אינו משתנה:}$$

$$E_1 = U - (R_a + R) \cdot I_{an} = U - R_a \cdot I_{an} - R \cdot I_{an}$$

$$R = \frac{U - R_a \cdot I_{an} - E_1}{I_{an}} = \frac{230 - 0.25 \cdot 52 - 132.08}{52} = 1.633\Omega$$

פתרון שאלה 57

חשב:	נתון:
א.	מנוע מקבילי
ב.	

$$\begin{array}{l}
 U = 550V \\
 I_1 = 24A \\
 n_1 = 1450rpm \\
 R_a = 1\Omega \\
 R_e = 110\Omega
 \end{array}$$

$$n = \frac{U - R_a \cdot I_a}{K_e \cdot \phi} \quad ; \quad I_a = I - I_e \quad ; \quad I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{550}{110} = 5A \quad .א$$

$$I_{a1} = I_1 - I_e = 24 - 5 = 19A \quad ; \quad K_e \cdot \phi = \frac{U - R_a \cdot I_{a1}}{n_1} = \frac{550 - 1 \cdot 19}{1450} = 0.366$$

$$I_{a2} = I_2 - I_e = 16.5 - 5 = 11.5A$$

$$n_2 = \frac{U - R_a \cdot I_{a2}}{K_e \cdot \phi} = \frac{550 - 1 \cdot 11.5}{0.366} = 1471.31rpm$$

$$n_{3max} = \frac{U - R_a \cdot I_{a3}}{K_e \cdot \phi} = \frac{U}{K_e \cdot \phi} = \frac{550}{0.366} = 1502.7rpm \quad .ב$$

$$I_{a3} = 0 \quad \text{כאשר בריקם תיאורטי}$$

פתרון שאלה 58

חשב:	נתון:
	מנוע מקבילי

$$\begin{array}{l}
 U = 230V \\
 R_a = 1.25\Omega \\
 R_e = 57.5\Omega
 \end{array}$$

$$I_{ast} = \frac{U}{R_a} = \frac{230}{1.25} = 184A \quad ; \quad I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{230}{57.5} = 4A$$

$$I_{st} = I_{ast} + I_e = 184 + 4 = 188A$$

$$I_{ast1} = \frac{U}{R_a + R_{st1}} \quad ; \quad I_{ast1} \cdot R_a + I_{ast1} \cdot R_{st1} = U \quad ; \quad R_{st1} = \frac{U - I_{ast1} \cdot R_a}{I_{ast1}}$$

$$I_{st1} = \frac{I_{st}}{1.5} = \frac{188}{1.5} = 125.333A$$

$$I_{ast1} = I_{st1} - I_e = 125.333 - 4 = 121.333A$$

$$R_{st1} = \frac{U - I_{ast1} \cdot R_a}{I_{ast1}} = \frac{230 - 121.333 \cdot 1.25}{121.333} = 0.646\Omega$$

פתרון שאלה 59

נתון: מנוע DC

$$\begin{aligned} I_{a1} &= 5A \\ \phi_1 &= 12mWb \\ M_1 &= 4Kgm \end{aligned}$$

חשב:

$$\begin{aligned} \text{א.} \quad & \begin{cases} M_{2(Nm)} = ? \\ I_{a2} = 3A \\ \phi_2 = 13mWb \end{cases} \\ \text{ב.} \quad & \begin{cases} I_{a3} = ? \\ M_3 = 150Nm \\ \phi_3 = 8mWb \end{cases} \end{aligned}$$

$$M_1 = K_m \cdot \phi_1 \cdot I_{a1} \Rightarrow K_m = \frac{M_1}{\phi_1 \cdot I_{a1}} = \frac{4 \cdot 9.81}{12 \cdot 10^{-3} \cdot 5} = 654 \quad \text{א.}$$

$$M_2 = K_m \cdot \phi_2 \cdot I_{a2} = 654 \cdot 13 \cdot 10^{-3} \cdot 3 = 25.51Nm$$

$$I_{a3} = \frac{M_3}{K_m \cdot \phi_3} = \frac{150}{654 \cdot 8 \cdot 10^{-3}} = 28.67A \quad \text{ב.}$$

פתרון שאלה 60

נתון: מנוע טורי

$$\begin{aligned} P_{2n} &= 7KW \\ U &= 240V \\ \eta &= 87\% \\ R_a &= 284m\Omega \\ R_e &= 0.2\Omega \\ n_{n1} &= 1230rpm \end{aligned}$$

חשב:

$$\begin{aligned} \text{א.} \quad & I_n = ? \\ \text{ב.} \quad & E = ? \\ \text{ג.} \quad & \begin{cases} R_{st} = ? \\ I_{st} = 200A \end{cases} \\ \text{ד.} \quad & \begin{cases} n_2 = ? \\ I_2 = 50A \end{cases} \end{aligned}$$

$$I_n = \frac{P_{2n}}{\eta \cdot U} = \frac{7000}{0.87 \cdot 240} = 33.52A \quad \text{א.}$$

$$E_n = U - (R_a + R_e) \cdot I_n = 240 - (0.284 + 0.2) \cdot 33.52 = 223.77V \quad \text{ב.} \quad I_a = I \quad \text{במנוע טורי}$$

$$I_{st} = \frac{U}{R_a + R_e + R_{st}} \quad \text{ג.}$$

$$R_{st} = \frac{U - I_{st}(R_a + R_e)}{I_{st}} = \frac{240 - 200 \cdot 0.484}{200} = 0.716\Omega$$

$$E_1 = 223.77V$$

ד. מסעיף א'

$$E_2 = 240 - 50(0.284 + 0.2) = 215.8V$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_2 = \frac{E_2}{E_1} \cdot \frac{I_1}{I_2} \cdot n_1 = \frac{215.8}{223.77} \cdot \frac{33.52}{50} \cdot 1230 = 795.22[r.p.m]$$

פתרון שאלה 61

חשב:

נתון:

מנוע טורי

$$R_e = ?$$

א.

$$I_n = ?$$

ב.

$$E = ?$$

ג.

$$\begin{cases} n_2 = ? \\ I_2 = 40\% I_n \end{cases}$$

ד.

$$P_{2n} = 8HP$$

$$U = 230V$$

$$\eta = 85\%$$

$$R_a = 0.28\Omega$$

$$I_{st} = 460A$$

$$n_n = 1250rpm$$

$$I_{st} = \frac{U}{R_a + R_e} \Rightarrow R_a + R_e = \frac{U}{I_{st}} \Rightarrow R_e = \frac{U}{I_{st}} - R_a = \frac{230}{460} - 0.28 = 0.22\Omega$$

א.

$$I_n = \frac{P_{2n}}{\eta \cdot U} = \frac{8 \cdot 736}{0.85 \cdot 230} = 30.12A$$

ב.

$$E = U - (R_a + R_e)I = 230 - (0.28 + 0.22) \cdot 30.12 = 214.94V$$

ג.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{(U - R_T \cdot I_1)I_2}{I_1(U - R_T \cdot I_2)} = \frac{(230 - 0.5 \cdot 30.12) \cdot 12.048}{30.12(230 - 0.5 \cdot 12.048)} = 0.38386$$

ד.

$$I_2 = 40\% I_n = 0.4 \cdot 30.12 = 12.048A \quad \text{כאשר}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{0.38386} = \frac{1250}{0.38386} = 3256.4rpm$$

פתרון שאלה 62

נתון:	חשב:
מנוע טורי	א.
$U_n = 230V$	$I_2 = ?$
	$n_2 = 870rpm$
	ב.
$I_{1n} = 12A$	$I_3 = ?$
$n_{1n} = 1150rpm$	$n_3 = 1700rpm$
$R_e = 0.52\Omega$	
$R_a = 0.48\Omega$	

$$n_1 = \frac{U - R_T I_{1n}}{K' \cdot I_{1n}} ; \quad n_2 = \frac{U - R_T \cdot I_2}{K' \cdot I_{1n}} ; \quad K' = K_e K_\phi ; \quad R_T = R_a + R_e = 0.48 + 0.52 = 1\Omega$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{U - I_2 R_T}{U - I_1 R_T} = \frac{n_2 I_2}{n_1 I_1}$$

$$\frac{U - I_2 R_T}{I_2} = \frac{n_2 (U - I_1 R_T)}{n_1 I_1}$$

$$\frac{U}{I_2} - R_T = \frac{n_2 (U - I_1 R_T)}{n_1 I_1}$$

$$\frac{U}{I_2} = \frac{n_2 (U - I_1 R_T)}{n_1 I_1} + R_T$$

$$I_2 = \frac{U}{\frac{n_2 (U - I_1 R_T)}{n_1 I_1} + R_T}$$

א. עבור $n=870 \text{ r.p.m}$:

$$I_2 = \frac{230}{\frac{870(230 - 12 \times 1)}{1150 \times 12} + 1} = 15.6A$$

ב. עבור $n=1700 \text{ r.p.m}$:

$$I_3 = \frac{230}{\frac{1700(230 - 12 \times 1)}{1150 \times 12} + 1} = 8.257A$$

פתרון שאלה 63

חשב:

$$\begin{cases} n_2 = ? \\ I_2 = 32A \end{cases}$$

נתון:

מנוע טורי

$$U = 580V$$

$$\begin{cases} I_1 = 25A \\ n_1 = 1520rpm \end{cases}$$

$$R_e = 0.38\Omega$$

$$R_a = 0.62\Omega$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{(U - R_1 I_1)}{I_1} \times \frac{I_2}{(U - R_1 I_2)} = \frac{(580 - 1 \cdot 25)32}{25(580 - 1 \cdot 32)} = 1.2963$$

$$n_2 = \frac{n_1}{1.2963} = \frac{1520}{1.2963} = 1,172.56 [r.p.m]$$

פתרון שאלה 64

חשב:

$$n = ?$$

$$P_{2(HP)} = ?$$

$$M_2 = ?$$

$$\eta = ?$$

א.

ב.

ג.

ד.

נתון:

מנוע טורי

$$U = 230V$$

$$p = 3$$

$$N = 860$$

$$2a = 2 \quad \text{ליפוף גלי}$$

$$\phi = 8.36mWb$$

$$I = 60A$$

$$\Delta P_{ad} = 1.2KW$$

$$R_a = 0.26\Omega$$

$$R_e = 0.3\Omega$$

$$U = E + (R_a + R_e) \cdot I = K_e \cdot n \cdot \phi + (R_a + R_e) \cdot I \quad \text{א.}$$

$$n = \frac{U - (R_a + R_e) \cdot I}{K_e \cdot \phi} = \frac{230 - (0.26 + 0.3) \cdot 60}{43 \cdot 8.36 \cdot 10^{-3}} = 546.34rpm$$

$$K_e = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} = \frac{6 \cdot 860}{2 \cdot 60} = 43 \quad \text{כאשר:}$$

$$P_1 = U \cdot I = 230 \cdot 60 = 13800W$$

ב.

$$P_2 = P_1 - \sum \Delta P$$

$$\sum \Delta P = \Delta P_{Cu_a} + \Delta P_{Cu_e} + \Delta P_{ad}$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I^2 = 0.26 \cdot 60^2 = 936W$$

$$\Delta P_{Cu_e} = R_e \cdot I^2 = 0.3 \cdot 60^2 = 1080W$$

$$\sum \Delta P = 1200 + 1080 + 936 = 3216W$$

$$P_2 = P_1 - \sum \Delta P = 13800 - 3216 = 10584W$$

$$P_{2(HP)} = \frac{10584}{736} = 14.38HP$$

ג.

$$M_2 = \frac{9.55 \cdot P_2}{n} = \frac{9.55 \times 10,584}{546.34} = 185Nm$$

ד.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{10,584 \times 100}{13,800} = 76.69\%$$

פתרון שאלה 65

חשב:

נתון:

א. מנוע מעורב בעל חיבור ארוך

ב. $U = 230V$ ג. $P_2 = 5HP$ $R_e = 115\Omega$ מקבילי $R_e = 0.12\Omega$ טורי $\eta = 80\%$

$$I = ?$$

$$I_a = ?$$

$$\begin{cases} \Delta P_{Cu_e} \text{ טורי} = ? \\ \Delta P_{Cu_e} \text{ מקבילי} = ? \end{cases}$$

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{5 \cdot 736}{0.80} = 4600W$$

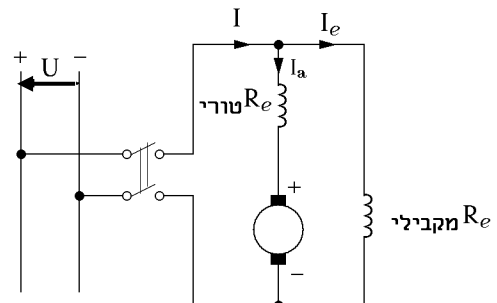
א.

$$P_1 = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P_1}{U} = \frac{4600}{230} = 20A$$

ב.

$$I_a = I - I_e ; I_e = \frac{U}{R_{e(\text{מקבילי})}} = \frac{230}{115} = 2A$$

$$I_a = I - I_e = 20 - 2 = 18A$$



ג.

$$\Delta P_{Cu_e} \text{ טורי} = R_e \cdot I_a^2 = 0.12 \cdot 18^2 = 38.88W$$

$$\Delta P_{Cu_e} \text{ מקבילי} = R_e \cdot I_e^2 = 115 \cdot 2^2 = 460W$$

פתרון שאלה 66

חשב:

נתון:

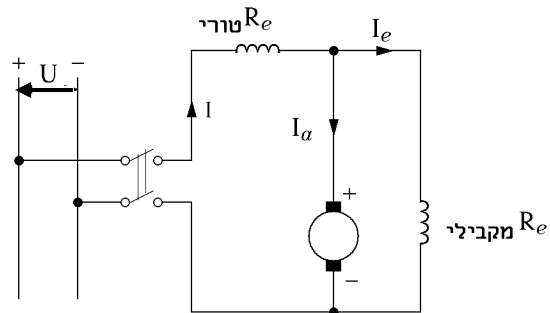
$I = ?$	א.	מנוע מעורב – חיבור קצר
$I_a = ?$	ב.	$U = 250V$
$\Delta P_{Cu_e} = ?$ טורי	ג.	$R_e = 150\Omega$ מקבילי
$\Delta P_{Cu_e} = ?$ מקבילי	ד.	$R_e = 0.12\Omega$ טורי
		$\eta = 86\%$
		$P_2 = 8HP$

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{8 \cdot 736}{0.86} = 6846.51W \quad ; \quad I = \frac{P_1}{U} = \frac{6846.51}{250} = 27.39A \quad .א.$$

$$I_a = I - I_e \quad .ב.$$

$$I_e = \frac{U - I \cdot R_{e \text{ טורי}}}{R_{e \text{ מקבילי}}} = \frac{250 - 27.39 \cdot 0.12}{150} = 1.64A$$

$$I_a = 27.39 - 1.64 = 25.75A$$



$$\Delta P_{Cu_e} \text{ טורי} = R_e \cdot I^2 = 0.12 \cdot 27.39^2 = 90W \quad .ג.$$

$$\Delta P_{Cu_e} \text{ מקבילי} = \Delta P_{Cu_e} \cdot I_e^2 = 150 \cdot 1.64^2 = 403.44W \quad .ד.$$

פתרון שאלה 67

נתון:

מנוע מקבילי:

חשב:

$$n_g = ?$$

$$U_{n_M} = 220V$$

$$I_{n_M} = 303A$$

$$I_{e_{n_M}} = 3A$$

$$n_{n_M} = 980rpm$$

$$R_a = 4 \cdot 10^{-2} \Omega$$

מחולל מקבילי:

$$U_g = 220V$$

$$I_{a_g} = I_{a_M}$$

$$E_g = U_g + R_a \cdot I_{a_g} \quad ; \quad K_e \phi n_g = U_g + R_a \cdot I_{a_g}$$

$$n_g = \frac{U_g + R_a \cdot I_{a_g}}{K_e \cdot \phi}$$

$$I_{a_g} = I_{a_M} \quad \text{הדרישה היא:}$$

במנוע מקבילי:

$$I_{a_g} = I_n - I_e$$

$$I_{a_M} = 303 - 3 = 300A = I_{a_g}$$

את המכפלה $K_e \cdot \phi$ נמצא מתוך הנתונים הנומינליים של המנוע:

$$U_M = E + R_a \cdot I_{a_M} \Rightarrow n_M = \frac{U_M - R_a \cdot I_{a_M}}{K_e \cdot \phi} \Rightarrow K_e \cdot \phi = \frac{U_M - R_a \cdot I_{a_M}}{n_M} =$$

$$= \frac{220 - 4 \cdot 10^{-2} \cdot 300}{980} = 0.212$$

$$n_g = \frac{U_g + R_a \cdot I_{a_g}}{K_e \cdot \phi} = \frac{220 + 4 \cdot 10^{-2} \cdot 300}{0.212} = 1094rpm$$

פתרון שאלה 68

חשב:

נתון:

$$\begin{cases} U_g = ? \\ n_g = 1470 \text{ rpm} \\ I_{a_g} = I_{a_M} \\ I_{e_g} = I_{e_M} (\phi_g = \phi_M) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} U_{n_M} &= 110 \text{ V} \\ I_{n_M} &= 608 \text{ A} \\ I_{en_M} &= 8.4 \text{ A} \\ n_{n_M} &= 980 \text{ rpm} \\ R_a &= 1.2 \cdot 10^{-2} \Omega \end{aligned}$$

$$U_g = E_g - R_a \cdot I_{a_g} = K_e \cdot \phi \cdot n_g - R_a \cdot I_{a_g}$$

$$I_{a_g} = I_{a_M} \quad \text{אבל:}$$

$$I_{a_M} = I_{n_M} - I_{en_M} = 608 - 8.4 = 599.6 \text{ A} = I_{a_g}$$

את המכפלה $K_e \cdot \phi$ נמצא מתוך הנתונים הנומינליים של המנוע:

$$U_{n_M} = E_M + R_a \cdot I_{a_M} = K_e \cdot \phi n_M + R_a \cdot I_{a_M}$$

$$K_e \cdot \phi = \frac{U_{n_M} - R_a \cdot I_{a_M}}{n_{n_M}} = \frac{110 - 1.2 \cdot 10^{-2} \cdot 599.6}{980} = 0.1049$$

$$U_g = K_e \cdot \phi \cdot n_g - R_a \cdot I_{a_g} = 0.1049 \cdot 1470 - 0.012 \cdot 599.6 = 147 \text{ V}$$

פתרון שאלה 69

חשב:

נתון:

מנוע טורי

$$\begin{cases} n_1 = ? \\ I_1 = 1.2 \text{ A} \\ n_2 = ? \\ I_2 = 3.2 \text{ A} \end{cases}$$

א.

$$2p = 2$$

$$R_e = 5 \Omega$$

$$R_a = 1.2 \Omega$$

$$U_n = 220 \text{ V}$$

$$52$$

מספר החבילות:

$$100$$

מספר תילים:

$$2a = 2$$

ליפוף גלי:

$$n = \frac{U - I_a(R_a + R_e)}{K_e \cdot \phi}$$

א.

$$K_e = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} \quad ; \quad N = 52 \cdot 100 = 5200 \text{ T}$$

$$K_e = \frac{2}{2} \cdot \frac{5200}{60} = 86.7$$

$$\phi_1 = 2.5 \text{ mWb} \quad \text{מהטבלה: } \phi = f(I) \text{ בעבור זרם } I_1 = 1.2 \text{ A מקבלים שטף מגנטי של:}$$

$$n_1 = \frac{220 - 1.2(5 + 1.2)}{86.7 \cdot 2.5 \cdot 10^{-3}} \cong 981 \text{ rpm}$$

לכן תהיה המהירות:

- ב. בעבור זרם עומס של $3.2A$ מקבלים מתוך הטבלה (האופיין) הנתונה שטף מגנטי של $4.1mWb$:

$$n_2 = \frac{220 - 3.2 \cdot 6.2}{86.7 \cdot 4.1 \cdot 10^{-3}} \cong 563rpm$$
לכן המהירות תהיה :

פתרון שאלה 70

חשב:	נתון:
$n = ?$	מנוע מקבילי
	ליפוף עניבה פשוט
	$2p = 2$
	$2a = 2p$
	$U = 220V$
	$I = 52A$
	$\phi = 2.72 \cdot 10^{-2}Wb$
	$N = 300T$
	$R_a = 0.2\Omega$
	$R_e = 110\Omega$

$$U = E + R_a \cdot I_a = K_e \cdot \phi \cdot n + R_a \cdot I_a \Rightarrow n = \frac{U - I_a \cdot R_a}{K_e \cdot \phi}$$

$$I_a = I - I_e ; \quad I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{220}{110} = 2A ; \quad I_a = I - I_e = 52 - 2 = 50A$$

למנוע מקבילי :

$$K_e = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} = \frac{300}{60} = 5$$

$$n = \frac{U - I_a \cdot R_a}{K_e \cdot \phi} = \frac{220 - 50 \cdot 0.2}{5 \cdot 2.72 \cdot 10^{-2}} = 1544.11rpm$$

פתרון שאלה 71

חשב:	נתון:
$n = ?$	מנוע מקבילי
	$2p = 4$
	$U = 110V$
	$I = 608A$
	$\phi = 2.49 \cdot 10^{-2} Wb$
	$N = 252T$
	$2a = 2p$ ליפוף עניבה פשוט
	$R_a = 0.0121\Omega$
	$R_e = 13\Omega$

$$n = \frac{U - R_a \cdot I_a}{K_e \cdot \phi}$$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{110}{13} = 8.46A \quad ; \quad I_a = I - I_e = 608 - 8.46 = 599.54A$$

$$K = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} = \frac{252}{60} = 4.2$$

$$n = \frac{110 - 0.0121 \cdot 599.54}{4.2 \cdot 0.0249} = 982rpm$$

פתרון שאלה 72

חשב:	נתון:
$n_2 = ?$	מנוע מקבילי
$N_2 = \frac{N_1}{2}$	$U = 110V$
$I_{a2} = 5A$	$I_{a1} = 10A$
	$n_1 = 1200rpm$
	$R_a = 0.2\Omega$

$$U = E + R_a \cdot I_{a1} = K_{e1} \cdot \phi \cdot n_1 + R_a \cdot I_{a1}$$

$$K_{e1} \cdot \phi = \frac{U - I_{a1} \cdot R_a}{n_1} = \frac{110 - 10 \cdot 0.2}{1200} = 0.09$$

$$K_{e2} \cdot \phi = \frac{K_{e1} \cdot \phi}{2} = \frac{0.09}{2} = 0.045$$

$$n_2 = \frac{U - I_{a2} \cdot R_a}{K_{e2} \cdot \phi} = \frac{110 - 5 \cdot 0.1}{0.045} = 2433rpm$$

ומכאן:

פתרון שאלה 73

חשב:	נתון:
א. $\begin{cases} P_{a1} = ? \\ P_{a2} = ? \end{cases}$	מנוע מקבילי $U = 110V$
ב. $\begin{cases} M_{a1} = ? \\ M_{a2} = ? \end{cases}$	$I_{a1} = 10A$ $n = 1200rpm$
ג. $\begin{cases} \Delta P_{a1} = ? \\ \Delta P_{a2} = ? \end{cases}$	$R_{a1} = 0.2\Omega$ $N_1 = \frac{N_1}{2}$ $I_{a2} = 5A$

$$P_{a1} = E_1 \cdot I_{a1} \quad .א$$

$$E_1 = K_{e1} \cdot \phi \cdot n_1$$

$$K_{e1} \cdot \phi = \frac{U - I_{a1} \cdot R_{a1}}{n_1} = \frac{110 - 10 \cdot 0.2}{1200} = 0.09$$

$$E_1 = K_{e1} \cdot \phi \cdot n = 0.09 \cdot 1200 = 108V$$

$$P_{a1} = E_1 \cdot I_{a1} = 108 \cdot 10 = 1080W$$

$$P_{a2} = E_2 \cdot I_{a2} \quad ; \quad E_2 = K_{e2} \cdot \phi \cdot n_2$$

$$K_{e2} \cdot \phi = \frac{K_{e1} \cdot \phi}{2} = \frac{0.09}{2} = 0.045 \quad ; \quad R_{a2} = \frac{R_{a1}}{2} = \frac{0.2}{2} = 0.1\Omega$$

$$n_2 = \frac{U - I_{a2} \cdot R_{a2}}{K_{e2} \cdot \phi} = \frac{110 - 5 \cdot 0.1}{0.045} = 2433rpm$$

$$E_2 = K_{e2} \cdot \phi \cdot n_2 = 0.045 \cdot 2433 = 109V$$

$$P_{a2} = E_2 \cdot I_{a2} = 109 \cdot 5 = 545W$$

.ב

$$M_{a1} = \frac{9.55 \cdot P_{a1}}{n_1} = \frac{9.55 \times 1080}{1200} = 8.595Nm$$

$$M_{a2} = \frac{9.55 \cdot P_{a2}}{n_2} = \frac{9.55 \times 545}{2433} = 2.139Nm$$

$$\Delta P_{a1} = R_{a1} \cdot I_{a1}^2 = 0.2 \cdot 10^2 = 20W \quad .ג$$

$$\Delta P_{a2} = R_{a2} \cdot I_{a2}^2 = 0.1 \cdot 5^2 = 2.5W$$

פתרון שאלה 74

חשב:	נתון:
א. $n_2 = ?$	מנוע טורי
ב. $\begin{cases} M_2 = ? \\ I_{a2} = 20A \end{cases}$	$U = 220V$
כאשר	$R_s + R_a = R_T = 0.5\Omega$
ובהנחה שהמנוע לא הגיע לרוויה	$I_{a1} = 12A$
	$n_1 = 400rpm$
	$M_1 = 6Kgm = 58.86Nm$
1) $n_1 = \frac{U - I_{a1} \cdot R_T}{K_e \cdot \phi} = \frac{U - I_{a1} \cdot R_T}{K_e \cdot K_\phi \cdot I_{a1}} = \frac{U - I_{a1} \cdot R_T}{K' \cdot I_{a1}}$	א.
$K' = K_e \cdot K_\phi$	כאשר מסמנים:
$\phi = K_\phi \cdot I_{a1}$	בתחום הליניארי של אופיין המגנט:
2) $n_2 = \frac{U - I_{a2} \cdot R_T}{K' \cdot I_{a2}}$	
$\frac{n_2}{n_1} = \frac{U - I_{a2} \cdot R_T}{K' \cdot I_{a2}} \cdot \frac{K' \cdot I_{a1}}{U - I_{a1} \cdot R_T} = \frac{I_{a1} (U - I_{a2} \cdot R_T)}{I_{a2} (U - I_{a1} \cdot R_T)}$	נחלק נוסחה 1 לנוסחה 2 ונקבל:
$n_2 = \frac{n_1 \cdot I_{a1} (U - I_{a2} \cdot R_T)}{I_{a2} (U - I_{a1} \cdot R_T)} = \frac{400 \cdot 12 (220 - 20 \cdot 0.5)}{20 (220 - 12 \cdot 0.5)} = 235rpm$	
3) $M_1 = K_m \cdot \phi \cdot I_{a1} = K_m \cdot K_\phi \cdot I_{a1}^2 = K'_m \cdot I_{a1}^2$	ב.
$\phi = K_\phi \cdot I_{a1}$	כאשר:
$K'_m = K_m \cdot K_\phi$	וכאשר מסמנים:
4) $M_2 = K'_m \cdot I_{a2}^2$	
$\frac{M_2}{M_1} = \frac{K'_m \cdot I_{a2}^2}{K'_m \cdot I_{a1}^2}$	אם נחלק נוסחה 3 בנוסחה 4 נקבל:
$M_2 = \frac{M_1 \cdot I_{a2}^2}{I_{a1}^2} = \frac{58.86 \times 20^2}{12^2} = 163.5Nm$	ומכאן:

פתרון שאלה 75

חשב:	נתון:
א. $R_a = ?$	מנוע מקבילי
ב. $\begin{cases} n_2 = ? \\ R_{st} = 0 \\ I_2 = 80A \end{cases}$ קיים רק R_a	$U = 220V$ $R_{st} = 1.2\Omega$ $I_{st} = 176A$ $I_e \cong 0$ $n_1 = 832rpm$ $I_1 = 80A$
א. $E = 0$ בהתנעה	
$I_{ast} = \frac{U - E}{R_a + R_{st}} = \frac{U}{R_a + R_{st}} \Rightarrow I_{st} \cdot R_a + I_{st} \cdot R_{st} \Rightarrow$ $\Rightarrow R_a = \frac{U - I_{st} \cdot R_{st}}{I_{st}} \Rightarrow R_a = \frac{U}{I_{ast}} - R_{st} = \frac{220}{176} - 1.2 = 0.05\Omega$	
ב. 1) $n_1 = \frac{U - I_a \cdot R_{a1}}{K_e \cdot \phi}$	
כאשר: $R_{a1} = R_{st} + R_a = 1.2 + 0.05 = 1.25\Omega$	
2) $n_2 = \frac{U - I_a \cdot R_{a2}}{K_e \cdot \phi}$	
כאשר: $R_{a2} = R_a = 0.05\Omega$	
נחלק נוסחה 2 בנוסחה 1 ונקבל:	
$\frac{n_2}{n_1} = \frac{U - I_a \cdot R_{a2}}{K_e \cdot \phi} \cdot \frac{K_e \cdot \phi}{U - I_a \cdot R_{a1}}$ $n_2 = n_1 \cdot \frac{U - I_a \cdot R_{a2}}{U - I_a \cdot R_{a1}} = \frac{832(220 - 80 \cdot 0.05)}{220 - 80 \cdot 1.25} = 1500rpm$	
ומכאן:	

פתרון שאלה 76

חשב:	נתון:
א. $P_1 = ?$	מנוע עירור נפרד
ב. $\Delta P_{Cu+e} = ?$	$U = 440V$
ג. $P_{em1} = ?$	$U_e = 110V$
ד. $P_2 = ?$	$I_a = 200A$
ה. $\begin{cases} M_{em} = ? \\ M_2 = ? \end{cases}$	$R_a = 0.065\Omega$
ו. $\begin{cases} M_{em} = ? \\ M_2 = ? \\ n = 750rpm \end{cases}$ כאשר	$R_e = 5.5\Omega$
	$\eta = 90\%$
א. $P_1 = U \cdot I_a + \frac{U_e^2}{R_e} = 440 \cdot 200 + \frac{110^2}{5.5} = 90.2KW$	

$$\Delta P_{Cu+e} = I_a^2 \cdot R_a + \frac{U_e^2}{R_e} = 200^2 \cdot 0.065 + \frac{110^2}{5.5} = 4.8KW \quad .ב.$$

$$P_{em} = P_1 - \Delta P_{a+e} = 90.2 - 4.8 = 85.4KW \quad .ג.$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta = 90.2 \cdot 0.90 = 81.18KW \quad .ד.$$

$$M_{em} = \frac{9.55 \cdot P_{em}}{n} = \frac{9.55 \cdot 85400}{750} = 1,087.4Nm \quad .ה.$$

$$M_2 = \frac{9.55 \cdot P_2}{n} = \frac{9.55 \cdot 81180}{750} = 1,033.7Nm \quad .ו.$$

פתרון שאלה 77

חשב:	נתון:
א. $I_n = ?$	מנוע בעירור טורי
ב. $E_n = ?$	$P_{2n} = 7KW$
ג. $\begin{cases} n_2 = ? \\ I_2 = 40\% \cdot I_n \end{cases}$	$U_n = 220V$
כאשר:	$\eta_n = 82\%$
	$R_a = 0.284\Omega$
	$R_e = 0.2\Omega$
	$n_n = 1000rpm$

$$I_n = \frac{P_{1n}}{U_n} = \frac{P_{2n}}{\eta_n \cdot U_n} = \frac{7 \cdot 10^3}{0.82 \cdot 220} = 38.8A \quad .א.$$

$$E_n = U_n - I_n \cdot R_T = 220 - 38.8(0.284 + 0.2) = 201.2V \quad .ב.$$

$$n_2 = \frac{U - I_2 \cdot R_T}{K' \cdot I_2} \quad ; \quad n_1 = \frac{U - I_1 \cdot R_T}{K' \cdot I_1} \quad .ג.$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{U - I_2 \cdot R_T}{K' \cdot I_2} \cdot \frac{K' \cdot I_1}{U - I_1 \cdot R_T} = \frac{(U - I_2 \cdot R_T) I_1}{I_2 (U - I_1 \cdot R_T)}$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot I_1 \cdot (U - I_2 \cdot R_T)}{I_2 (U - I_1 \cdot R_T)} = \frac{1000 \cdot 38.8 (220 - 0.4 \cdot 38.8 \cdot 0.484)}{0.4 \cdot 38.8 (220 - 38.8 \cdot 0.484)} = 2640rpm$$

פתרון שאלה 78

חשב:	נתון:
א. $E_n = ?$	מנוע מקבילי:
ב. $M_{n_2} = ?$	$P_n = 9KW$
ג. $M_{a(em)} = ?$	$U_n = 220V$
ד. $\Delta M_0 = ?$	$I_n = 51A$
	$I_e = 1A$
	$n_n = 5000rpm$
	$R_a = 0.22\Omega$

א. $E_n = U - I_{a_n} \cdot R_a$; $I_{a_n} = I_n - I_e = 51 - 1 = 50A$

$$E_n = 220 - 50 \cdot 0.22 = 209V$$

ב.

$$M_{2n} = \frac{9.55 \cdot P_{2n}}{n_n} = \frac{9.55 \times 9000}{5000} = 17.19Nm$$

ג.

$$P_{em} = E \cdot I_a = 209 \times 50 = 10,450W$$

$$M_{em} = \frac{9.55 \cdot P_{em}}{n} = \frac{9.55 \times 10,450}{5,000} = 19.96Nm$$

ד.

$$\Delta M_0 = M_{em} - M_{2n} = 19.96 - 17.19 = 2.77Nm$$

פתרון שאלה 79

חשב:	נתון:
א. $\eta = ?$	מנוע בעירור מקבילי:
ב. $M_n = ?$	$U = 220V$
ג. $\begin{cases} R_r = ? \\ n_1 = 700rpm \end{cases}$	$I_a = 48.4A$
	$n_n = 1000rpm$
	$R_a = 0.28\Omega$
	$R_e = 88\Omega$
	$\Delta P_{Fe} + \Delta P_{מכניים} \cong 0$

א. $P_1 = U \cdot I = U \cdot (I_a + I_e) = U \left(I_a + \frac{U}{R_e} \right) = 220 \left(48.4 + \frac{220}{88} \right) = 11.2KW$

$$P_2 = P_1 - \Sigma \Delta P$$

$$\Sigma \Delta P = I_a^2 \cdot R_a + \frac{U^2}{R_e} + \Delta P_{Fe} + \Delta P_{מכניים} = 48.4^2 \cdot 0.28 + \frac{220^2}{88} + 0 \cong 1200W$$

$$P_2 = P_1 - \Sigma \Delta P = 11.2 - 1.2 = 10 \text{ KW}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{10}{11.2} \cdot 100 = 89.28\%$$

$$M_n = \frac{P_n \cdot 975}{n_n} = \frac{10 \cdot 975}{1000} = 9.75 \text{ Kgm}$$

ב.

$$1) \quad n_1 = \frac{U - I_a \cdot R}{K_e \cdot \phi}$$

ג.

בנוסחה זו ההתנגדות R והמכפלה $K_e \cdot \phi$, אינן ידועות.

את המכפלה $K_e \cdot \phi$ נחשב מתוך הנתונים הנקובים:

$$K_e \cdot \phi = \frac{U - I_{a_n} \cdot R_a}{n_n} = \frac{220 - 48.4 \cdot 0.28}{1000} = 0.206$$

נשנה את נושא נוסחה 1 ונקבל את ההתנגדות R :

$$R = \frac{U - n_1 \cdot K_e \cdot \phi}{I_a} = \frac{220 - 700 \cdot 0.206}{48.4} = 1.57 \Omega$$

$$R_r = R - R_a = 1.57 - 0.28 = 1.29 \Omega$$

פתרון שאלה 80

חשב:	נתון:
$M_2 = ?$	א. מנוע עירור טורי:
$I = ?$	ב. $P_2 = 3 \text{ HP}$
$R_a + R_e = ?$	ג. $n = 850 \text{ rpm}$
	$\Delta P_{mech} \cong 0$
	$\Delta P_{Fe} \cong 0$
	$U = 440 \text{ V}$
	$\eta = 88\%$

$$M_2 = \frac{P_2 \cdot 975}{n} = \frac{3 \cdot 975}{1.36 \cdot 850} = 2.53 \text{ Kgm}$$

א.

$$P_2 = \eta \cdot U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P_2}{\eta \cdot U} = \frac{3 \cdot 736}{0.88 \cdot 440} = 5.7 \text{ A}$$

ב.

$$\Sigma \Delta P = I^2 \cdot R_T + \Delta P_{Fe} + \Delta P_{mech} = I^2 \cdot R_T \Rightarrow R_T = \frac{\Sigma \Delta P}{I_a^2}$$

ג.

$$R_T = R_a + R_e$$

כאשר:

$$\Sigma \Delta P = P_1 - P_2 = U \cdot I - P_2 = 440 \cdot 5.7 - 3 \cdot 736 = 300 \text{ W}$$

$$R_T = R_a + R_e = \frac{\Sigma \Delta P}{I_a^2} = \frac{300}{5.7^2} = 9.2 \Omega$$

פתרון שאלה 81

חשב:	נתון:
א. $M_2 ?$	מנוע מקבילי:
ב. $\begin{cases} n_2 = ? \\ I_2 = 12A \end{cases}$ כאשר:	$U = 220V$ $I_n = 5A$ $\eta = 80\%$ $R_a = 0.5\Omega$ $R_e = 440\Omega$ $n_n = 950rpm$
א.	$M_2 = \frac{P_2 \cdot 975}{n_1} ; P_2 = \eta \cdot P_1$ $P_{2(KW)} = \frac{U \cdot I \cdot \eta}{1000} = \frac{220 \cdot 5 \cdot 0.8}{1000} = 0.88KW$ $M_2 = \frac{P_{2(KW)} \cdot 975}{n} = \frac{0.88 \cdot 975}{950} = 0.9Kgm$
ב.	$1) \quad n_2 = \frac{U - I_{a2} \cdot R_a}{K_e \cdot \phi}$ $I_{a2} = I_2 - I_e ; I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{220}{440} = 0.5A ; I_{a2} = 12 - 0.5 = 11.5A$ כאשר: $2) \quad n_n = \frac{U - I_{an} \cdot R_a}{K_e \cdot \phi}$ בתנאים נומינליים: $I_{an} = I_n - I_e = 5 - 0.5 = 4.5A$ כאשר: $\frac{n_2}{n_n} = \frac{U - I_{a2} \cdot R_a}{U - I_{an} \cdot R_a}$ נחלק נוסחה 1 בנוסחה 2 ונקבל: $n_2 = \frac{n_n (U - I_{a2} \cdot R_a)}{U - I_{an} \cdot R_a} = \frac{950(220 - 11.5 \cdot 0.5)}{220 - 4.5 \cdot 0.5} = 935rpm$ ומכאן:

פתרון שאלה 82

חשב:	נתון:
$n = ?$	מנוע עירור מקבילי
	$2p = 4$
	$U = 250V$
	$I = 56A$
	$N = 260$ מספר תילים
	$R_a = 0.4\Omega$
	$R_e = 100\Omega$
	$\phi = 0.03Wb$
	$2a = 2$ ליפוף גלי פשוט

$$U = E + R_a \cdot I_a = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} \cdot n \cdot \phi + R_a \cdot I_a$$

$$I_a = I - I_e ; I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{250}{100} = 2.5A ; I_a = 56 - 2.5 = 53.5A$$

$$K_e = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} = \frac{4}{2} \cdot \frac{260}{60} = 8.66$$

$$n = \frac{U - R_a \cdot I_a}{K_e \phi} = \frac{250 - 0.4 \cdot 53.5}{8.66 \cdot 0.03} = 880rpm$$

פתרון שאלה 83

חשב:	נתון:
$I = ?$	א. $P_{2n} = 2.4KW$
$E_n = ?$	ב. $U_n = 440V$
	$\eta_n = 76\%$
	$R_a = 0.3\Omega$
	$R_e = 0.21\Omega$

$$P_{1n} = \frac{P_{2n}}{\eta_n} = \frac{2400}{0.76} = 3157.9W \quad \text{א.}$$

$$I_n = \frac{P_{1n}}{U_n} = \frac{3157.9}{440} = 7.18A$$

$$U = E + (R_a + R_e)I = E + R_t \cdot I \quad \text{ב.}$$

$$R_t = R_a + R_e = 0.3 + 0.21 = 0.51\Omega \quad \text{כאשר:}$$

$$E_n = U_n - R_t \cdot I_n = 440 - 0.51 \cdot 7.18 = 436.4V$$

פתרון שאלה 84

חשב:	נתון:
א.	מנוע בעירור מקבילי
ב.	$P_{2n} = 9.5KW$
ג.	$U_n = 220V$
	$I_n = 55A$
ד.	$I_e = 1A$
	$n_n = 500rpm$
	$R_a = 0.227\Omega$

$$E_n = ?$$

$$M_{2n} = ?$$

$$M_{em_n} = ?$$

$$M_o = ?$$

$$n = f(M)$$

$$E_n = U_n - R_a \cdot I_a \quad ; \quad I_a = I - I_e = 55 - 1 = 54A \quad .א.$$

$$E_n = 220 - 0.227 \cdot 54 = 208V$$

$$M_n = \frac{P_{2n}}{\omega_n} \quad ; \quad \omega_n = \frac{2\pi \cdot n_n}{60} = \frac{2\pi \cdot 500}{60} = 52.3 \left(\frac{rad}{sec} \right) \quad .ב.$$

$$M_n = \frac{9500}{52.3} = 182Nm$$

$$P_{em} = E \cdot I_a = M_{em} \cdot \omega_n \quad .ג.$$

$$M_{em} = \frac{E \cdot I_a}{\omega_n} = \frac{208 \cdot 54}{52.3} = 215Nm$$

$$M_o = M_{em} - M_n = 215 - 182 = 33Nm$$

פתרון שאלה 85

חשב:	נתון:
	מנוע עירור מקבילי
	$U = 200V$
	$I = 7.5A$
	$\eta = 85\%$
	$n = 920rpm$

$$M_2 = ?$$

$$M_2 = \frac{P_2}{\omega_2}$$

$$P_2 = \eta \cdot P_1 = \eta \cdot UI = 0.85 \cdot 200 \cdot 7.5 = 1275W$$

$$\omega_2 = \frac{2\pi \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 920}{60} = 96.34 \frac{rad}{sec}$$

$$M_2 = \frac{P_2}{\omega_2} = \frac{1275}{96.34} = 13.23Nm$$

פתרון שאלה 86

חשב:	נתון:
$M_2 = ?$	א. מנוע עירור מקבילי
$M_{em} = ?$	ב. $P_n = 20KW$
$M_o = ?$	ג. $U_n = 440V$
	$I_n = 56A$
	$I_e = 1.9A$
	$n_n = 1000rpm$
	$R_a = 0.35\Omega$

$M_2 = \frac{P_2}{\omega_n}$ $\omega_n = \frac{2\pi n_n}{60} = \frac{2\pi \cdot 1000}{60} = 104.72 \frac{rad}{sec}$ $M_2 = \frac{20000}{104.72} = 191Nm$	א.
$M_{em} = \frac{P_{em}}{\omega_n}$ $P_{em} = E \cdot I_a \quad ; \quad E = U - R_a I_a \quad ; \quad I_a = I - I_e = 56 - 1.9 = 54.1A$ $E = U - I_a R_a = 440 - 54.1 \cdot 0.35 = 421.07V$ $P_{em} = E \cdot I_a = 421.07 \cdot 54.1 = 22780W$ $M_{em} = \frac{P_{em}}{\omega_n} = \frac{22780}{104.72} = 217.53Nm$ $M_o = M_{em} - M_2 = 217.53 - 191 = 26.53Nm$	ב. ג.

פתרון שאלה 87

חשב:	נתון:
$R_{st} = ?$	א. מנוע בעירור זר
	$I_n = 20A$
	$R_a = 0.5\Omega$
	$U_n = 200V$
	$I_{st} = 2 \cdot I_n$

$I_{st} = 2 \cdot I_n = 2 \cdot 20 = 40A$ $I_{st} = \frac{U}{R_a + R_{st}}$ $R_{st} = \frac{U - R_a \cdot I_{st}}{I_{st}} = \frac{200 - 0.5 \cdot 40}{40} = 4.5\Omega$	כאשר:
--	-------

פתרון שאלה 88

חשב:	נתון:
$M_2 = ?$	מנוע טורי
$I_n = ?$	$n_n = 900rpm$
	$P_2 = 3HP$
	$U = 400V$
	$\eta = 90\%$

א. $M_2 = \frac{P_2}{\omega} ; \omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi \cdot 900}{60} = 94.2 \frac{rad}{sec}$

$M_2 = \frac{P_2}{\omega} = \frac{3 \cdot 736}{94.2} = 23.44 Nm$

ב. $I_n = \frac{P_{1n}}{U_n} = \frac{P_{2n}}{\eta \cdot U_n} = \frac{3 \cdot 736}{0.9 \cdot 400} = 6.13 A$

פתרון שאלה 89

חשב:	נתון:
$n_0 = ?$	מנוע עירור מקבילי
$n_n = ?$	$P_{1n} = 15KW$
	$U = 150V$
	$N = 300T$
	$\phi = 50mWb$
	$R_a = 0.1\Omega$
	$R_e = 75\Omega$
	$I_e = 2A$
	$I_{a0} = 3A$
	$2a = 2p$ ליפוף עניבה פשוט

א. $n_0 = \frac{U - R_a \cdot I_{a0}}{K_e \cdot \phi}$

$K_e = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} = \frac{300}{60} = 5$

$n_0 = \frac{150 - 0.1 \cdot 3}{5 \cdot 50 \cdot 10^{-3}} = 599rpm$

ב. $n_n = \frac{U - R_a I_{an}}{K_e \phi} ; I_{an} = I_n - I_e ; I_n = \frac{P_{1n}}{U_n} ; I_n = \frac{15000}{150} = 100A ; I_{an} = 100 - 2 = 98A$

$n_n = \frac{150 - 0.1 \cdot 98}{5 \cdot 50 \cdot 10^{-3}} = 561rpm$

פתרון שאלה 90

חשב:	נתון:
א. $\eta_{1\max} = ?$ $I_1 = I_n$	מנוע עירור זר $P_{2n} = 4.2KW$
ב. $\eta_{2\max} = ?$ $I_2 = \frac{3}{4} \cdot I_n$	$I_n = 20A$ $R_a = 0.5\Omega$

א. התנאי לקבלת נצילות מקסימלית הוא שההפסדים הקבועים יהיו שווים להפסדים המשתנים : קבועים

$$\Delta P_{ad} = \Delta P_{Cu}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P_{Cu} + \Delta P_{ad}}$$

$$\Delta P_{Cu_n} = R_a \cdot I_{an}^2 = 0.5 \cdot 20^2 = 200W = \Delta P_{ad}$$

$$\eta_{1\max} = \frac{P_{2n} \cdot 100}{P_{2n} + 2 \cdot \Delta P_{Cu_n}} = \frac{4200 \cdot 100}{4200 + 2 \cdot 200} = 91\%$$

$$\Delta P_{Cu_n} = R_a \cdot I_2^2 = R_a \left(\frac{3}{4} \cdot I_n \right)^2 = 0.5 \cdot 0.5625 \cdot 20^2 = 112.5W = \Delta P_{ad} \quad \text{ב.}$$

$$\eta_{2\max} = \frac{P_2 \cdot 100}{P_2 + 2 \cdot \Delta P_{ca2}} = \frac{0.75 \cdot P_{2n} \cdot 100}{0.75 \cdot P_{2n} + 2 \cdot 112.2} = 93.3\%$$

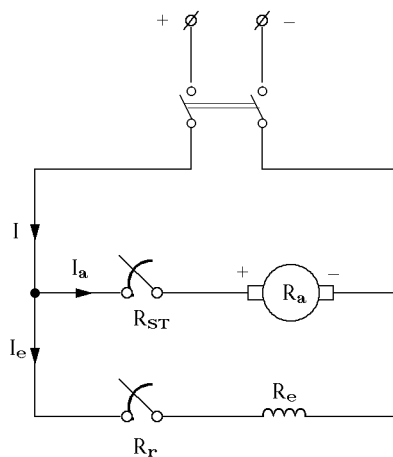
פתרון שאלה 91

א. בעיית ההתנעה במנוע לז"י ופתרון הבעיה

$$U = E + R_a I$$

$$I = \frac{U - E}{R_a} = \frac{U - K_e \cdot \phi \cdot n}{R_a} \quad (1) \quad \text{הזרם בעבודה:}$$

$$I_{st} = \frac{U}{R_a} \quad (2) \quad \text{הזרם ברגע התנעה (n = 0)}$$



איור 1

אם משווים נוסחאות 1 ו-2 ניתן לראות שברגע התנעה, הכא"מ הנגדי (E) הוא אפס וזרם ההתנעה (I_{st}) גדול בהרבה בהשוואה לזרם בעבודה (I), מעשית גדול פי 20 עד 30. הדבר מפריע לכל הצרכנים הנמצאים באותה רשת עם המנוע המותנע וגורם גם בעיות למנוע עצמו בגלל עוצמת הזרם, למרות זמן ההתנעה הקצר. כדי להקטין את זרם ההתנעה משתמשים במתנע נגדים R_{st} , המחובר בטור עם הרוטור (איור 1). ברגע ההתנעה, מחובר המתנע עם כל הדרגות במעגל. בזמן ההתנעה, ככל שמהירות הסיבוב עולה, מקצרים באופן הדרגתי את דרגות המתנע (ידני או אוטומטי) כך שבסוף התנעתו, המתנע מקוצר לגמרי.

ב. איך ניתן להפוך את כיוון הסיבוב של מנוע DC?

לפי הנוסחה $M = K_m \cdot \phi \cdot I_a$ אנו רואים שמומנט הסיבוב של מנוע זרם ישר תלוי בשטף המגנטי (ϕ) ובזרם בעוגן (I_a). כדי להפוך את כיוון הסיבוב של המנוע, צריכים להפוך את כיוון השטף המגנטי (וזאת על ידי שינוי כיוון זרם העירור) או להפוך את כיוון הזרם בעוגן I_a .

יש להעדיף את השיטה הראשונה, כי זרם העירור קטן בהרבה בהשוואה לזרם בעוגן. הפיכת הקצוות של הסליל נעשית בצורה ידנית עם מפסק מיוחד להפיכת כיוון הסיבוב, בעל שלושה מצבים: 1-0-2, או בעזרת שני קונטקטורים.

פתרון שאלה 93

חשב:	נתון:
$P_{2(HP)} = ?$	מנוע מקבילי
$n = ?$	$U = 200V$
$\eta = ?$	$I = 25A$
	$M_2 = 32Nm$
	$\Delta P = 625W$

$$P_1 = U \cdot I = 200 \cdot 25 = 5000W \quad \text{א.}$$

$$P_2 = P_1 - \Delta P = 5000 - 625 = 4375W = 4.375KW = \frac{4.375}{0.736} = 5.94HP$$

$$P_2 = M_2 \omega \quad \text{ב.}$$

$$\omega = \frac{P_2}{M_2} = \frac{4375}{32} = 136.72 \frac{rad}{sec}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \Rightarrow n = \frac{60\omega}{2\pi} = \frac{60 \cdot 136.72}{2 \cdot 3.14} = 1305rpm$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{4375}{5000} \cdot 100 = 87.5\% \quad \text{ג.}$$

פתרון שאלה 94

חשב:	נתון:
$I_{st} = ?$	מנוע מקבילי
$\begin{cases} n_0 = ? \\ I_{a0} = 0A \end{cases}$	$U_n = 180V$
$\begin{cases} n_1 = ? \\ I_1 = 40A \end{cases}$	$I_n = 15A$
$\begin{cases} n_2 = ? \\ I_2 = 25A \\ R_{st} = 0.65\Omega \end{cases}$	$P_{2n} = 2350W$
$\eta_n = ?$	$R_e = 80\Omega$
	$R_a = 0.25\Omega$
	$n_n = 820rpm$

$$I_{st_a} = \frac{U_n}{R_a} = \frac{180}{0.25} = 720A \quad .א.$$

$$I_{st} = I_{st_a} + I_e \quad \text{למנוע מקבילי :}$$

$$I_e = \frac{U_n}{R_e} = \frac{180}{80} = 2.25A$$

$$I_{st} = 720 + 2.25 = 722.25A$$

$$U_n = E_n + R_a \cdot I_{a_n} \quad .ב.$$

$$I_{a_n} = I_n - I_e = 15 - 2.25 = 12.75A$$

$$E_n = U_n - R_a \cdot I_{a_n} = 180 - 0.25 \cdot 12.75 = 176.81V$$

$$E_n = K_e \cdot \phi \cdot n_n \Rightarrow K_e \cdot \phi = \frac{E_n}{n_n} = \frac{176.81}{820} = 0.2156$$

בהנחה שהשטף המגנטי אינו משתנה, בריקם אידאלי :

$$E_0 = U_n = K_e \cdot \phi \cdot n_0 \Rightarrow n_0 = \frac{U_n}{K_e \cdot \phi} = \frac{180}{0.2156} = 834.87rpm$$

$$E_1 = U_n - R_a \cdot I_{a_1} \quad .ג.$$

$$I_{a_1} = I_1 - I_e = 40 - 2.25 = 37.75A$$

$$E_1 = 180 - 0.25 \cdot 37.75 = 170.56V$$

$$a) \quad E_1 = K_e \cdot \phi \cdot n_1 \quad \text{אבל :}$$

$$b) \quad E_n = K_e \cdot \phi \cdot n_2$$

בהנחה שהשטף המגנטי אינו משתנה, נחלק נוסחה a בנוסחה b ונקבל :

$$\frac{E_1}{E_n} = \frac{K_e \cdot \phi \cdot n_1}{K_e \cdot \phi \cdot n_n} = \frac{n_1}{n_n} \Rightarrow n_1 = \frac{E_1 \cdot n_n}{E_n} = \frac{170.56 \cdot 820}{176.81} = 791rpm$$

$$E_2 = U - (R_a + R_{st}) \cdot I_{a_2} \quad .ד.$$

$$I_{a_2} = I_2 - I_e = 25 - 2.25 = 22.75A$$

$$E_2 = 180 - (0.25 + 0.65) \cdot 22.75 = 159.525V$$

בהנחה שהשטף המגנטי אינו משתנה :

$$\frac{E_2}{E_n} = \frac{K_e \cdot \phi \cdot n_2}{K_e \cdot \phi \cdot n_n} \Rightarrow n_2 = \frac{E_2 \cdot n_n}{E_n} = \frac{159.525 \cdot 820}{176.81} = 739.83rpm$$

$$\eta_n = \frac{P_{2_n}}{P_{1_n}} \cdot 100 \quad .ה.$$

$$P_{1_n} = U_n \cdot I_n = 180 \cdot 15 = 2700W$$

$$\eta_n = \frac{2350 \cdot 100}{2700} = 87.04\%$$

פתרון שאלה 95

נתון:	חשב:
מנוע טורי	$\begin{cases} n_2 = ? \\ I_2 = 11.5A \end{cases}$
$n_1 = 1200rpm$	
$U = 230V$	
$I_1 = 8A$	
$R_a = 0.6\Omega$	
$R_e = 0.5\Omega$	

משוואת המתחים למנוע טורי:

$$U = E + (R_a + R_e) \cdot I_a$$

$$U = K_e \cdot n \cdot \phi + (R_a + R_e) \cdot I_a$$

$$1) \quad n = \frac{U - (R_a + R_e) \cdot I_a}{K_e \cdot \phi}$$

$$2) \quad I_a = I = I_e$$

$$3) \quad \phi = K_2 \cdot I$$

$$n = \frac{U - (R_a + R_e) \cdot I}{K_e \cdot K_2 \cdot I}$$

$$R_T = R_a + R_e \quad ; \quad K' = K_e \cdot K_2$$

$$n = \frac{U - I \cdot R_T}{K' \cdot I}$$

$$4) \quad n_1 = \frac{U - I_1 \cdot R_T}{K' \cdot I_1}$$

$$5) \quad n_2 = \frac{U - I_2 \cdot R_T}{K' \cdot I_2}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U - I_1 \cdot R_T}{K' \cdot I_1} \cdot \frac{K' \cdot I_2}{U - I_2 \cdot R_T} = \frac{(230 - 8 \cdot 0.11) \cdot 11.5}{8(230 - 11.5 \cdot 0.11)} = 1.44$$

נחלק את נוסחה (4) ב-(5) ונקבל:

$$\frac{n_1}{n_2} = 1.44 \Rightarrow n_2 = \frac{n_1}{1.44} = \frac{1200}{1.44} = 833rpm$$

אבל למנוע טורי:

ואם המנוע עובד בתחום הלינארי (עד לרוויה המגנטית):

אם נציב את הנוסחאות (2) ו-(1) בתוך נוסחה (3) נקבל:

נסמן:

ואז:

קיימים שני מצבים בהתאם לעוצמת הזרמים:

פתרון שאלה 96

חשב:	נתון:
$R_{st} = ?$	$U = 230V$
	$P = 8.0HP$
	$\eta = 80\% = 0.8$
	$R_a = 0.3\Omega$
	$I_{st} = 1.5 \cdot I_n$

$$P_2 = 8 \cdot 736 = 5,888W$$

לפי הנתונים

$$P_1 = U \cdot I_n$$

וגם

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta}$$

לכן

$$U \cdot I_n = \frac{P_2}{\eta}$$

$$I_n = \frac{P_2}{U \cdot \eta} = \frac{5888}{0.8 \times 230} = 32A$$

$$I_{st} = 1.5 \cdot I_n = 1.5 \times 32 = 48A$$

$$I_{st} = \frac{U}{R_a + R_{st}}$$

$$R_{st} = \frac{U}{I_{st}} - R_a = \frac{230}{48} - 0.3 = 4.49\Omega$$

פתרון שאלה 97

חשב:	נתון:
$n_0 = ?$	$U = 220V$
$I_{a0} = 2.5A$	$I_a = 60A$
שינוי מהירות המנוע כאשר סליל העירור מנותק.	$n = 1200rpm$
	$R_a = 0.5\Omega$

$$U = E + I_a \cdot R_a$$

א. לפי חוק המתחים של כירכהוף

$$E = K_e \cdot \phi \cdot n$$

הכא"מ נמצא ביחס ישר למהירות ולשטף

$$n = \frac{U - I_a \cdot R_a}{K_e \cdot \phi}$$

מתוך שתי המשוואות שלעיל נקבל את משוואת המהירות:

$$n_0 = \frac{220 - 2.5 \cdot 0.5}{K_e \cdot \phi}$$

בריקם:

בהנחה שהשטף קבוע $K_e \cdot \phi = const$, נחשב את $K_e \cdot \phi$ מתנאים נקובים:

$$1200 = \frac{220 - 60 \cdot 0.5}{K_e \cdot \phi} \Rightarrow K_e \cdot \phi = 0.1583 \quad \text{בעומס נקוב:}$$

$$n_0 = \frac{220 - 2.5 \cdot 0.5}{0.1583} = 1382 \text{ rpm}$$

ב. כאשר סליל העירור מתנתק מתקבל במכונה שטף שיורי קטן מאוד.

$$\text{לפי הנוסחה } n = \frac{U - I_a \cdot r_a}{K_e \phi} \text{ מתקבל שהמהירות ביחס הפוך לשטף.}$$

שטף נמוך מאוד עלול לגרום למהירות עוגן גבוהה מאוד ולסכנת המכניזם של המנוע.

פתרון שאלה 98

חשב:	נתון:
א. $M = ?$	$2p=2$; $p=1$
ב. $P = ?$	$2a=2$; $a=1$
	$U = 123V$
	$I_a = 30A$
	$R_a = 0.1\Omega$
	$n = 1200rpm$
	$Z=628$ מספר המוליכים

א.

$$K_e = \frac{p \cdot z}{60a} = \frac{z}{60} = \frac{628}{60} = 10.466$$

$$E = U - I_a \cdot R_a$$

$$E = 123 - 30 \cdot 0.1 = 120V$$

$$E = K_e \cdot \phi \cdot n \Rightarrow \phi = \frac{E}{K_e \cdot n}$$

$$\phi = \frac{120}{10.466 \times 1,200} = 9.55mWb$$

$$K_m = 9.55k_e = 9.55 \times 10.466 = 99.95$$

$$M = K_m \cdot \phi \cdot I = 99.55 \times 9.55 \times 10^{-3} \times 30 = 28.63Nm$$

ב.

$$M = \frac{9.55P}{n}$$

$$P = \frac{M \cdot n}{9.55} = \frac{28.63 \times 1,200}{9.55} = 3,598.2W$$

פתרון שאלה 99

חשב:	נתון:
א. $I = ?$	$P = 3HP$
ב. $R_M = ?$	$n = 850rpm$
	$U = 440V$
	$\eta = 88\%$

$$P_2 = 3 \cdot 736 = 2,208W$$

א.

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{2208}{0.88} = 2,509W$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2509}{440} = 5.7A$$

$$R_M = R_e + R_a = \frac{U - E}{I} \quad .ב.$$

$$P_2 = P_{EM} \text{ בהזנחת הפסדים מכניים וברזל}$$

$$E = \frac{P_2}{I} = \frac{2,208}{5.7} = 387.37V$$

$$R_M = \frac{440 - 387.37}{5.7} = 9.23\Omega$$

פתרון שאלה 100

חשב:	נתון:
א. $n = ?$	$U = 110V$
ב. $n_0 = ?$	$P_{in} = 9.9KW$
	$2p = 2 ; a=p$
	$Z = 300$
	$\phi = 34mWb$
	$R_a = 0.08\Omega$
	$I_{e_n} = 3A$
	$I_{a_0} = 4A$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{9900}{110} = 90A \quad .א.$$

$$I_a = I - I_e = 90 - 3 = 87A$$

$$E = U - I_a \cdot R_a = 110 - 87 \cdot 0.08 = 103.04V$$

$$E = \frac{p}{60} \cdot \frac{z}{a} \cdot \phi \cdot n$$

$$n = \frac{E}{\frac{p}{60} \cdot \frac{z}{a} \cdot \phi} = \frac{103.04}{\frac{300}{60} \cdot 34 \cdot 10^{-3}} = 606rpm$$

$$E = K\phi n \quad .ב.$$

$$E_0 = K \cdot \phi \cdot n_0$$

$$\frac{E}{E_0} = \frac{n}{n_0}$$

$$n_0 = \frac{E_0 \cdot n}{E}$$

$$E_0 = U - I_{a_0} \cdot R_a = 110 - 4 \cdot 0.08 = 109.68V$$

$$n_0 = \frac{109.68 \cdot 606}{103.04} = 645rpm$$

פתרון שאלה 101

חשב:	נתון:
א. $E = ?$	$2a=2p$; $p=a$
ב. $R_a = ?$	$Z=300$
ג. $\begin{cases} I_{a2} = ? \\ n = 1800rpm \end{cases}$	$\phi = 20mWb$ $n = 1950rpm$ $U = 200V$ $I_a = 10A$

$$E = \left(\frac{p}{60} \cdot \frac{Z}{a} \right) \cdot \phi \cdot n = \frac{300}{60} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 1950 = 195V \quad .א.$$

$$R_a = \frac{U_a}{I_a} \quad .ב.$$

$$U_a = U - E = 200 - 195 = 5V$$

$$R_a = \frac{5}{10} = 0.5\Omega$$

$$E = K_e \cdot \phi \cdot n = 195V \quad .ג.$$

$$K_e \cdot \phi = \frac{195}{1950} = 0.1$$

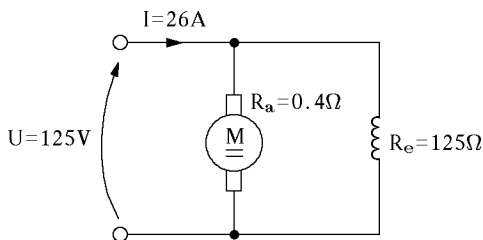
$$n_2 = 1800rpm$$

$$E_2 = K_e \cdot \phi \cdot n_2 = 0.1 \cdot 1800 = 180V$$

$$I_{a2} = \frac{U - E_2}{R_a} = \frac{200 - 180}{0.5} = 40A$$

פתרון שאלה 102

חשב:	נתון:
א. $\begin{cases} I_{a2} = ? \\ n_2 = 525rpm \end{cases}$	$U = 125V$ $I = 26A$ $n_1 = 565rpm$ $R_a = 0.4\Omega$ $R_e = 125\Omega$
ב. $I_a = f(E)$ הסבר	



$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{125}{125} = 1A \quad .א.$$

$$I_a = I - I_e = 26 - 1 = 25A$$

$$E_1 = U - I_a \cdot R_a = 125 - 25 \cdot 0.4 = 115V$$

$$E_1 = K_e \cdot \phi \cdot n_1$$

$$K_e \cdot \phi = \frac{E_1}{n_1} = \frac{115}{565} = 0.20354$$

$$E_2 = K_e \cdot \phi \cdot n_2 = 0.20354 \cdot 525 = 106.86V$$

$$I_{a2} = \frac{U - E_2}{R_a} = \frac{125 - 106.86}{0.4} = 45.35A$$

ב. הכא"מ הנגדי E שנוצר במנוע DC מקטין את זרם העוגן. ככל ש- E גדל I_a קטן.

$$I_a = \frac{U - E}{R_a}$$

פתרון שאלה 103

חשב:	נתון:
א. $M_n = ?$	$U = 220V$
ב. $\eta = ?$	$P_n = 39.9HP$
ג. $R_{a,s} = ?$	$n = 1200rpm$
ד. $E = ?$	$I = 150A$
	$\Delta U_b = 2V$
	$\Delta P_{mech+Fe} = 1983.69W$

א. $M_n = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P_n}{n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{39.9 \cdot 736}{1200} = 233.69Nm$

ב. $\eta = \frac{P_n}{P_1} \cdot 100\% = \frac{P_n}{UI} \cdot 100\% = \frac{39.9 \cdot 736}{220 \cdot 150} \cdot 100 = 89\%$

ג. $\Delta P_{Cu} = P_1 - P_n - \Delta P_b - \Delta P_{mech+Fe} = 220 \cdot 150 - 39.9 \cdot 736 - 2 \cdot 150 - 1983.6 = 1350W$

$$R_{a,s} = \frac{\Delta P_{Cu}}{I^2} = \frac{1350}{150^2} = 0.06\Omega$$

ד. $E = \frac{P_{EM}}{I} = \frac{P_1 - \Delta P_{Cu} - \Delta P_b}{I} = \frac{220 \cdot 150 - 1350 - 2 \cdot 150}{150} = 209V$

פתרון שאלה 104

חשב:	נתון:
א. $\eta = ?$	$P = 110KW$
ב. $\Delta P_{Fe} = ?$	$U = 250V$
	$R_e = 80\Omega$
	$R_a = 0.02\Omega$
	$P_{out} = 140HP$
	$\Delta P_{mech} = 1.5KW$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \cdot 100 = \frac{140 \cdot 736}{110000} \cdot 100 = 93.67\% \quad .א$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{110000}{250} = 440A \quad .ב$$

$$\Delta P_{Cu} = I_a^2 \cdot R_a + I_e^2 \cdot R_e$$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{250}{80} = 3.125A$$

$$I_a = I - I_e = 440 - 3.125 = 436.875A$$

$$\Delta P_{Cu} = I_a^2 \cdot R_a + I_e^2 \cdot R_e$$

$$\Delta P_{Cu} = 436.875^2 \cdot 0.02 + 3.125^2 \cdot 80$$

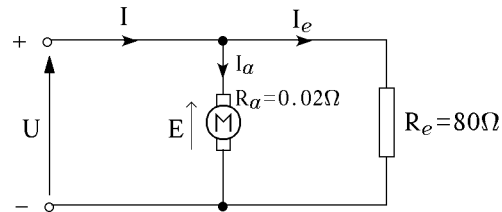
$$\Delta P_{Cu} = 4598.445W$$

$$P_{out} = 736 \cdot 140 = 103040W$$

$$\Sigma \Delta P = P_{in} - P_{out} = 110000 - 103040 = 6960W$$

$$\Sigma \Delta P = \Delta P_{mech} + \Delta P_{Fe} + \Delta P_{Cu}$$

$$\Delta P_{Fe} = \Sigma \Delta P - \Delta P_{mech} - \Delta P_{Cu} = 6960 - 1500 - 4598.445 = 861.55W$$



פתרון שאלה 105

נתון:	חשב:
$P = 15KW$	.א
$U = 230V$	
$\eta = 85\%$	.ב
$n = 750rpm$	
$R_a = 0.1\Omega$	
$R_e = 0.05\Omega$	

$$U = I(R_a + R_e) + E \quad .א$$

$$E = U - I(R_a + R_e)$$

$$I_n = \frac{P}{U\eta} = \frac{15 \cdot 10^3}{230 \cdot 0.85} = 76.73A$$

$$E_n = 230 - 76.73(0.1 + 0.05) = 218.49V$$

$$E' = 230 - 40 \cdot 0.15 = 224V$$

$$\frac{E_n}{E'} = \frac{K\phi n_n}{K\phi' n'} = \frac{I_n n_n}{I' n'}$$

$$n' = \frac{E' \cdot I_n \cdot N_n}{E_n \cdot I'} = \frac{224 \cdot 76.73 \cdot 750}{218.49 \cdot 40} = 1475rpm$$

$$\frac{M'}{M_n} = \frac{I'^2}{I_n^2} \Rightarrow M' = M_n \cdot \frac{I'^2}{I_n^2} \quad .ב.$$

$$M_n = \frac{975 \cdot P}{n} = \frac{975 \cdot 15}{750} = 19.5 Kgm$$

$$M' = 19.5 \cdot \frac{40^2}{76.73^2} = 5.3 Kgm$$

פתרון שאלה 106

חשב:	נתון:
$P_1 = ?$	.א. $U = 250V$
$I = ?$	.ב. $P_2 = 5.5HP$
$E = ?$	.ג. $\eta = 88\%$
$\Delta P_{const} = ?$	.ד. $R_e = 200\Omega$
	$R_a = 0.2\Omega$

$$P_2 = 5.5 \cdot 736 = 4048W \quad .א.$$

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta\%} \cdot 100 = \frac{4048 \cdot 100}{88} = 4600W$$

$$I = \frac{P_1}{U} = \frac{4600}{250} = 18.4A \quad .ב.$$

$$E = U - I_a \cdot R_a \quad .ג.$$

$$I_a = I - I_e$$

$$I_e = \frac{U_e}{R_e} = \frac{250}{200} = 1.25A$$

$$I_a = 18.4 - 1.25 = 17.15A$$

$$E = 250 - 17.15 \cdot 0.2 = 246.57V$$

$$\Sigma \Delta P = P_1 - P_2 = 4600 - 4048 = 552W \quad .ד.$$

$$\Delta P_{Cu_a} = I_a^2 \cdot R_a = 17.15^2 \cdot 0.2 = 58.82W$$

$$\Delta P_{Cu_e} = I_e^2 \cdot R_e = 1.25^2 \cdot 200 = 312.5W$$

$$\Delta P_{const} = \Sigma \Delta P - \Delta P_{Cu_a} - \Delta P_{Cu_e}$$

$$\Delta P_{const} = 552 - 58.82 - 312.5 = 180.68W$$

פתרון שאלה 107

נתון:

חשב:

$U = 230V$	א.	$R_{st} = ?$
$P_n = 8.4KW$	ב.	$n' = ?$
$n = 1450rpm$		
$\eta = 85\%$		
$R_a = 0.28$		
$R_e = 177\Omega$		
$I_{st} = 1.5I_n$		

$$I_n = \frac{P_n}{U \cdot \eta} = \frac{8400}{230 \cdot 0.85} = 42.97A \quad .א$$

$$I_{st} = 1.5I_n = 42.97 \cdot 1.5 = 64.45A$$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{230}{177} = 1.3A$$

$$I_{ast} = I_{st} - I_e = 64.45 - 1.3 = 63.15A$$

$$R_{st} = \frac{U - E}{I_{ast}} - R_a = \frac{230 - 0}{63.15} - 0.28 = 3.36\Omega \quad E = 0 \text{ בהתנעה}$$

$$\frac{n_n}{E_n} = \frac{n'}{E'} \quad .ב$$

$$E_n = U - I_a \cdot R_a = U - (I_n - I_e) \cdot R_a = 230 - (42.97 - 1.3) \cdot 0.28 = 218.33V$$

$$E' = U - (I_n - I_e) \cdot (R_a + R_{st}) = 230 - (42.97 - 1.3) \cdot (0.28 + 3.36) = 78.3212V$$

$$n' = \frac{n_n \cdot E'}{E_n} = \frac{1450 \cdot 78.32}{218.33} = 520rpm$$

פתרון שאלה 108

נתון:

חשב:

$P_2 = 24.3KW$	א.	$U = ?$
$\Delta P_{a,s} = 1.6KW$	ב.	$I_n = ?$
$\Delta P_p = 1.8KW$	ג.	$\eta_n = ?$
$\Delta P_{mech} = 1.3KW$	ד.	$\Delta P_{Fe} = ?$
$R_{a,s} = 0.36\Omega$	ה.	$n_n = ?$
$R_p = 98\Omega$		
$n_0 = 1120rpm$		
$\phi_T = 1.16\phi_0$		
$\Delta U_b = 2V$		

$$U = \sqrt{\Delta P_p \cdot R_p} = \sqrt{1800 \cdot 98} = 420V \quad .א$$

$$I_a = \sqrt{\frac{\Delta P_{a,s}}{R_{a,s}}} = \sqrt{\frac{1600}{0.36}} = 66.7 A \quad .ב.$$

$$I_p = \frac{U}{R_p} = \frac{420}{98} = 4.29 A \cong 4.3 A$$

$$I_n = I_a + I_p = 66.7 + 4.3 = 71 A$$

$$P_1 = UI_n = 420 \cdot 71 = 29820 W \quad .ג.$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{24300}{29820} \cdot 100 = 81.5\%$$

$$\begin{aligned} \Delta P_{Fe} &= P_1 - P_2 - \Delta P_{a,s} - \Delta P_p - \Delta P_{mech} - \Delta U_b I_a = \\ &= 29820 - 24300 - 1800 - 1600 - 1300 - 2 \cdot 66.7 = 687 W \\ \Delta P_{Fe} &= 687 W \quad .ד. \end{aligned}$$

$$C_e \phi_0 = \frac{U}{n_0} = \frac{420}{1120} = 0.375 \quad .ה.$$

$$C_e \phi_T = 1.16 C_e \phi_0 = 1.16 \cdot 0.375 = 0.435$$

$$n_n = \frac{U - I_a R_{a,s} - \Delta U_b}{C_e \phi_T} = \frac{420 - 66.7 \cdot 0.36 - 2}{0.435} = 906 rpm$$

פתרונות לנושא ג.1

פתרון שאלה 110

חשב:	נתון:
$E' = ?$	א. $2p=8, p=4$
$E'' = ?$	ב. $N=480T$ $n = 620rpm$ $\Phi = 25mWb$ $2a=2, a^I=1$ $2a=2p, a^{II}=p$

א.

$$Z = 2 \cdot N = 2 \cdot 480 = 960$$

$$K'_e = \frac{p \cdot Z}{60 \cdot a'} = \frac{4 \times 960}{60 \times 1} = 64$$

$$E' = K'_e \cdot \Phi \cdot n = 64 \cdot 25 \times 10^{-3} \times 620 = 992V$$

ב.

$$K''_e = \frac{p \cdot Z}{60 \cdot a''} = \frac{Z}{60} = \frac{960}{60} = 16$$

$$E'' = K''_e \cdot \Phi \cdot n = 16 \times 25 \times 10^{-3} \times 620 = 248V$$

פתרון שאלה 111

א. מהאופיין $E_a = 220V$; $I_A = 1.5A$

קו מקביל לחלק הישר של האופיין, שיעבור דרך $I_e = 0$, יחתוך את האופיין בנקודה B:

$$E_B = 190V ; I_B = 0.76A$$

$$R_e = \frac{E_A}{I_A} = \frac{220}{1.5} = 146.7\Omega$$

התנגדות סלילי העירור:

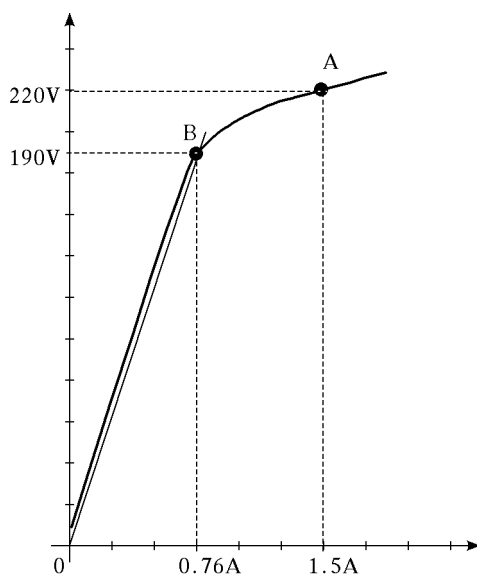
$$R_{cr} = R_e + R_{r_{max}} = \frac{E_B}{I_B} = \frac{190}{0.76} = 250\Omega$$

ב. התנגדות הקריטית:

המשך הפתרון בעמוד הבא.

ג. התנגדות מירבית של ריאוסטט העירור, המאפשרת עירור המחולל:

$$R_{r_{\max}} = R_{cr} - R_e = 250 - 146.7 = 103.3 \Omega$$



פתרון שאלה 112

נתון:

חשב:

א. $n = ?$
ב. $U = ?$

$p=3$
 $a=p=3$
 $S=24$
 $N=2$
 $\phi = 50mWb$
 $I_e = 2A$
 $R_a = 0.4\Omega$
 $I = 30A$

א. לפי אופיין הריקס:

$$Z = 2 \cdot S \cdot N = 2 \times 24 \times 2 = 96$$

$$I_e = 2A \Rightarrow E = 260V$$

$$K_e = \frac{p \cdot z}{60 \cdot a} = \frac{3 \times 96}{60 \times 3} = 1.6$$

$$n = \frac{E}{K_e \cdot \phi} = \frac{260}{1.6 \times 50 \cdot 10^{-3}} = 3,250 [r.p.m]$$

$$U = E - IR_a = 260 - 30 \cdot 0.4 = 248V$$

ב.

פתרון שאלה 113

נתון:

חשב:

$E = ?$	א.	$P = 28.6KW$
$R_a = ?$	ב.	$U = 220V$
$R_e = ?$	ג.	$n = 1400rpm$
		$\phi = 40mWb$
		$2p=4 ; p=2$
		$I_e = 2.7A$
		$2a=2 ; a=1$
		$Z=124$
		$\Delta U_b = 2V$

א.

$$K_e = \frac{p \cdot z}{60 \cdot a} = \frac{2 \times 124}{60 \times 1} = 4.133$$

$$E = K_e \cdot \phi \cdot n = 4.13 \cdot 40 \cdot 10^{-3} \cdot 1400 = 231.3V$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{28.6 \cdot 10^3}{220} = 130A$$

ב.

$$I_a = I + I_e = 130 + 2.7 = 132.7A$$

$$R_a = \frac{E - U - \Delta U_b}{I_a} = \frac{231.3 - 220 - 2}{132.7} = 0.07\Omega$$

$$R_e = \frac{U}{I_e} = \frac{220}{2.7} = 81.5\Omega$$

ג.

פתרון שאלה 114

נתון:

חשב:

$E = ?$	א.	$P = 6KW$
$\Delta P_{Cu} = ?$	ב.	$U = 120V$
$\Delta P_{mech+Fe} = ?$	ג.	$n = 1000rpm$
		$R_e = 75\Omega$
		$R_a = 80m\Omega$
		$\Delta U_b = 0.87V$
		$\eta = 78\%$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{120}{75} = 1.6A$$

א.

$$I = \frac{P}{U} = \frac{6 \cdot 10^3}{120} = 50A$$

$$I_a = I + I_e = 50 + 1.6 = 51.6A$$

$$E = U + I_a R_a + \Delta U_b = 120 + 51.6 \cdot 0.08 + 0.87 = 125V$$

$$\Delta P_{Cu} = \Delta P_{Cu_a} + \Delta P_{Cu_e} = I_a^2 R_a + I_e^2 R_e = 51.6^2 \cdot 0.08 + 1.6^2 \cdot 75 = 405W \quad .ב.$$

$$P_1 = \frac{P}{\eta} = \frac{6000}{0.78} = 7692W$$

$$\Delta P_{mech+Fe} = P_1 - P - \Delta P_{Cu} - \Delta P_b = 7692 - 6000 - 405 - 0.87 \cdot 51.6 = 1242W \quad .ג.$$

פתרון שאלה 115

חשב:	נתון:
$I = ?$	$\Delta P_{Cu_a} = 72W$
$U = ?$	$\Delta P_{Cu_e} = 110W$
$P_1 = ?$	$\Delta P_{Fe+mech} = 130W$
$\eta = ?$	$R_e = 90.9\Omega$
	$R_a = 0.2\Omega$

$$I_a = \sqrt{\frac{\Delta P_{Cu_a}}{R_a}} = \sqrt{\frac{72}{0.2}} = 18.97A \quad .א.$$

$$I_e = \sqrt{\frac{\Delta P_{Cu_e}}{R_e}} = \sqrt{\frac{110}{90.9}} = 1.1A$$

$$I = I_a - I_e = 18.97 - 1.1 = 17.87A$$

$$U = I_e R_e = 1.1 \cdot 90.9 = 100V \quad .ב.$$

$$P_2 = IU = 17.87 \cdot 100 = 1787W \quad .ג.$$

$$P_1 = P_2 + \Delta P_{Cu_a} + \Delta P_{Cu_e} + \Delta P_{mech+Fe} = 1787 + 72 + 110 + 130 = 2099W$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{1787}{2099} \cdot 100 = 85.1\% \quad .ד.$$

פתרון שאלה 116

חשב:	נתון:
$\phi = ?$	$2p=4 ; p=2$
	$2a=2p ; a=p$
	$S=32$
	$N_S=4$
	$n = 1000rpm$
	$R_{l_a} = 0.6\Omega$
	$R_e = 110\Omega$
	$P = 25.3KW$
	$U = 220V$
	$\Delta U_b = 2V$

$$Z = 2 \cdot N_s \cdot S = 2 \times 4 \times 32 = 256$$

$$K_e = \frac{p \cdot z}{60 \cdot a} = \frac{z}{60} = \frac{250}{60} = 4.267$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{25.3 \cdot 10^3}{220} = 115A$$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{220}{110} = 2A$$

$$I_a = I + I_e = 115 + 2 = 117A$$

$$R_a = \frac{R_{1a}}{2a} = \frac{0.6}{4} = 0.15\Omega$$

$$E = U + I_a R_a + U_b = 220 + 117 \cdot 0.15 + 2 = 239.6V$$

$$\phi = \frac{E}{K_e \cdot n} = \frac{239.6}{4.27 \cdot 1000} = 56.1 \cdot 10^{-3} Wb$$

פתרון שאלה 117

חשב:	נתון:
$E = ?$	א. $P = 14.7KW$
$R_a = ?$	ב. $U = 220V$
	$n = 700rpm$
	$p = 2$
	$2a=2 ; a=1$
	$Z=192$
	$R_e = 116\Omega$
	$\phi = 51mWb$
	$\Delta U_b = 2V$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{14.7 \cdot 10^3}{220} = 66.8A$$

א.

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{220}{116} = 1.9A$$

$$I_a = I + I_e = 66.8 + 1.9 = 68.7A$$

$$K_e = \frac{p \cdot z}{60 \cdot a} = \frac{2 \times 192}{60 \cdot 1} = 6.4$$

$$E = K_e \cdot \phi \cdot n = 6.4 \cdot 51 \cdot 10^{-3} \cdot 700 = 228.5V$$

$$R_a = \frac{E - U - \Delta U_b}{I_a} = \frac{228.5 - 220 - 2}{68.7} = 0.0946\Omega$$

ב.

פתרון שאלה 118

נתון:	חשב:
$I = 40A$	א. $R = ?$
$U = 220V$	ב. $P = ?$
$\Delta U_b = 2V$	ג. $E = ?$
$\eta_{el} = 90\%$	ד. $R_{ae} = ?$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{40} = 5.5\Omega \quad .א$$

$$P = UI = 220 \cdot 40 = 8800W \quad .ב$$

$$P_{em} = \frac{P_2}{\eta_{el}} \cdot 100 = \frac{8800}{90} \cdot 100 = 9778W \quad .ג$$

$$E = \frac{P_{em}}{I} = \frac{9778}{40} = 244.4V$$

$$R_{ae} = \frac{E - U - \Delta U_b}{I} = \frac{244.4 - 220 - 2}{40} = 0.56\Omega \quad .ד$$

פתרון שאלה 119

נתון:	חשב:
$P = 6.6KW$	א. $\Delta P_{Cu} = ?$
$U = 120V$	ב. $\eta_{el} = ?$
$n = 854rpm$	ג. $2p = ?$
$\Delta U_b = 1.75$	
$R_a = 0.15\Omega$	
$R_s = 0.2\Omega$	
$\phi = 55.1mWb$	
$2a = 2$	
$Z = 90$	

$$I = \frac{P}{U} = \frac{6600}{120} = 55A \quad .א$$

$$\Delta P_{Cu} = I^2(R_a + R_s) = 55^2(0.15 + 0.2) = 1059W$$

$$E = U + I(R_a + R_s) + \Delta U_b = 120 + 55(0.15 + 0.2) + 1.75 = 141V \quad .ב$$

$$\eta_{el} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \cdot 100\% = \frac{I \cdot U}{I \cdot E} \cdot 100\% = \frac{U}{E} \cdot 100 = \frac{120}{141} \cdot 100 = 85.1\%$$

$$Ke = \frac{E}{\phi \cdot n} = \frac{141}{55.1 \cdot 10^{-3} \cdot 854} = 3 \quad .ג$$

$$K_e = \frac{p \cdot z}{60a}$$

$$p = \frac{60 \cdot a \cdot K_e}{z} = \frac{60 \cdot 1 \cdot 3}{90} = 2$$

$$2p = 4$$

פתרון שאלה 120

חשב:	נתון:
א. $E = ?$	$P = 8.1KW$
ב. $n = ?$	$U = 220V$
ג. $\eta_{el} = ?$	$2a = 2p ; a=p$ כריכות $N=144T$ $\phi = 30mWb$ $R_a = 110m\Omega$ $R_{es} = 90m\Omega$ $\Delta U_b = 1.64V$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{8.1 \cdot 10^3}{220} = 36.8A \quad .א.$$

$$E = U + I(R_a + R_{es}) + \Delta U_b = 220 + 36.8(0.11 + 0.09) + 1.64 = 229V$$

$$Z = 2 \cdot N = 2 \times 144 = 288 \quad .ב.$$

$$K_e = \frac{p \cdot z}{60 \cdot a} = \frac{z}{60} = \frac{288}{60} = 4.8$$

$$n = \frac{E}{K_e \phi} = \frac{229}{4.8 \cdot 30 \cdot 10^{-3}} = 1,590 [r.m.p]$$

$$P_{em} = EI = 229 \cdot 36.8 = 8427W \quad .ג.$$

$$\eta_{el} = \frac{P}{P_{em}} \cdot 100 = \frac{8100}{8427} \cdot 100 = 96.1\%$$

פתרון שאלה 121

חשב:	נתון:
א. $E = ?$	$M_1 = 490Nm$
ב. $\Delta P_{a+es} = ?$	$n = 1400rpm$
ג. $\Delta P_{ep} = ?$	$I = 300A$
ד. $\Delta P_{Fe+mech} = ?$	$R = 0.733\Omega$
ה. $\eta = ?$	$R_a + R_{es} = 24.5m\Omega$ $R_{ep} = 110\Omega$ $\Delta U_b = 2.6V$

$$U = IR = 300 \cdot 0.733 = 220V \quad .א$$

$$I_{ep} = \frac{U}{R_{ep}} = \frac{220}{110} = 2A$$

$$I_a = I + I_{ep} = 300 + 2 = 302A$$

$$E = U + I_a(R_a + R_{es}) + \Delta U_b = 220 + 302 \cdot 24.5 \cdot 10^{-3} + 2.6 = 230V$$

$$\Delta P_{a+es} = I_a^2(R_a + R_{es}) = 302^2 \cdot 24.5 \cdot 10^{-3} = 2235W \quad .ב$$

$$\Delta P_{ep} = UI_{ep} = 220 \cdot 2 = 440W \quad .ג$$

$$P_2 = UI = 220 \cdot 300 = 66000W \quad .ד$$

$$P_1 = \frac{\pi}{30} n M_1 = \frac{\pi}{30} \cdot 1400 \cdot 490 = 71838W$$

$$\Delta P_{mech+Fe} = P_1 - P_2 - \Delta P_{a+es} - \Delta P_{ep} - U_b I_a =$$

$$= 71838 - 66000 - 2235 - 440 - 2.6 \cdot 302 = 2378W$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{66000}{71838} \cdot 100 = 91.8\% \quad .ה$$

פתרון שאלה 122

חשב:	נתון:
$I = ?$	$M_1 = 26Kgm$
$R_{a,es} = ?$	$n = 840rpm$
$E = ?$	$U = 220V$
	$\Delta U_b = 2V$
	$\eta = 87\%$
	$R_{ep} = 66.5\Omega$
	$\Delta P_{mech+Fe} = 1.1KW$

$$P_1 = \frac{\pi}{30} \cdot n M_1 = \frac{\pi}{30} \cdot 840 \cdot 26 \cdot 9.81 = 22436W \quad .א$$

$$P_2 = \eta P_1 = \frac{87}{100} \cdot 22436 = 19520W$$

$$I = \frac{P_2}{U} = \frac{19520}{220} = 88.7A$$

$$I_{ep} = \frac{U}{R_{ep}} = \frac{220}{66.5} = 3.3A \quad .ב$$

$$I_a = I + I_{ep} = 88.7 + 3.3 = 92A$$

$$\Delta P_{a,es} = P_1 - P_2 - \Delta P_{mech+Fe} - UI_{ep} - \Delta U_b I_a =$$

$$= 22436 - 19520 - 1100 - 220 \cdot 3.3 - 2 \cdot 92 = 906W$$

$$R_{a,es} = \frac{\Delta P_{a,es}}{I_a^2} = \frac{906}{92^2} = 0.107 \Omega$$

$$E = U + I_a R_{a,es} + \Delta U_b = 220 + 92 \cdot 0.107 + 2 = 231.8V \quad .ג.$$

פתרון שאלה 123

נתון:	חשב:
$P = 16.75KW$	א. $E = ?$
$U = 250V$	ב. $\eta = ?$
$n = 1200rpm$	ג. $M_1 = ?$
$R_{a,es} = 116m\Omega$	
$R_{ep} = 125\Omega$	
$\Delta U_b = 2V$	
$\Delta P_{mech+Fe} = 1260W$	

$$I = \frac{P}{U} = \frac{16750}{250} = 67A \quad .א.$$

$$I_{ep} = \frac{U}{R_{ep}} = \frac{250}{125} = 2A$$

$$I_a = I + I_{ep} = 67 + 2 = 69A$$

$$E = U + I_a R_{a,es} + \Delta U_b = 250 + 69 \cdot 0.116 + 2 = 260V$$

$$\Delta P_{a,es} = I_a^2 R_{a,es} = 69^2 \cdot 0.116 = 552W \quad .ב.$$

$$\Delta P_{ep} = I_{ep}^2 R_{ep} = 2^2 \cdot 125 = 500W$$

$$\Delta P_b = \Delta U_b \cdot I_a = 2 \cdot 69 = 138W$$

$$P_1 = P + \Delta P_{a,es} + \Delta P_{ep} + \Delta P_b + \Delta P_{mech+Fe} = 16750 + 552 + 500 + 138 + 1260 = 19200W$$

$$\eta = \frac{P}{P_1} \cdot 100\% = \frac{16750}{19200} \cdot 100 = 87.2\%$$

$$M_1 = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P_1}{n} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{19200}{1200} = 152.8Nm \quad .ג.$$

פתרון שאלה 124

נתון:	חשב:
$Z=300$	א. $\begin{cases} E = ? \\ a = 1 \end{cases}$
$n=1600$	
$\phi = 0.1Wb$	ב. $\begin{cases} E = ? \\ p = a \end{cases}$
$2p=4 ; p=2$	

קבוע המכונה:

$$K_e = \frac{p \cdot z}{60 \cdot a} = \frac{2 \cdot 300}{60 \cdot 1} = 10$$

א. $E = K_e \cdot \phi \cdot n = 10 \times 0.1 \times 1600 = 1,600V$

ב. $E = \frac{Z}{60} \cdot \phi \cdot n = \frac{300}{60} \cdot 0.1 \cdot 1600 = 800V$

פתרון שאלה 125

נתון:	חשב:
נתוני המנוע:	$P_{RL} = ?$
$n_1 = 1000rpm$	
$s = 3\%$	
נתוני הגנרטור:	
$K_e = 5$	
$\phi = 0.02Wb$	
$R_a = 0.07\Omega$	
$R_e = 90\Omega$	
$U = 90V$	

 n_2 גנרטור = מנוע אסינכרוני

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100$$

$$n_2 = -\frac{s \cdot n_1}{100} + n_1 = 1000 - \frac{3 \cdot 1000}{100} = 970rpm$$

$$E = K_e \phi \cdot n = 5 \cdot 0.02 \cdot 970 = 97V$$

$$I_a = \frac{E - U}{R_a} = \frac{97 - 90}{0.07} = 100A$$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{90}{90} = 1A$$

$$I = I_a - I_e = 100 - 1 = 99A$$

$$P_{RL} = I \cdot U = 99 \cdot 90 = 8910W$$

פתרון שאלה 126

נתון:

גנרטור בעירור טורי

$E_1 = 5V$

$I_2 = 20A; E_2 = 40V$

$I_3 = 30A; E_3 = 60V$

$I_4 = 60A; E_4 = 78V$

$R_a = 0.3\Omega; R_e = 1\Omega$

חשב:

$U_1 = ?$

$U_2 = ?$

$U_3 = ?$

$U_4 = ?$

בנה גרף של המתח בתלות בזרם והסבר.

ב. הסבר מדוע עולה הכא"מ בכל פעם שמגדילים את זרם העומס.

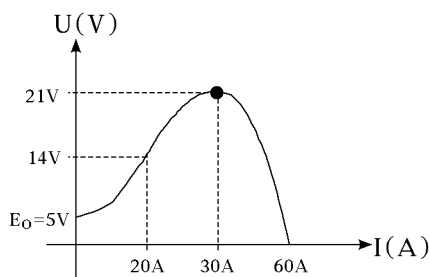
$$U = E - I(R_e + R_a)$$

$$U_1 = 5V$$

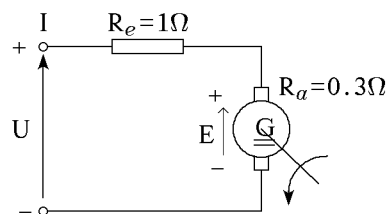
$$U_2 = 40 - 20 \cdot 1.3 = 14V$$

$$U_3 = 60 - 30 \cdot 1.3 = 21V$$

$$U_4 = 78 - 60 \cdot 1.3 = 0V$$



א.



הסבר:

בריקס אין זרם ולכן אין גם זרם דרך העירור (עירור טורי). לכן הכא"מ שנוצר הוא כא"מ שיורי מהמגנטיות השוורית (5V במקרה הזה). ככל שנגביר את הזרם, הכא"מ יגדל, אך גם מפל המתח יגדל (כיוון שיש מפל מתח גם בסלילי הרוטור וגם בסליל העירור) לכן נקבל את הגרף הזה.

ב. $E = K_e \phi n$ בגנרטור כאשר מהירות הסיבוב (n) קבועה וקבוע המכונה (K_e) קבוע. ככל שנגדיל את העומס, יגדל הזרם ויגדיל את השטף המגנטי (ϕ). זאת כיוון שהעירור נמצא בטור לעומס – לכן הכא"מ יגדל עם הגדלת הזרם.

פתרון שאלה 127

נתון:

$I = 170A$

$I_e = 2A$

$R_e = 50\Omega$

$U = 400V$

$R_a = 0.08\Omega$

חשב:

$E = ?$

$\Delta P_{Cu_e} = ?$

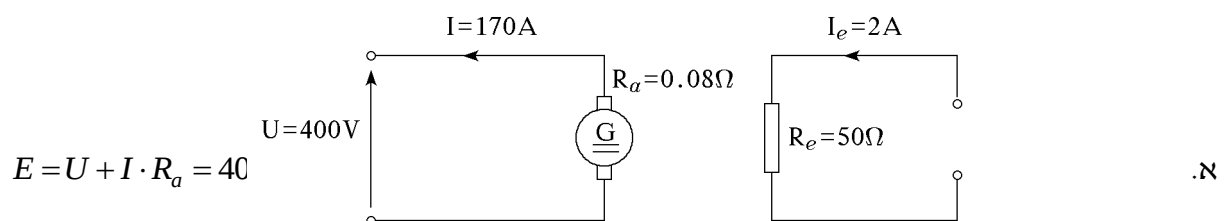
$\Delta P_{Cu_a} = ?$

$P_1 = ?$

$\Delta P_{Fe} = 700W$

$\Delta P_{mec} = 300W$

$\eta\% = ?$



$$\Delta P_{Cu} = \Delta P_{Cu_a} + \Delta P_{Cu_e} = I^2 \cdot R_a + I_e^2 \cdot R_e = 170^2 \cdot 0.08 + 2^2 \cdot 50 = 2512W \quad .ב.$$

$$P_{out} = I \cdot U = 170 \cdot 400 = 68000W \quad .ג.$$

$$P_{in} = P_{out} + \Delta P_{Cu} + \Delta P_{Fe} + \Delta P_{mech} = 68000 + 2512 + 700 + 300 = 71512W$$

$$\eta = \frac{P_{out} \cdot 100}{P_{in}} = \frac{68000 \cdot 100}{71512} = 95.1\% \quad .ד.$$

פתרון שאלה 128

נתון:

חשב:

$$\begin{cases} \phi_1 = ? \\ n_1 = 1200rpm \\ \phi_2 = ? \\ n_2 = 1150rpm \\ \phi_3 = ? \\ n_3 = 1250rpm \end{cases}$$

$$\begin{array}{ll} \text{א.} & p = 6 \\ & N = 180 \\ \text{ב.} & (2a = 2) \quad \text{ליפוף גלי פשוט} \\ & E = 250V \end{array}$$

ג.

$$\phi = \frac{E}{K_e \cdot n}$$

$$K_e = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} = \frac{12 \cdot 180}{2 \cdot 60} = 18$$

$$\phi_1 = \frac{E}{K_e \cdot n_1} = \frac{250}{18 \cdot 1200} = 0.01157Wb = 11.57mWb \quad .א.$$

$$\phi_2 = \frac{E}{K_e \cdot n_2} = \frac{250}{18 \cdot 1150} = 0.01208Wb = 12.08mWb \quad .ב.$$

$$\phi_3 = \frac{E}{K_e \cdot n_3} = \frac{250}{18 \cdot 1250} = 0.0111Wb = 11.11mWb \quad .ג.$$

פתרון שאלה 129

נתון:

חשב:

$$\begin{cases} N_1 = ? \\ \text{ליפוף גלי פשוט} \\ N_2 = ? \\ \text{ליפוף עניבה פשוט} \end{cases}$$

$$\begin{array}{ll} \text{א.} & \text{גנרטור DC} \\ & 2p = 4 \\ \text{ב.} & n = 1250rpm \\ & I = 80A \\ & U = 150V \\ & \phi = 9mWb \\ & R_a = 0.13\Omega \end{array}$$

$$E = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} \cdot \phi \cdot n ; \quad N = \frac{E \cdot 2a \cdot 60}{2p \cdot \phi \cdot n}$$

$$E = U + R_a \cdot I_a = 150 + 0.13 \cdot 80 = 160.4V$$

$$N_1 = \frac{E \cdot 2a \cdot 60}{2p \cdot \phi \cdot n} = \frac{160.4 \cdot 2 \cdot 60}{4 \cdot 9 \cdot 10^{-3} \cdot 1250} = 428 \quad \text{א. מספר המוליכים בליפוף גלי (2a = 2) :}$$

$$N_2 = \frac{E \cdot 2a \cdot 60}{2p \cdot \phi \cdot n} = \frac{160.4 \cdot 2 \cdot 60}{9 \cdot 10^{-3} \cdot 1250} = 856 \quad \text{ב. מספר המוליכים בליפוף עניבה פשוט (2a = 2p) :}$$

פתרון שאלה 130

חשב:	נתון:
א. $E_1 = ?$	גנרטור בעירור נפרד
ב. $E_0 = ?$	$R_a = 0.5\Omega$
	$n_1 = 750rpm$
	$U_1 = 230V$
	$I_1 = 50A$
	$n_0 = 820rpm$ בריקס

$$E_1 = U_1 + R_a \cdot I_1 = 230 + 0.5 \cdot 50 = 255V \quad \text{א.}$$

$$1) \quad E_1 = K_e \cdot n_1 \cdot \phi \quad \text{ב.}$$

$$2) \quad E_0 = K_e \cdot \phi \cdot n_0 \quad \text{בהנחה שהשטף המגנטי אינו משתנה :}$$

$$\frac{E_1}{E_0} = \frac{K_e \cdot \phi \cdot n_1}{K_e \cdot \phi \cdot n_0} = \frac{n_1}{n_0} \quad \text{נחלק נוסחה 1 בנוסחה 2 ונקבל :}$$

$$E_0 = \frac{E_1 \cdot n_0}{n_1} = \frac{255 \cdot 820}{750} = 278.8V$$

פתרון שאלה 131

חשב:	נתון:
$\begin{cases} U_2 = ? \\ n_2 = 640rpm \end{cases}$	גנרטור בעירור נפרד
	$n_1 = 860rpm$
	$R_a = 0.42\Omega$
	$R = 4.5\Omega$
	$U_1 = 180V$

$$E = U + R_a \cdot I$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R} = \frac{180}{4.5} = 40A$$

$$U_1 = E_1 - R_a \cdot I \quad ; \quad E_1 = U_1 + R_a \cdot I_1 = 180 + 0.42 \cdot 40 = 196.8V$$

בהנחה שהשטף המגנטי אינו משתנה :

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{K_e \cdot \phi \cdot n_1}{K_e \cdot \phi \cdot n_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad \frac{196.8}{E_2} = \frac{860}{640} \quad E_2 = \frac{196.8 \cdot 640}{860} = 146.45V$$

$$1) \quad U_2 = E_2 - R_a \cdot I_2$$

$$2) \quad I_2 = \frac{U_2}{R}$$

נציב נוסחה 2 בנוסחה 1 ונקבל :

$$U_2 = E_2 - R_a \cdot \frac{U_2}{R} = 146.45 - 0.42 \cdot \frac{U_2}{4.5} = 146.45 - 0.0933 \cdot U_2$$

$$U_2 + 0.0933U_2 = 146.45 \quad ; \quad U_2 \cdot (1 + 0.0933) = 146.45$$

$$U_2 = \frac{146.45}{1.0933} = 133.95V$$

פתרון שאלה 132**חשב:**

$$E = ?$$

נתון:

גנרטור בעירור זר

$$I_1 = 10A$$

$$U_1 = U_0 - 3.2\%U_0$$

$$R_a = 0.68\Omega$$

$$U_0 = E$$

$$U_1 = U_0 - I_a \cdot R_a = U_0 - \frac{3.2}{100}U_0$$

$$I_a \cdot R_a = \frac{3.2}{100}U_0$$

$$R_a \cdot I_a = 0.68 \cdot 10 = 6.8V$$

$$3.2\% \cdot U_0 = 6.8V$$

$$\frac{3.2}{100} \cdot U_0 = 6.8$$

$$U_0 = \frac{6.8 \cdot 100}{3.2} = 212.5V = E$$

פתרון שאלה 133

חשב:	נתון:
$E = ?$	גנרטור בעירור זר
	$I_1 = 15A$
	$U_1 = U_2 - 0.5\%U_2$
	$U_2 \Rightarrow I_2 = 12A$
	$R_a = 0.46\Omega$

$$E = U_1 + R_a \cdot I$$

$$E = U_2 + R_a \cdot I_2$$

$$U_2 - 0.5\%U_2 + R_a I_1 = U_2 + R_a \cdot I_2$$

$$U_2 - \frac{0.5}{100} \cdot U_2 + 0.46 \cdot 15 = U_2 + 0.46 \cdot 12$$

$$0.46 \cdot 15 - 0.46 \cdot 12 = 0.005U_2$$

$$16.9 - 5.52 = 0.005U_2$$

$$1.38 = 0.005 \cdot U_2$$

$$U_2 = \frac{1.38}{0.005} = 276V$$

$$E = U_2 + R_a \cdot I_2 = 2116 + 0.46 \cdot 12 = 2121.52V$$

פתרון שאלה 134

חשב:	נתון:
$I = ?$	גנרטור מקבילי
$I_a = ?$	$P_2 = 55KW$
$E = ?$	$U = 230V$
$R_a = ?$	$n = 940rpm$
$R_e = ?$	$\phi = 12mWb$
	$N = 640$ מוליכים
	$(2a = 2)$ ליפוף גלי
	$2p = 4$
	$I_e = 3.7A$

$$P_2 = U \cdot I \quad .א.$$

$$I = \frac{P_2}{U} = \frac{55000}{230} = 239.13A$$

$$I_a = I + I_e = 239.13 + 3.7 = 242.83A \quad .ב.$$

$$E = \frac{2p}{2a} \cdot \frac{N}{60} \cdot n \cdot \phi = \frac{4}{2} \cdot \frac{640}{60} \cdot 940 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 240.64V \quad .ג.$$

$$E = U + R_a \cdot I_a \quad .ד.$$

$$R_a = \frac{E - U}{I_a} = \frac{240.64 - 230}{242.83} = 0.04382\Omega = 43.82m\Omega$$

$$R_e = \frac{U}{I_e} = \frac{230}{3.7} = 62.16\Omega \quad \text{ה.}$$

פתרון שאלה 135

חשב:	נתון:
א. $I_e = ?$	$U = 230V$
ב. $I_a = ?$	$I = 400A$
ג. $E = ?$	$\eta = 85\%$
ד. $P_1 = ?$	$R_a = 8m\Omega$
ה. $\Delta P_{Cu_a} = ?$	$R_e = 40\Omega$
ו. $\Delta P_{Cu_e} = ?$	
ז. $\Delta P_{mech} = ?$	
ח. $P_{em} = ?$	

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{230}{40} = 5.75A \quad \text{א.}$$

$$I_a = I + I_e = 400 + 5.75 = 405.75A \quad \text{ב.}$$

$$E = U + R_a \cdot I_a = 230 + 0.008 \cdot 405.75 = 233.246V \quad \text{ג.}$$

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{U \cdot I}{\eta} = \frac{230 \cdot 400}{0.85} = \frac{92000}{0.85} = 108.235KW \quad \text{ד.}$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I_a^2 = 0.008 \cdot 405.75^2 = 1317.06W \quad \text{ה.}$$

$$\Delta P_{Cu_e} = R_e \cdot I_e^2 = 40 \cdot 5.75^2 = 1322.5W \quad \text{ו.}$$

$$\Delta P_{mech} = \sum \Delta P - (\Delta P_{Cu_a} + \Delta P_{Cu_e}) \quad \text{ז.}$$

$$\sum \Delta P = P_1 - P_2 = 108.235 - 92 = 16.235KW$$

$$\Delta P_{mech} = 16235 - (1317.06 + 1322.5) = 13595W \cong 13.6KW$$

$$P_{em} = E \cdot I_a = 233.246 \cdot 405.75 = 94639.56W \cong 94.64KW$$

פתרון שאלה 136

חשב:	נתון:
------	-------

$I_e = ?$	א.	גנרטור מקבילי
$I_a = ?$	ב.	$P_2 = 16KW$
$E = ?$	ג.	$U = 230V$
$\Delta P_{Cu_e} = ?$	ד.	$R_a = 0.125\Omega$
$\Delta P_{Cu_a} = ?$	ה.	$R_e = 150\Omega$
$P_{a(em)} = ?$	ו.	

$$I_e = \frac{U}{R_a} = \frac{230}{150} = 1.533A \quad \text{א.}$$

$$I = \frac{P_2}{U} = \frac{16000}{230} = 69.565A \quad \text{ב.}$$

$$I_a = I + I_e = 69.565 + 1.533 = 71.1A$$

$$E = U + R_a \cdot I_a = 230 + 0.125 \cdot 71.1 = 238.89V \quad \text{ג.}$$

$$\Delta P_{Cu_e} = R_e \cdot I_e^2 = 150 \cdot 1.533^2 = 325.5W \quad \text{ד.}$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I_a^2 = 0.125 \cdot 71.1^2 = 631.9W \quad \text{ה.}$$

$$P_{a(em)} = 238.89 \cdot 71.1 = 16985W \quad \text{ו.}$$

פתרון שאלה 137

חשב:	נתון:
------	-------

$I_e = ?$	א.	גנרטור מקבילי
$I_a = ?$	ב.	$P_2 = 15KW$
$E = ?$	ג.	$U = 200V$
$\Delta P_{Cu_a} = ?$	ג.	$R_e = 185\Omega$
$\Delta P_{Cu_e} = ?$	ה.	$R_a = 0.18\Omega$
$\Delta P_{ad} = ?$	ו.	$\eta = 87\%$
$P_{a(em)} = ?$	ז.	
$P_{1(HP)} = ?$	ח.	

$$I_e = \frac{U_e}{R_e} = \frac{200}{185} = 1.08A \quad .א.$$

$$I_a = I + I_e = 75 + 1.08 = 76.08A \quad .ב.$$

$$I = \frac{P_2}{U} = \frac{15000}{200} = 75A$$

$$E = U + R_a \cdot I_a = 200 + 0.18 \cdot 76.08 = 213.69V \quad .ג.$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I_a^2 = 0.18 \cdot 76.08^2 = 1041.87W \quad .ד.$$

$$\Delta P_{Cu_e} = R_e \cdot I_e^2 = 185 \cdot 1.08^2 = 215.784W \quad .ה.$$

$$\Delta P_{ad} = \Delta P_{Fe} + \Delta P_{mech} = \Sigma \Delta P - (\Delta P_{Cu_a} + \Delta P_{Cu_e}) \quad .ו.$$

$$\Sigma \Delta P = P_1 - P_2 = \frac{P_2}{\eta} - P_2 = \frac{15000}{0.87} - 15000 = 2241.38W$$

$$\Delta P_{ad} = 2241.38 - (1041.87 + 215.784) = 983.72W$$

$$P_{a(em)} = E \cdot I_a = 213.69 \cdot 76.08 = 16257.54W \quad .ז.$$

$$P_{1(HP)} = \frac{P_2}{\eta} = \frac{15000}{736 \cdot 0.87} = 23.43HP \quad .ח.$$

פתרון שאלה 138

נתון:	חשב:
גנרטור מקבילי	.א. $E = ?$
$U = 280V$	.ב. $\Delta P_{Cu_a} = ?$
$I = 120A$	.ג. $\Delta P_{Cu_e} = ?$
$\Delta P_{ad} = 2900W$	.ד. $P_{1(HP)} = ?$
$R_a = 50m\Omega$	.ה. $\eta = ?$
$R_e = 40\Omega$	

$$E = U + R_a \cdot I_a \quad ; \quad I_a = I + I_e \quad ; \quad I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{280}{40} = 7A \quad ; \quad I_a = 120 + 7 = 127A \quad .א.$$

$$E = U + R_a \cdot I_a = 280 + 0.05 \cdot 127 = 286.35V$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I_a^2 = 0.05 \cdot 127^2 = 806.45W \quad .ב.$$

$$\Delta P_{Cu_e} = R_e \cdot I_e^2 = 40 \cdot 7^2 = 1960W \quad .ג.$$

$$P_1 = P_2 + \sum \Delta P \quad .ד$$

$$P_2 = U \cdot I = 280 \cdot 120 = 33600W$$

$$\sum \Delta P = \Delta P_{ad} + \Delta P_{Cu_a} + \Delta P_{Cu_e} = 2900 + 806.45 + 1960 = 5666.45W$$

$$P_1 = P_2 + \sum \Delta P = 33600 + 5666.45 = 39.266KW = 39.266 \cdot 1.36 = 53.4HP$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{33.6 \cdot 100}{39.266} = 85.57\% \quad .ה$$

פתרון שאלה 139

חשב:	נתון:
$I_e = ?$	א. גנרטור מקבילי
$I_a = ?$	ב. $n = 850rpm$
$\Delta P_{Cu_e} = ?$	ג. $P_2 = 40KW$
$\Delta P_{Cu_a} = ?$	ד. $U = 230V$
$\Delta P_{Fe} + \Delta P_{חיכוך}$	ה. $R_a = 80m\Omega$
$M_1 = ?$	ו. $R_e = 85\Omega$
$E = ?$	ז. $\eta = 90\%$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{230}{85} = 2.706 \cong 2.71A \quad .א$$

$$I_a = I + I_e \quad ; \quad I = \frac{P_2}{U} = \frac{40000}{230} = 173.91A \quad ; \quad I_a = 2.71 + 173.91 = 176.62A \quad .ב$$

$$\Delta P_{Cu_e} = R_e \cdot I_e^2 = 85 \cdot 2.706^2 = 622.4W \quad .ג$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I_a^2 = 0.08 \cdot 176.62^2 = 2495.57W \quad .ד$$

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{40}{0.9} = 44.444KW \quad .ה$$

$$\sum \Delta P = P_1 - P_2 = 44.444 - 40 = 4.444KW$$

$$\Delta P_{Fe} + \Delta P_{חיכוך} = \sum \Delta P - (\Delta P_{Cu_e} + \Delta P_{Cu_a}) = 4444 - (622.4 + 2495.57) = 1326.03W$$

$$M_1 = \frac{P_1 \cdot 975}{n} = \frac{44.444 \cdot 975}{850} = 50.98Kgm \quad .ו$$

$$E = U + R_a \cdot I_a = 230 + 0.08 \cdot 176.62 = 244.13V \quad .ז$$

פתרון שאלה 140

נתון:	חשב:
גנרטור מקבילי	א. $I_e = ?$
$U = 250V$	ב. $I_a = ?$
$R_e = 146\Omega$	ג. $E = ?$
$R_a = 0.24\Omega$	ד. $\Delta P_{Cu_e} = ?$
$\eta = 82\%$	ה. $P_2 = ?$
$\Delta P_{Cu_a} = 1.6KW$	ו. $\Delta P_{ad} = ?$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{250}{146} = 1.71A \quad .א.$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I_a^2 \quad ; \quad I_a = \sqrt{\frac{\Delta P_{Cu_a}}{R_a}} = \sqrt{\frac{1600}{0.24}} = 81.65A \quad .ב.$$

$$E = U + R_a \cdot I_a = 250 + 0.24 \cdot 81.65 = 269.6V \quad .ג.$$

$$\Delta P_{Cu_e} = R_e \cdot I_e^2 = 146 \cdot 1.71^2 = 427W \quad .ד.$$

$$P_2 = UI \quad ; \quad I = I_a - I_e = 81.65 - 1.71 = 79.94A \quad ; \quad P_2 = UI = 250 \cdot 79.94 = 19985W \quad .ה.$$

$$\Delta P_{ad} = \Sigma \Delta P - (\Delta P_{Cu_a} + \Delta P_{Cu_e}) \quad .ו.$$

$$\Sigma \Delta P = P_1 - P_2 = \frac{P_2}{\eta} - P_2 = \frac{19985}{0.82} - 19985 = 24372 - 19985 = 4387W$$

$$\Delta P_{ad} = 4387 - (1600 + 427) = 2360W$$

פתרון שאלה 141

נתון:	חשב:
גנרטור מקבילי	א. $I_e = ?$
$P_2 = 21KW$	ב. $I_a = ?$
$U = 128V$	ג. $E = ?$
$R_a = 0.03\Omega$	ד. $P_{a(em)} = ?$
$\Delta P_{Cu_e} = 270W$	ה. $R_e = ?$
$\Delta P_{ad} = 420W$	ו. $\Delta P_{Cu_a} = ?$
	ז. $P_1 = ?$
	ח. $\eta = ?$

$$\Delta P_{Cu_e} = U \cdot I_e \quad ; \quad I_e = \frac{\Delta P_{cue}}{U} = \frac{270}{128} = 2.11A \quad .א$$

$$I_a = I + I_e \quad ; \quad I = \frac{P_2}{U} = \frac{21000}{128} = 164.05A \quad ; \quad I_a = 164.06 + 2.11 = 166.17A \quad .ב$$

$$E = U + R_a \cdot I_a = 128 + 0.03 \cdot 166.17 = 132.99V \quad .ג$$

$$P_{a(em)} = E \cdot I_a = 132.99 \cdot 166.17 = 22098.94W \quad .ד$$

$$R_e = \frac{U}{I_e} = \frac{128}{2.11} = 60.66\Omega \quad .ה$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I_a^2 = 0.03 \cdot 166.17^2 = 828.374W \quad .ו$$

$$P_1 = P_a + \Delta P_{ad} = 22098.94 + 420 = 22518.94W \quad .ז$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{21000 \cdot 100}{22518.94} = 93.255\% \quad .ח$$

פתרון שאלה 142

חשב:	נתון:
$P_{1(HP)} = ?$	גנרטור מקבילי
$I_e = ?$	$U = 160V$
$P_2 = ?$	$R_a = 0.04\Omega$
$I_a = ?$	$R_e = 50\Omega$
$E = ?$	$\eta = 92\%$
$\Delta P_{Cu_a} = ?$	$n = 1450rpm$
$\Delta P_{Cu_e} = ?$	$M_1 = 18.5Kgm$
$\Delta P_{ad} = ?$	
$P_{a(em)} = ?$	

$$P_1 = \frac{M_1 \cdot n}{975} = \frac{18.5 \cdot 1450}{975} = 27.5KW \Rightarrow 27.5KW \cdot 1.36 = 37.4HP \quad .א$$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{160}{50} = 3.2A \quad .ב$$

$$P_2 = \eta \cdot P_1 = 0.92 \cdot 27500 = 25300W \quad .ג$$

$$I_a = I + I_e \quad ; \quad I = \frac{P_2}{U} = \frac{25300}{160} = 158.12A \quad ; \quad I_a = I + I_e = 158.12 + 3.2 = 161.33A \quad .ד$$

$$E = U + R_a \cdot I_a = 160 + 0.04 \cdot 161.33 = 166.45V \quad .ה.$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I_a^2 = 0.04 \cdot 161.33^2 = 1041.1W \quad .ו.$$

$$\Delta P_{Cu_e} = R_e \cdot I_E^2 = 50 \cdot 3.2^2 = 512W \quad .ז.$$

$$\Delta P_{ad} = \Sigma \Delta P - (\Delta P_{Cu_a} + \Delta P_{Cu_e}) \quad .ח.$$

$$\Sigma \Delta P = P_1 - P_2 = 27500 - 25300 = 2200W$$

$$\Delta P_{ad} = 2200 - (1041.1 + 512) = 647W$$

$$P_{a(em)} = E \cdot I_a = 166.45 \cdot 161.33 = 26853.3W \quad .ט.$$

$$(P_a = P_1 - \Delta P_{ad} = 27500 - 647 = 26853W \quad \text{או})$$

פתרון שאלה 143

חשב:	נתון:
$E = ?$	גנרטור טורי
$U, I = ?$	$R_a = 0.12\Omega$
$\Delta P_{Cu_e} = ?$	$R_e = 0.16\Omega$
$\Delta P_{Cu_a} = ?$	$Z = 96$ מוליכים
$\eta = ?$	$(2a = 2) ; a=1$
	$p = 8$
	$n = 750rpm$
	$\Delta P_{fe} = 250W$
	$R = 4.5\Omega$ צרכן
	$\phi = 8mWb$

$$E = \frac{p}{60} \cdot \frac{Z}{a} \cdot n \cdot \phi = \frac{8}{60} \cdot \frac{96}{1} \cdot 750 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 76.8V \quad .א.$$

$$\begin{cases} U = E - (R_a + R_e)I = 76.8 - (0.12 + 0.16)I \\ U = R \cdot I = 4.5 \cdot I \end{cases} \quad .ב.$$

$$4.5 \cdot I = 76.8 - 0.28 \cdot I$$

$$4.78 \cdot I = 76.8$$

$$I = \frac{76.8}{4.78} = 16.067A \quad ; \quad U = R \cdot I = 4.5 \cdot 16.067 = 72.3V$$

$$\Delta P_{Cu_e} = R_e \cdot I^2 = 0.16 \cdot 16.067^2 = 41.3W \quad .ג.$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I^2 = 0.12 \cdot 16.067^2 = 30.98W \quad .ד.$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 \quad .ה.$$

$$P_2 = U \cdot I = 72.3 \cdot 16.067 = 1161.64W$$

$$P_1 = P_2 + \sum \Delta P = P_2 + \Delta P_{Cu_a} + \Delta P_{Cu_e} + \Delta P_{Fe} = 1161.64 + 30.98 + 41.3 + 250 = 1483.92W$$

$$\eta = \frac{1161.64 \cdot 100}{1483.92} = 78.28\%$$

פתרון שאלה 144

חשב:	נתון:
א. $I, U, P = ?$	גנרטור טורי
ב. $E = ?$	$R = 4\Omega$
ג. $P_{a(em)} = ?$	$R_e = 0.3\Omega$
ד. $P_{1(HP)} = ?$	$R_a = 0.25\Omega$
ה. $\eta = ?$	$\Delta P = 200W$ ריקם $\Delta P_{Cu} = 673.75W$

$$\Delta P_{Cu} = (R_a + R_e) \cdot I^2 \quad ; \quad I = \sqrt{\frac{\Delta P_{Cu}}{R_a + R_e}} = \sqrt{\frac{673.75}{0.3 + 0.25}} = 35A \quad .א.$$

$$U = R \cdot I = 4 \cdot 35 = 140V$$

$$P = U \cdot I = 140 \cdot 35 = 4900W = 4.9KW$$

$$E = U + (R_a + R_e) \cdot I = 140 + (0.3 + 0.25) \cdot 35 = 159.25V \quad .ב.$$

$$P_{a(em)} = E \cdot I_a = E \cdot I = 159.25 \cdot 35 = 5573.75W \quad .ג.$$

$$P_1 = P_a + \text{ריקם } \Delta P = 5573.75 + 200 = 5773.75W = 5.773 \cdot 1.36 = 7.85HP \quad .ד.$$

$$(\text{צריכה } \Delta P = \Delta P_{Fe} + \Delta P_{mech})$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 \quad .ה.$$

$$P_2 = P_1 - \sum \Delta P = P_1 - \Delta P_{Cu} - \text{ריקם } \Delta P = 5773.75 - 673.75 - 200 = 4900W$$

$$\eta = \frac{4900 \cdot 100}{5773.75} = 84.87\%$$

פתרון שאלה 145

נתון:	חשב:
גנרטור טורי	א. $E = ?$
$P = 2KW$ עומס	ב. $R_e = ?$
$U = 125V$	
$P_a = 2128W$	
$R_a = 0.2\Omega$	

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2000}{125} = 16A \quad .א.$$

$$P_a = E \cdot I_a = E \cdot I$$

$$E = \frac{P_a}{I} = \frac{2128}{16} = 133V$$

$$E = U + (R_a + R_e) \cdot I = U + R_a \cdot I + R_e \cdot I \quad .ב.$$

$$R_e = \frac{E - U - R_a \cdot I}{I} = \frac{133 - 125 - 0.2 \cdot 16}{16} = 0.3\Omega$$

פתרון שאלה 146

נתון:	חשב:
מחולל DC	א. ליפוף עניבה פשוט $E_1 = ?$
$2p = 4 ; p = 2$	$(2a = 2p) ; a = p$
מוליכים $Z = 252$	ב. ליפוף גלי פשוט $E_2 = ?$
$\phi = 8 \cdot 10^{-3} \cdot Wb$	$(2a = 2) ; a = 1$
$n = 900rpm$	

$$E = \frac{p}{60} \cdot \frac{Z}{a} \cdot n \cdot \phi$$

$$E_1 = \frac{Z}{60} \cdot n \cdot \phi = \frac{252}{60} \cdot 900 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 30.24V \quad .א.$$

$$E = \frac{p}{60} \cdot \frac{Z}{a} \cdot n \cdot \phi ; E_2 = \frac{2}{60} \cdot \frac{252}{1} \cdot 900 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 60.48V \quad .ב.$$

פתרון שאלה 147

חשב:		נתון:	
א.	$E_1 = ?$	ליפוף עניבה פשוט	מכונה DC
	$(2p = 2a)$	; $a = p$	מספר סלילי הרוטור
ב.	$E_2 = ?$	ליפוף גלי פשוט	מספר כריכות בכל סליל
	$(2a = 2)$	$a = 1$	מספר קטבים
		$S = 36$	
		$N_s = 4$	
		$2p = 4$	
		$n = 1100rpm$	
		$\phi = 8 \cdot 10^{-3} Wb$	

$$N = 2 \cdot S \cdot N_s = 2 \cdot 36 \cdot 4 = 288T$$

$$E_1 = \frac{p}{60} \cdot \frac{Z}{a} \cdot n \cdot \phi = \frac{288}{60} \cdot 1100 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 42.24V \quad \text{א.}$$

$$E_2 = \frac{4}{2} \cdot \frac{288}{60} \cdot 1100 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 84.48V \quad \text{ב.}$$

פתרון שאלה 148

חשב:		נתון:	
	$\phi = ?$		מכונה DC
		$S = 37$	
		$N_s = 3$	
		$2p = 4$	; $p = 2$
		$2a = 2$	ליפוף גלי פשוט
		$E = 211V$	
		$n = 760rpm$	

$$Z = 2 \cdot S \cdot N_s = 2 \cdot 37 \cdot 3 = 222$$

$$E = \frac{p}{60} \cdot \frac{Z}{a} \cdot \phi \cdot n$$

$$\phi = \frac{60 \cdot E \cdot a}{Z \cdot p \cdot n} = \frac{60 \cdot 211 \cdot 1}{222 \cdot 2 \cdot 760} = 0.0375Wb$$

פתרון שאלה 149

נתון:	חשב:
$P_n = 55KW$	א. $I_n = ?$
$U_n = 230V$	ב. $I_a = ?$
$n_n = 940rpm$	ג. $E = ?$
$\phi = 12 \cdot 10^{-3}Wb$	ד. $R_a = ?$
$2a = 2$ מוליכים $Z = 640$ $2p = 4$ $I_e = 3.7A$	ה. $R_e = ?$

$$I_n = \frac{P_n}{U_n} = \frac{55000}{230} = 239A \quad \text{א.}$$

$$I_a = I_n + I_e = 239 + 3.7 = 242.7A \quad \text{ב.}$$

$$E = \frac{p}{60} \cdot \frac{Z}{a} \cdot n \cdot \phi = \frac{2 \cdot 640 \cdot 940 \cdot 0.012}{60 \cdot 1} = 240V \quad \text{ג.}$$

$$E = U + R_a \cdot I_a \Rightarrow R_a = \frac{E - U}{I_a} = \frac{240 - 230}{242.7} = 41 \cdot 10^{-3} \Omega \quad \text{ד.}$$

$$R_e = \frac{U}{I_e} = \frac{230}{3.7} = 62.1 \Omega \quad \text{ה.}$$

פתרון שאלה 150

נתון:	חשב:
מחולל עירור נפרד	$U = ?$
$n_0 = 740rpm$	$(\phi = \text{קבוע})$
$U_0 = 230V$	
$R_a = 0.4 \Omega$	
$\begin{cases} n = 725rpm \\ I = 60A \end{cases}$	

$$U = E - R_a \cdot I \quad \text{משוואת המתחים למחולל DC}$$

$$1) \quad E_0 = K_e \cdot \phi \cdot n_0 ; U_0 = E_0 - 0 = 230V ; I_0 = 0A \quad \text{א. מצב ללא עומס (מצב תיאורטי):}$$

$$2) \quad E = K_e \cdot \phi \cdot n ; I = 60A \quad \text{ב. במצב עם עומס}$$

$$\frac{E_0}{E} = \frac{K_e \cdot \phi \cdot n_0}{K_e \cdot \phi \cdot n} = \frac{n_0}{n} \quad \text{נחלק נוסחה (1) לנוסחה (2) ונקבל:}$$

$$E = \frac{E_0 \cdot n}{n_0} = \frac{230 \cdot 725}{740} = 225.34V$$

$$U = E - I \cdot R_a = 225.34 - 60 \cdot 0.4 = 201.34V$$

במצב עם עומס ($I = 60A$):

פתרון שאלה 151

חשב:	נתון:
א. $I_a = ?$	מחולל עירור מקבילי
ב. $E = ?$	$R_a = 0.25\Omega$
	$R_e = 44\Omega$
	$R = 4\Omega$ צרן
	$U = 220V$ צרן

$$I_a = I + I_e \quad \text{א.}$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{4} = 55A \quad ; \quad I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{220}{44} = 5A$$

$$I_a = 55 + 5 = 60A$$

$$E = U + R_a \cdot I_a = 220 + 0.25 \cdot 60 = 235V \quad \text{ב.}$$

פתרון שאלה 152

חשב:	נתון:
א. $I_e = ?$	מחולל מקבילי
ב. $I_a = ?$	$P_{2n} = 16KW$
ג. $E = ?$	$U_n = 230V$
ד. $\Delta P_{ad} = ?$	$I_n = 69.6A$
(חיכוך + Fe)	$n_n = 1600rpm$
	$R_a = 0.128\Omega$
	$R_e = 150\Omega$
	$\eta = 88.5\%$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{230}{150} = 1.53A \quad \text{א.}$$

$$I_a = I + I_e = 69.6 + 1.53 = 71.13A \quad \text{ב.}$$

$$E = U + I_a \cdot R_a = 230 + 71.13 \cdot 0.128 = 239V \quad \text{ג.}$$

$$\Sigma \Delta P = P_1 - P_2 = \frac{P_2}{\eta} - P_2 = P_2 \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) = 16 \cdot 10^3 \left(\frac{1}{0.885} - 1 \right) = 2080W \quad \text{ד.}$$

$$\Delta P_{Cu} = I_a^2 \cdot R_a + I_e^2 \cdot R_e = 71.13^2 \cdot 0.128 + 1.53^2 \cdot 150 = 1000W$$

$$\Delta P_{ad} = \sum \Delta P - \Delta P_{Cu} = 2080 - 1000 = 1080W$$

פתרון שאלה 153

נתון:	חשב:
מחולל טורי	
$I = 20A$	
$U = 230V$	

$$U = E - (R_a + R_e)I$$

משוואת המתחים למחולל טורי :

$$1) (R_a + R_e)I = E - U$$

$$2) (R_a + R_e) \cdot I^2 = 0.1 \cdot U \cdot I$$

כאשר הספק כולל שווה ל- $E \cdot I$:

$$U = \frac{(R_a + R_e) \cdot I^2}{0.1 \cdot I} = 10I(R_a + R_e) = 10 \cdot 20(R_a + R_e) = 200(R_a + R_e) = 230$$

$$R_a + R_e = \frac{230}{200} = 1.15\Omega$$

פתרון שאלה 154

נתון:	חשב:
מחולל מקבילי	א.
$P_n = 200KW$	ב.
$U_n = 230V$	ג.
$I_n = 870A$	ד.
$n_n = 175rpm$	ה.
$R_a = 1 \cdot 10^{-2}\Omega$	ו.
$R_e = 8.5\Omega$	
$\eta = 90\%$	

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{230}{8.5} = 27A \quad .א$$

$$I_a = I + I_e = 870 + 27 = 897A \quad .ב$$

$$E = U + R_a \cdot I_a = 230 + 0.01 \cdot 897 \cong 239V \quad .ג$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I_a^2 = 0.01 \cdot 897^2 = 8046W \quad .ד$$

$$\Delta P_{Cu_e} = R_e \cdot I_e^2 = 8.5 \cdot 27^2 = 6197W \quad .ה$$

$$\Delta P_{ad} = \sum \Delta P - \Delta P_{Cu_a} - \Delta P_{Cu_e} \quad .ו$$

$$\sum \Delta P = P_1 = \frac{P_2}{\eta} - P_2 = P_2 \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right)$$

$$P_2 = U_n \cdot I_n = 230 \cdot 870 = 200100W$$

$$\Sigma \Delta P = 200100 \left(\frac{1}{0.9} - 1 \right) = 22233W$$

$$\Delta P_{ad} = 22233 - (8046 + 6197) = 7990W$$

פתרון שאלה 155

חשב:	נתון:
$I_e = ?$	א. מחולל בעירור מקבילי
$R_e = ?$	ב. $I = 200A$
$I_a = ?$	ג. $U = 250V$
$R_a = ?$	ד. $\Delta P_a = 4\% \cdot P_2$
$E = ?$	ה. $\Delta P_e = 5\% \cdot P_2$

$$P_2 = U \cdot I = 250 \cdot 200 = 50000W$$

א.

$$\Delta P_a = R_a \cdot I_a^2 = 4\% \cdot P_2 = \frac{4}{100} \cdot 50000 = 2000W$$

$$\Delta P_e = R_e \cdot I_e^2 = 5\% \cdot P_2 = \frac{5}{100} \cdot 50000 = 2500W$$

$$\begin{cases} 1) & R_e \cdot I_e^2 = 2500 \\ 2) & R_e \cdot I_e = U = 250 \end{cases}$$

$$\frac{R_e \cdot I_e^2}{R_e \cdot I_e} = \frac{2500}{250} = 10 \Rightarrow I_e = 10A$$

מחלקים את משוואה (1) במשוואה (2) ומקבלים:

$$R_e = \frac{U}{I_e} = \frac{250}{10} = 25\Omega$$

ב.

$$I_a = I + I_e = 200 + 10 = 210A$$

ג.

$$R_a = \frac{\Delta P_a}{I_a^2} = \frac{2000}{210^2} = 45 \cdot 10^{-3} \Omega$$

ד.

$$E = U + R_a \cdot I_a = 250 + 0.045 \cdot 210 = 259.45V$$

ה.

פתרון שאלה 156

חשב:	נתון:
$E_1 = ?$	א. ליפוף גלי פשוט
$E_2 = ?$	ב. ליפוף גלי פשוט
$E_3 = ?$	ג. ליפוף עניבה פשוט
$E_4 = ?$	ד. ליפוף עניבה פשוט
	א. $2p = 4$
	ב. $2p = 6$
	ג. $S = 30$
	ד. $S = 24$
	א. $N_s = 5$
	ב. $N_s = 2$
	ג. $\phi = 2.5 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$
	ד. $\phi = 5 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$
	א. $n = 1000 \text{rpm}$
	ב. $n = 2000 \text{rpm}$
	ג. $S = 100$
	ד. $S = 130$
	א. $N_s = 1$
	ב. $N_s = 2$
	ג. $\phi = 1.2 \cdot 10^{-2} \text{Wb}$
	ד. $\phi = 1 \cdot 10^{-2} \text{Wb}$
	א. $n = 1500 \text{rpm}$
	ב. $n = 600 \text{rpm}$

$$Z = 2 \cdot S \cdot N_s$$

$$E = \frac{p}{60} \cdot \frac{Z}{a} \cdot n \cdot \phi$$

$$Z_1 = 2 \cdot 30 \cdot 5 = 300T \quad E_1 = \frac{2}{60} \cdot \frac{300}{1} \cdot 1000 \cdot 2.5 \cdot 10^{-3} = 25V \quad \text{א.}$$

$$Z_2 = 2 \cdot 24 \cdot 2 = 96T \quad E_2 = \frac{3}{60} \cdot \frac{96}{1} \cdot 2000 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 48V \quad \text{ב.}$$

$$Z_3 = 2 \cdot 100 \cdot 1 = 200T \quad E_3 = \frac{200}{60} \cdot 1500 \cdot 1.2 \cdot 10^{-3} = 6V \quad \text{ג.}$$

$$Z_4 = 2 \cdot 130 \cdot 2 = 520T \quad E_4 = \frac{520}{60} \cdot 600 \cdot 1 \cdot 10^{-2} = 52V \quad \text{ד.}$$

פתרון שאלה 157

נתון:	חשב:
מחולל עירור מקבילי	א. $P_1 = ?$
$U = 400V$	ב. $\eta = ?$
$I = 250A$	
$R_e = 88\Omega$	
$R_a = 0.066\Omega$	
$\Delta P_{Fe} = 3920W$	
$\Delta P_{חיכוך} = 1705W$	

$$P_2 = U \cdot I = 400 \cdot 250 = 100,000W = 100KW \quad .א$$

$$I_a = I + I_e$$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{400}{88} = 4.545A \quad ; \quad I_a = I + I_e = 250 + 4.545 = 254.545A$$

$$P_1 = U \cdot I + \Delta P_{Fe} + \Delta P_{חיכוך} + R_a \cdot I_a^2 + R_e \cdot I_e^2$$

$$P_1 = 400 \cdot 250 + 3920 + 1705 + 0.066 \cdot 254.545^2 + 88 \cdot 4.545^2 = 111720W$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{100000}{111720} = 0.895 \quad .ב$$

פתרון שאלה 158

נתון:	חשב:
שני מחוללים במקביל	א. $I_1 = ?$
$U = 220V$	ב. $I_2 = ?$
$R_{a1} = R_{a2} = 0.25\Omega$	ג. $\begin{cases} E_1' = ? \\ E_2' = ? \end{cases}$
$E_1 = 228V$	כאשר: $\begin{cases} I_1' = I_2' \\ U = 220V \end{cases}$
$E_2 = 235V$	

$$I_1 = \frac{E_1 - U}{R_{a1}} = \frac{228 - 220}{0.25} = 32A \quad .א$$

$$I_2 = \frac{E_2 - U}{R_{a2}} = \frac{235 - 220}{0.25} = 60A \quad .ב$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1' = I_2' - \\ \frac{E_1' - U}{R_{a1}} = \frac{E_2' - U}{R_{a2}} \end{array} \right. \quad .ג$$

$$\frac{E_1' - 220}{0.25} = \frac{E_2' - 220}{0.25} \Rightarrow E_1' = E_2'$$

$$I_1' + I_2' = \quad + 60 = 92A$$

$$I_1' = I_2' = \frac{92}{2} = 46A$$

$$E_1' = E_2' = U + R_{a1} \cdot I_1' = 220 + 0.25 \cdot 46 = 231.5V$$

פתרון שאלה 159

חשב:	נתון:
$U = ?$	א. שני מחוללים במקביל
$P_1 = ?$	ב. $I = 4000A$
$P_2 = ?$	ג. $R_{a1} = R_{a2} = 0.02\Omega$
	$E_1 = 230V$
	$E_2 = 225V$

בעזרת חוק הצומת של קירכהוף נקבל:

$$I = I_1 + I_2 = \frac{E_1 - U}{R_{a1}} + \frac{E_2 - U}{R_{a2}}$$

$$U = \frac{\frac{E_1}{R_{a1}} + \frac{E_2}{R_{a2}} - I}{\frac{1}{R_{a1}} + \frac{1}{R_{a2}}}$$

על ידי שינוי נושא הנוסחה נקבל:

$$U = \frac{\frac{E_1}{R_{a1}} + \frac{E_2}{R_{a2}} - I}{\frac{1}{R_{a1}} + \frac{1}{R_{a2}}} = \frac{\frac{230}{0.02} + \frac{225}{0.02} - 4000}{\frac{1}{0.02} + \frac{1}{0.02}} = 187.5V \quad \text{א.}$$

$$I_1 = \frac{E_1 - U}{R_{a1}} = \frac{230 - 187.5}{0.02} = 2125A \quad \text{ב.}$$

$$P_1 = U \cdot I_1 = 187.5 \cdot 2125 = 398.437KW$$

$$I_2 = \frac{E_2 - U}{R_{a2}} = \frac{225 - 187.5}{0.02} = 1875A \quad \text{ג.}$$

$$P_2 = U \cdot I_2 = 187.5 \cdot 1875 = 351.56KW$$

פתרון שאלה 160

חשב:	נתון:
$U = ?$	א. שני מחוללים בעירור מקבילי
$P_1 = ?$	ב. מספקים יחד זרם לצרכן:
$P_2 = ?$	ג. $I = 220A$
	$R_{a1} = R_{a2} = 0.045\Omega$
	$E_1 = 115V$
	$E_2 = 118V$

$$I_1 + I_2 = I \quad \text{א.}$$

$$\frac{E_1 - U}{R_{a1}} + \frac{E_2 - U}{R_{a2}} = I$$

$$U = \frac{\frac{E_1}{R_{a1}} + \frac{E_2}{R_{a2}} - I}{\frac{1}{R_{a1}} + \frac{1}{R_{a2}}} = \frac{\frac{115}{0.045} + \frac{118}{0.045} - 220}{\frac{1}{0.045} + \frac{1}{0.045}} = 111.5V$$

$$I_1 = \frac{E_1 - U}{R_{a1}} = \frac{115 - 111.5}{0.045} = 77A \quad .ב.$$

$$P_1 = U \cdot I_1 = 111.5 \cdot 77 = 8585W = 8.58KW$$

$$I_2 = \frac{E_2 - U}{R_{a2}} = \frac{118 - 111.5}{0.045} = 144A \quad .ג.$$

$$P_2 = U \cdot I_2 = 111.5 \cdot 144 = 16056W \cong 16KW$$

פתרון שאלה 161

חשב:	נתון:
$I = 80A$	שני מחוללים במקביל
$U = ?$	$U' = 220V$
$I_1 = ?$	$\begin{cases} U_{10} = E_1 = 265V \\ U_1 = 220V \\ I_1' = 40A \end{cases}$
$I_2 = ?$	$\begin{cases} U_{20} = E_2 = 275V \\ U_2 = 220V \\ I_2' = 60A \end{cases}$

$$I_1' = \frac{E_1 - U'}{R_{a1}} \Rightarrow R_{a1} = \frac{E_1 - U'}{I_1'} = \frac{265 - 220}{40} = 1.125\Omega \quad .א.$$

$$I_2' = \frac{E_2 - U'}{R_{a2}} \Rightarrow R_{a2} = \frac{E_2 - U'}{I_2'} = \frac{275 - 220}{60} = 0.9166\Omega$$

$$I_1 + I_2 = I$$

$$\frac{E_1 - U}{R_{a1}} + \frac{E_2 - U}{R_{a2}} = I$$

$$U = \frac{\frac{E_1}{R_{a1}} + \frac{E_2}{R_{a2}} - I}{\frac{1}{R_{a1}} + \frac{1}{R_{a2}}} = \frac{\frac{265}{1.125} + \frac{275}{0.9166} - 80}{\frac{1}{1.125} + \frac{1}{0.9166}} = 230.1V$$

$$I_1 = \frac{E_1 - U}{R_{a1}} = \frac{265 - 230.1}{1.125} = 31.02A$$

ב.

$$I_2 = \frac{E_2 - U}{R_{a2}} = \frac{275 - 230.1}{0.9166} = 48.98A$$

פתרון שאלה 162

חשב:	נתון:
$n_M = ?$	גנרטור בעירור מקבילי:
	$n_g = 900rpm$
	$U_g = 500V$
	$P_g = 150KW$
	$R_a = 0.05\Omega$
	$R_e = 50\Omega$
	הגנרטור עובד כמנוע בעירור מקבילי:
	$U_M = 500V$
	$P_M = 120KW$

$$n_M = \frac{U_M - I_{aM} \cdot R_a}{K_e \cdot \phi}$$

את הזרם ברוטור I_{aM} נחשב מתוך ההספק שהמנוע מקבל מהרשת ואילו את המכפלה $K_e \cdot \phi$ נמצא מתוך הנתונים הנומינליים של המכונה בעבודתה כגנרטור.

$$I_{aM} = I_M - I_e = \frac{P_M}{U_M} - \frac{U_M}{R_e} = \frac{120 \cdot 10^3}{500} - \frac{500}{50} = 230A$$

$$K_e \cdot \phi = \frac{U + I_{ag} \cdot R_a}{n_g} ; \quad I_{ag} = I_g + I_e = \frac{P_g}{U_g} + \frac{U_g}{R_e} = \frac{150 \cdot 10^3}{500} + \frac{500}{50} = 310A$$

$$K_e \cdot \phi = \frac{500 + 310 \cdot 0.05}{900} = 0.573$$

$$n_M = \frac{U_M - I_{aM} \cdot R_a}{K_e \cdot \phi} = \frac{500 - 230 \cdot 0.05}{0.573} = 854rpm$$

פתרון שאלה 163

נתון:	חשב:
מחולל עירור מקבילי:	א. $n_M = ?$
$P_{ng} = 23KW$	ב. $P_{1M} = ?$
$n_{ng} = 1200rpm$	
$U_{ng} = 230V$	
$R_a = 0.05\Omega$	
$R_e = 57.5\Omega$	
כמנוע עירור מקבילי:	
$U_M = 220V$	
$I_{aM} = I_{ag}$	

$$n = \frac{U_M - I_{aM} \cdot R_a}{K_e \cdot \phi} \quad \text{א.}$$

את מכפלת $K_e \cdot \phi$ ניתן למצוא מהנתונים הנומינליים בפעולת המכונה כגנרטור:

$$K_e \cdot \phi = \frac{U_g + I_{ag} \cdot R_a}{n_g}$$

$$I_{ag} = I_g + I_e = \frac{P_g}{U_{ng}} + \frac{U_{ng}}{R_e} = \frac{23 \cdot 10^3}{230} + \frac{230}{57.5} = 104A \quad \text{כאשר:}$$

$$K_e \cdot \phi = \frac{U_g + I_{ag} \cdot R_a}{n_g} = \frac{230 + 104 \cdot 0.05}{1200} = 0.196$$

$$I_{aM} = I_{ag} = 104A$$

לפי הנתונים:

$$n_M = \frac{U_M - I_{aM} \cdot R_a}{K_e \cdot \phi} = \frac{220 - 104 \cdot 0.05}{0.196} = 1096rpm$$

$$P_{1M} = U_M \cdot I_M = U_M (I_{aM} + I_e) = 220 \cdot \left(104 + \frac{220}{57.5} \right) = 23.72KW \quad \text{ב.}$$

פתרון שאלה 164

נתון:	חשב:
גנרטור בעירור מקבילי	א. $I_e = ?$
$P_{2n} = 16KW$	ב. $I_a = ?$
$U_n = 230V$	ג. $E = ?$
$n = 1600rpm$	ד. $\Delta P_{Cu_a} = ?$
$R_a = 0.128\Omega$	
$R_e = 150\Omega$	$\Delta P_{Cu_e} = ?$

$$I_a = I + I_e \quad .א.$$

$$I_e = \frac{U_n}{R_e} = \frac{230}{150} = 1.53A \quad .ב.$$

$$I = \frac{P_{2n}}{U_n} = \frac{16000}{230} = 69.56A \quad ; \quad I_a = 69.56 + 1.53 = 71A$$

$$E = U + R_a \cdot I_a = 230 + 0.128 \cdot 71 = 239V \quad .ג.$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I_a^2 = 0.128 \cdot 71^2 = 645.1W \quad .ד.$$

$$\Delta P_{Cu_e} = R_e \cdot I_e^2 = 150 \cdot 1.53^2 = 351.1W$$

$$\Delta P_{Cu} = \Delta P_{Cu_a} + \Delta P_{Cu_e} = 645.2 + 351.1 = 996.3W$$

פתרון שאלה 165

חשב:

נתון:

גנרטור עירור מקבילי

$$U_{ng} = 250V$$

$$n_{ng} = 1250rpm$$

$$P_{2ng} = 25KW$$

$$R_a = 0.02\Omega$$

$$R_e = 62.5\Omega$$

כאשר המכונה פועלת
כמנוע:

$$U_M = 200V$$

$$I_{aM} = I_{ang}$$

$$n_M = ?$$

(לזנוח תגובת העוגן)

$$E_M = K_e \cdot \phi \cdot n_M \Rightarrow n_M = \frac{E_M}{K_e \phi}$$

$$E_M = U_M - R_a \cdot I_{aM}$$

$$I_{aM} = I_{ag} \quad \text{אבל:}$$

כדי למצוא, I_{ag} וגם מכפלת " $K_e \phi$ " נשתמש בנתונים בעבודת המכונה כגנרטור:

$$I_{ng} = \frac{P_{2ng}}{U_g} = \frac{25000}{250} = 100A$$

$$I_{ang} = I_{ng} + I_{eg} \quad ; \quad I_{eg} = \frac{U_{ng}}{R_e} = \frac{250}{62.5} = 4A \quad ; \quad I_{ang} = 100 + 4 = 104A$$

$$E_g = U_g + R_a I_{ag} = 250 + 0.02 \cdot 104 = 252.08V$$

$$E_g = K_e \cdot \phi \cdot n_g \quad ; \quad K_e \phi = \frac{E_g}{n_g} = \frac{252.08}{1250} = 0.2016$$

$$U_M = E_M + R_a \cdot I_{aM} \quad \text{לפי הנתונים} \quad I_{aM} = I_{ag} = 104A \quad \text{בעבודה כמנוע:}$$

$$E_M = U_M - R_a I_{aM} = 200 - 0.02 \cdot 104 = 197.92V$$

$$E_M = K_e \phi \cdot n_M \Rightarrow n_M = \frac{E_M}{K_e \phi} = \frac{197.92}{0.2016} = 981.75 = 982rpm$$

פתרון שאלה 166

נתון:	חשב:
גנרטור בעירור מקבילי	
$P_{ng} = 16KW$	
$U_{ng} = 200V$	
$n_{ng} = 1470rpm$	
$R_a = 0.12\Omega$	
$R_e = 58\Omega$	

$$\begin{cases} n_M = ? \\ I_M = I_{ng} \\ U_M = U_g = 200V \end{cases}$$

$$I_{ng} = \frac{P_{ng}}{U_{ng}} = \frac{16000}{200} = 80A \quad ; \quad I_e = \frac{U_g}{R_e} = \frac{200}{58} = 3.45A$$

$$I_{ag} = I_{ng} + I_e = 80 + 3.45 = 83.45A$$

$$E_g = U_g + R_a \cdot I_{ag} = 200 + 0.12 \cdot 83.45 = 210V$$

$$E_g = K_e \cdot \phi \cdot n_g \quad ; \quad K_e \phi = \frac{E_g}{n_g} = \frac{210}{1470} = 0.1428$$

$$E_M = U_M - R_a \cdot I_{aM} \quad \text{בעבודה כמנוע:}$$

$$I_{aM} = I_{nM} - I_{eM} \quad ; \quad I_{nM} = I_{ng} = 80A \quad ; \quad I_{eM} = I_{eg} = 3.45A$$

$$I_{aM} = 80 - 3.45 = 76.55A$$

$$(U_M = U_g = 200V \quad \text{כי המתח קבוע})$$

$$E_M = 200 - 0.12 \cdot 76.55 = 190.8V$$

$$n_M = \frac{E_M}{K_e \phi} = \frac{190.8}{0.1428} = 1336rpm$$

פתרון שאלה 167

נתון גנרטור לזרם ישר מופעל בעזרת ציר משותף על ידי מנוע אסינכרוני תלת-מופעל.

חשב:	נתוני מנוע:
א. $I_{1M} = ?$	$U = 400V$
ב. $2p = ?$	$f_1 = 50Hz$
ג. $s = ?$	$\cos \varphi_n = 0.86$
	$\eta_M = 0.85$
	נתוני הגנרטור:
	$P_g = 5000KW$
	$n_g = 1460rpm$
	$\eta_g = 0.90$

א. ההספק המכני של המנוע

$$P_{2M} = P_{1g} = \frac{P_g}{\eta_g}$$

ההספק החשמלי של המנוע הוא:

$$P_{1M} = \frac{P_{2M}}{\eta_M} = \frac{P_{2g}}{\eta_M \cdot \eta_g}$$

אבל:

$$P_{1M} = \sqrt{3} \cdot U_{Ln} \cdot I_{Ln} \cdot \cos \varphi_n$$

ומכאן:

$$I_n = \frac{P_g}{\eta_M \cdot \eta_g \cdot \sqrt{3} \cdot U_{Ln} \cdot \cos \varphi_n} = \frac{5000 \cdot 10^3}{0.85 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.86} = 10970A$$

ב. $n_{2M} = n_g = 1460rpm$

המהירות הסינכרונית המתאימה תהיה איפוא:

$$n_1 = 1500rpm$$

$$n_1 = \frac{60 \cdot f}{p} \Rightarrow p = \frac{60 f}{n_1} = \frac{60 \cdot 50}{1500} = 2 \quad ; \quad 2p = 4$$

ג.

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1500 - 1460}{1500} = 0.026$$

פתרון שאלה 168

נתון:		חשב:
גנרטור DC		א. ליפוף גלי
$2p=8$; $p=4$	$Z=680$ $\phi = 14.5mWb$ $E = 450V$	ב. ליפוף עניבה
$\left\{ \begin{array}{l} n_1 = ? \\ (2a = 2) \end{array} \right. \quad a=1$		
$\left\{ \begin{array}{l} n_2 = ? \\ (2p = 2a) \end{array} \right. \quad a=p$		

א. ליפוף גלי פשוט ($2a = 2$)

$$E = K_e \cdot \phi \cdot n = K \Rightarrow n = \frac{E}{K_e \cdot \phi}$$

$$K_{e1} = \frac{p \cdot z}{60 \cdot a} = \frac{4 \cdot 680}{60 \cdot 1} = 45.333$$

$$n_1 = \frac{E}{K_{e1} \cdot \phi} = \frac{450}{45.333 \cdot 14.5 \cdot 10^{-3}} = 684.58 [r.m.p]$$

ב. עניבה פשוט ($2p = 2a$)

$$K_{e2} = \frac{p \cdot z}{60 \cdot a} = \frac{z}{60} = \frac{680}{60} = 11.333$$

$$n_2 = \frac{E}{K_{e2}} = \frac{450}{11.333 \cdot 14.5 \cdot 10^{-3}} = 2,738.4 [r.m.p]$$

פתרון שאלה 169

א. הכא"מ השיורי שייווצר, בזמן שנסובב את הרוטור במהירות n מסוימת, ייצור זרם, אבל השטף (ϕ) יקטן. זאת כיוון שהוא הפוך לשטף השיורי. אי לכך יופסק הכא"מ ויופסק הזרם דרך העירור והגנרטור לא יתעורר.

ב. הכא"מ שייווצר ברוטור מהמגנטיות השיורית, יהיה במגמה הפוכה לפי חוק יד ימין (אם התנועה בכיוון הפוך). לכן הזרם שיזרום לעירור יבטל את השטף השיורי והגנרטור לא יתעורר.

פתרון שאלה 170

נתון:	חשב:
גנרטור DC	א. ליפוף גלי פשוט
$2a=2$; $a=1$	$\phi_1 = ?$
$2p=6$; $p=3$	$E = 468V$
$Z=650$	
$n=760 \text{ rpm}$	ב. ליפוף עניבה פשוט
	$\phi_2 = ?$
	$E = 468V$

א. בליפוף גלי פשוט ($a=1$)

$$E = K_e \cdot n \cdot \phi \quad ; \quad \phi = \frac{E}{K_e \cdot n}$$

$$K_{e1} = \frac{P \cdot Z}{60 \cdot a} = \frac{3 \cdot 650}{60 \cdot 1} = 32.5$$

$$\phi_1 = \frac{E}{K_{e1} \cdot n} = \frac{468}{32.5 \cdot 760} = 0.01895 \text{ Wb} = 18.95 \text{ mWb}$$

ב. בליפוף עניבה פשוט ($a=p$)

$$K_{e2} = \frac{P \cdot Z}{60 \cdot a} = \frac{Z}{60} = \frac{650}{60} = 10.833$$

$$\phi_2 = \frac{E}{K_{e2} \cdot n} = \frac{468}{10.833 \cdot 760} = 0.05684 \text{ Wb} = 56.84 \text{ mWb}$$

פתרון שאלה 171

נתון:	חשב:
גנרטור מקבילי	א. $M_1 = ?$
$n_G = 1200 \text{ rpm}$	ב. $\eta_G = ?$
$P_1 = 8 \text{ HP}$ מכני	ג. $\Delta P_{ad} = ?$
$U_G = 115V$	ד. $E_G = ?$
$I = 43A$	
$R_a = 0.16 \Omega$	
$R_e = 57.5 \Omega$	

א.

$$M_1 = \frac{975 \cdot P_{1KW}}{\eta_1} = \frac{975 \cdot 8 \cdot 736}{1000 \cdot 1200} = 4.78 \text{ Kgm}$$

ב.

$$\eta_G = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100$$

$$P_2 = U_G \cdot I = 115 \cdot 43 = 4945 \text{ W}$$

$$\eta_G = \frac{4.945}{0.736 \cdot 8} \cdot 100 = 83.98\%$$

$$\Delta P_{ad} = \Delta P_{Fe} + \Delta P_{מכניים} = \Sigma \Delta P - (\Delta P_{Cu_a} + \Delta P_{Cu_e}) \quad .ג$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I_a^2 \quad ; \quad \Delta P_{Cu_e} = R_e \cdot I_e^2$$

$$I_e = \frac{U_G}{R_e} = \frac{115}{57.5} = 2A$$

$$I_a = I + I_e = 43 + 2 = 45A$$

$$\Delta P_{Cu_a} = R_a \cdot I_a^2 = 0.16 \cdot 45^2 = 324W$$

$$\Delta P_{Cu_e} = R_e \cdot I_e^2 = 57.5 \cdot 2^2 = 230W$$

$$\Sigma \Delta P = P_1 - P_2 = 8 \cdot 736 - 4945 = 943W$$

$$\Delta P_{ad} = \Sigma \Delta P - (\Delta P_{Cu_a} + \Delta P_{Cu_e}) = 943 - (324 + 230) = 389W$$

$$E_G = U_G + R_a \cdot I_a = 115 + 0.16 \cdot 45 = 122.2V \quad .ד$$

פתרון שאלה 172

נתון:	חשב:
$U = 230V$	$I_1 = ?$
$E_1 = 234V$	$I_2 = ?$
$E_2 = 238V$	
$R_{a1} = R_{a2} = 0.3\Omega$	

$$E = U + I \cdot R_a$$

$$I = \frac{E - U}{R_a}$$

$$I_1 = \frac{E_1 - U}{R_{a1}} = \frac{234 - 230}{0.3} = 13.3A$$

$$I_2 = \frac{E_2 - U}{R_{a2}} = \frac{238 - 230}{0.3} = 26.7A$$

הזרמים שהמחוללים מספקים לרשת הם: $13.3A$ ו- $26.7A$.

פתרון שאלה 173

נתון:	חשב:
$U = 600V$	$E = ?$
$P = 170KW$	
$R_a = 0.04\Omega$	
$R_e = 55\Omega$	

$$E = U + R_a(I + I_e)$$

זרם העירור: $I_e = \frac{U}{R_e}$, כאשר R_e הוא התנגדות העירור (התנגדות סלילי השדה)

$$I = \frac{P}{U}$$

זרם המחולל:

$$E = U + R_a \left(\frac{P}{U} + \frac{U}{R_e} \right)$$

מציבים את הנוסחאות של הזרמים בנוסחה הראשית:

$$E = 600 + 0.04 \left(\frac{170000}{600} + \frac{600}{55} \right) = 611.77V$$

מציבים נתונים:

$$E = 611.77V$$

הכוח האלקטרו-מניע של המחולל בעירור מקבילי הוא

פתרון שאלה 174

נתון:

חשב:

$$P_{in} = ?$$

$$\eta = ?$$

א.

ב.

$$\Delta P_{Fe} = 3920W$$

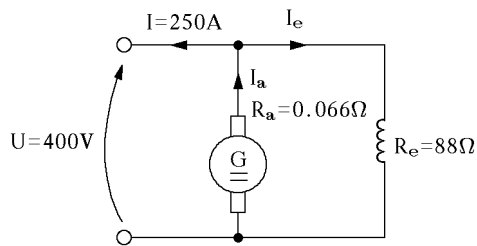
$$\Delta P_{mech} = 1705W$$

$$I = 250A$$

$$U = 400V$$

$$R_e = 88\Omega$$

$$R_a = 0.066\Omega$$



$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{400}{88} = 4.54A$$

א.

$$I_a = I_e + I = 4.54 + 250 = 254.54A$$

$$\Delta P_{Cu_a} = I_a^2 \cdot R_a = 254.54^2 \cdot 0.066 = 4276.18W$$

$$\Delta P_{Cu_e} = I_e^2 \cdot R_e = 4.54^2 \cdot 88 = 1818.18W$$

$$\Delta P = \Delta P_{Fe} + \Delta P_{mech} + \Delta P_{Cu_a} + \Delta P_{Cu_e} = 3920 + 1705 + 4276.36 + 1818.18$$

$$\Delta P = 11719.54W = 11.72KW$$

$$P_{out} = I \cdot U = 250 \cdot 400 = 100000W = 100KW$$

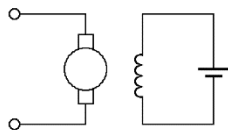
$$P_{in} = P_{out} + \Delta P = 100 + 11.72 = 111.72KW$$

$$\eta = \frac{P_{out} \cdot 100}{P_{in}} = \frac{100 \cdot 100}{111.72} = 89.5\%$$

ב.

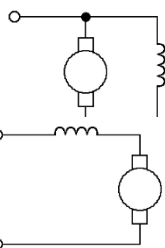
פתרון שאלה 175

ארבע השיטות לעירור במחולל לזרם ישר הן:



א.

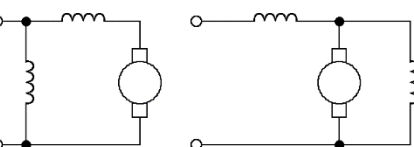
עירור זר – בשיטה זו מעוררים הקטבים על-ידי זרם המוזן ממקור נפרד, ואין קשר הולכה בין מעגל העירור ומעגל הרוטור.



ב.

עירור מקבילי – בשיטה זו מספק מתח הרוטור את הזרם למעגל העירור ולעומס גם יחד.

ג. עירור טורי – זרם העירור הוא גם הזרם העובר דרך הרוטור. סליל העירור מחובר בטור לרוטור.



ד.

עירור מעורב – שילוב של שיטות ב' ו-ג'. הקטבים מעוררים על-ידי שני סלילים הראשון מחובר בטור לרוטור והשני במקביל לרוטור. קיימים 2 סוגי חיבורים חיבור מעורב קצר וחיבור מעורב ארוך.

חיבור מעורב ארוך

חיבור מעורב קצר

פתרון שאלה 176

נתון:	חשב:	
$P_n = 11KW$	א.	$I_a = ?$
$U_n = 220V$		$I_e = ?$
$R_e = 40\Omega$	ב.	$E = ?$
$R_a = 0.02\Omega$	ג.	$\eta = ?$
$U_e = 120V$	ד.	$\phi = ?$
$C_e = 21$		
$\Delta P_{const} = 50W$		
$n = 850rpm$		
$P = P_n$		

$$I_a = I = \frac{P_2}{U} = \frac{11000}{220} = 50A \quad .א$$

$$I_e = \frac{U_e}{R_e} = \frac{120}{40} = 3A$$

$$E = U + I_a \cdot R_a = 220 + 50 \cdot 0.02 = 221V \quad .ב$$

$$\Sigma \Delta P = \Delta P_{Cu} + \Delta P_e + \Delta P_{const} \quad .ג$$

$$\Delta P_{Cu} = I_a^2 \cdot R_a = 50^2 \cdot 0.02 = 50W$$

$$\Delta P_e = I_e^2 \cdot R_e = 3^2 \cdot 40 = 360W$$

$$\Sigma \Delta P = 360 + 50 + 50 = 460W$$

$$P_1 = P_2 + \Sigma \Delta P = 11000 + 460 = 11460W$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{11000}{11460} \cdot 100 \cong 96\%$$

$$E = K_e \cdot \phi \cdot n \quad .ד$$

$$\phi = \frac{E}{K_e \cdot n} = \frac{221}{21 \cdot 850} = 0.0123Wb$$

פתרון שאלה 177

נתון:	חשב:
מחולל DC	$\phi = ?$
ליפוף גלי פשוט	$Z =$
	$(2a=4), a=1$
	$2p=4, p=2$
	$N = 300$
	$n = 1500rpm$
	$I = 100A$
	$U = 110V$
	$R_a = 0.1\Omega$

$$K_e = \frac{P \cdot Z}{60 \cdot a} = \frac{2 \times 300}{60 \times 1} = 10$$

$$E = U + R_a I = 110 + 0.1 \cdot 100 = 120V$$

$$E = K_e \cdot \phi \cdot n$$

$$\phi = \frac{E}{K_e \cdot n} = \frac{120}{10 \times 1500} = 8m[Wb]$$

פתרון שאלה 178

נתון:	חשב:
מחולל DC	$M = ?$
ליפוף עניבה פשוט:	$(2a=2p) ; a=p$
	$2p=4 ; p=2$
	$Z=228$ מוליכים
	$U = 115V$
	$n = 850rpm$
	$\phi = 4 \cdot 10^{-2} Wb$
	$R_a = 0.15\Omega$

$$K_e = \frac{P \cdot Z}{60 \cdot a} = \frac{2 \times 228}{260 \times 2} = 3.8$$

$$E = K_e \cdot \phi \cdot n = 3.8 \times 4 \times 10^2 \times 850 = 129.2V$$

$$I = \frac{E - U}{R_a} = \frac{129.2 - 115}{0.15} = 94.66A$$

$$K_m = 9.55K_e = 9.55 \times 3.8 = 36.29$$

$$M = K_m \cdot \phi \cdot I = 36.29 \times 4 \times 10^{-2} \times 94.66 = 137.4Nm$$

פתרון שאלה 179

נתון:	חשב:
$\begin{cases} I_0 = 0 \\ n_0 = 820 \text{ rpm} \\ U_0 = 230 \text{ V} \end{cases}$	$\begin{cases} U_1 = ? \\ n_1 = 760 \text{ rpm} \\ I_1 = 62 \text{ A} \end{cases}$
$R_a = 45 \text{ m}\Omega$	

$$E = U + R_a \cdot I_a$$

$$E_0 = U_0 = K_e \cdot \phi \cdot n_0$$

$$E_1 = U_1 + R_a \cdot I_1 = K_e \cdot \phi \cdot n_1$$

משוואת המתחים לגנרטור DC :

(1) במצב ללא עומס ($I_0 = 0$) :

(2) במצב עם עומס :

בהנחה שהשטף המגנטי אינו משתנה, נחלץ מנוסחה 1 את $K_e \cdot \phi$:

$$K_e \cdot \phi = \frac{U_0}{n_0} = \frac{230}{820} = 0.28$$

נציב את $K_e \cdot \phi$ בנוסחה 2 ונקבל :

$$E_1 = K_e \cdot \phi \cdot n_1 = 0.28 \cdot n_1 = 0.28 \cdot 760 = 212.8 \text{ V}$$

$$U_1 = E_1 - R_a \cdot I_1 = 212.8 - 0.045 \cdot 62 \cong 210 \text{ V}$$