با ایران توشه
یک قدم جلوتر
باش!

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت



ایران توشه، مرجع دانلود فایل های کمک آموزشی دانش آموزان و کنکوری ها

همه چیز
برای موفقیت
تو!

- دانلود رایگان آزمون های آزمایشی قلمچی، خیلی سبز، گاج و ...
- دانلود رایگان گام به گام تمامی دروس
- دانلود رایگان نمونه سوالات امتحانی (نوبت اول و دوم) و امتحانات نهایی
- دانلود رایگان جزوه های کمک آموزشی و شب امتحانی

کافیست هر فایلی که نیاز دارید را در گوگل به این صورت جستجو کنید:

فایل مورد نیاز + ایران توشه

مثال:

دانلود گام به گام دوازدهم تجربی ایران توشه



irantooshe.ir

t.me/irantooshe

گام به گام دانش فنی تخصصی الکتروتکنیک دوازدهم پودمان سوم

عنوان فصل: تحلیل ماشین‌های الکتریکی سه فاز (موتورهای القایی)

از صفحه‌ی ۱۱۳ تا صفحه‌ی ۱۶۰ کتاب

در این فایل پاسخ فعالیت‌ها، کارهای کلاسی، تمرین‌ها و پرسش‌های فصل تحلیل ماشین‌های الکتریکی سه فاز (موتورهای القایی) آمده است.

مباحث فصل: میدان دوار، ساختمان و اصول کار موتور القایی سه فاز، راه‌اندازی و ترمز

تهیه‌شده در ایران‌توشه، توشه‌ای برای موفقیت

irantooshe.ir

فهرست پرسش‌ها

۱ صفحه ۱۱۴ · آیا می‌دانید — ساختمان، میدان دوار، لغزش، مشخصه‌ها و راه‌اندازی ۴

۲ صفحه ۱۱۶ · فعالیت — دسته‌بندی توان موتورها برحسب اسب بخار و کیلووات ۴

۳ صفحه ۱۲۰ · پرسش — پرسش‌های ساختمان موتورهای آسنکرون ۵

۴ صفحه ۱۲۴ · سؤال — جابه‌جایی میدان دوار بین دو موقعیت ۷

۵ صفحه ۱۲۷ · تمرین — ترسیم میدان دوار راست‌گرد و چپ‌گرد ۸

۶ صفحه ۱۲۹ · تمرین — تکمیل جدول سرعت میدان دوار ۹

۷ صفحه ۱۳۱ · پرسش — پرسش‌های میدان دوار و طرز کار موتور ۹

۸ صفحه ۱۴۰ · پرسش — پرسش‌های لغزش، رفتار ماشین و مشخصه گشتاور ۱۱

۹ صفحه ۱۴۲ · فعالیت — شکل ۴۱: ولتاژ و راه‌اندازی موتور ۱۳

۱۰ صفحه ۱۵۴ · پرسش — پرسش‌های راه‌اندازی، کنترل سرعت و ترمز ۱۳

۱۱ صفحه ۱۵۶ · پرسش پایانی — ۱ـ تکمیل جدول سرعت و لغزش ۱۵

۱۲ صفحه ۱۵۶ · پرسش پایانی — ۲ـ تلفات و راندمان موتور ۴ کیلووات ۱۵

۱۳ صفحه ۱۵۶ · پرسش پایانی — ۳ـ ضریب قدرت از روی پلاک ۱۶

۱۴ صفحه ۱۵۶ · پرسش پایانی — ۴ـ تلفات مسی رتور ۱۶

۱۵ صفحه ۱۵۶ · پرسش پایانی — ۵ـ تلفات مکانیکی، مسی رتور و ضریب قدرت ۱۶

۱۶ صفحه ۱۵۶ · پرسش پایانی — ۶ـ جریان موتور ۴ اسب بخار ۱۷

۱۷ صفحه ۱۵۷ · پرسش پایانی — ۷ـ موتور ۳۲ اسب بخار، ۸ قطب ۱۷

۱۸ صفحه ۱۵۷ · پرسش پایانی — ۸ـ موتور ۳۰ اسب بخار، ۴ قطب ۱۷

۱۹ صفحه ۱۵۷ · پرسش پایانی — ۹ـ تلفات و ضریب بهره ۱۸

۲۰ صفحه ۱۵۷ · پرسش پایانی — ۱۰ـ پلاک موتور ۱۰ اسب بخار ۱۸

۲۱ صفحه ۱۵۷ · پرسش پایانی — ۱۱ـ تلفات متغیر ۱۸

۲۲ صفحه ۱۵۷ · پرسش پایانی — ۱۲ـ تعداد قطب و سرعت رتور ۱۹

۲۳ صفحه ۱۵۷ · پرسش پایانی — ۱۳ـ موتور ۲۰ کیلووات، ۲۰۸ ولت ۱۹

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱ صفحه ۱۱۴ آیا می‌دانید

1ـ ساختمان موتورهای آسنکرون رتور قفسی از چه اجزایی تشکیل شده است؟

2ـ میدان دوار در موتورهای الکتریکی سه فاز چگونه تشکیل می‌شود؟

3ـ تغییرات بار مکانیکی چه تأثیری بر لغزش موتور الکتریکی دارد؟

4ـ مشخصه‌های موتورهای الکتریکی کدام‌اند؟

5ـ روش‌های راه‌اندازی موتورهای الکتریکی سه فاز کدام است؟

1. استاتور (بدنه‌ی چدنی یا آلومینیومی، هسته‌ی ورقه‌ورقه‌ی فولادی شیاردار، سیم‌پیچ سه فاز، جعبه‌ترمینال) و رتور قفسی (هسته‌ی ورقه‌ای، میله‌های آلومینیومی یا مسی، دو حلقه‌ی اتصال کوتاه و محور). علاوه بر آن درپوش‌ها، یاتاقان‌ها (بلبرینگ‌ها) و پروانه‌ی خنک‌کننده از اجزای مکانیکی موتور هستند.
2. سه گروه کلاف سیم‌پیچ استاتور که در فضا 120° نسبت به هم اختلاف فاز مکانی دارند، به جریان سه فاز که در زمان 120° اختلاف فاز دارد وصل می‌شوند. برآیند میدان سه کلاف، میدانی با دامنه‌ی ثابت است که با سرعت ثابت (سرعت سنکرون) در استاتور می‌چرخد.
3. با افزایش بار مکانیکی، سرعت رتور اندکی کم می‌شود و لغزش زیاد می‌شود تا نیروی محرکه‌ی القایی، جریان و گشتاور بیشتری در رتور ایجاد شود. با کاهش بار، سرعت رتور به سرعت سنکرون نزدیک‌تر و لغزش کمتر می‌شود (در بی‌باری $s \approx 0$).
4. توان نامی، ولتاژ و جریان نامی، فرکانس، سرعت نامی، ضریب توان، راندمان (ضریب بهره)، نوع اتصال سیم‌پیچ‌ها (ستاره یا مثلث) و گشتاورهای راه‌اندازی Ts، بیشینه Tm و نامی Tn؛ این مقادیر روی پلاک موتور و برگه‌ی مشخصات فنی آن درج می‌شود.
5. ۱) راه‌اندازی مستقیم؛ ۲) راه‌اندازی با کنترل ولتاژ (ستاره ـ مثلث، ترانسفورماتوری، راه‌انداز نرم)؛ ۳) راه‌اندازی با کنترل هم‌زمان ولتاژ و فرکانس (اینورتر).

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت
این فایل توسط سایت ایران‌توشه تهیه شده است.
irantooshe.ir

۲ صفحه ۱۱۶ فعالیت

دسته‌بندی توان موتورهای الکتریکی برحسب اسب بخار و کیلووات را در جدولی بنویسید؟

با فرض 1 hp = 736 W (یعنی hp = kW / 0.736) توان‌های استاندارد متداول موتورها به‌صورت زیر است:

توان (kW)	توان (hp)	توان (kW)	توان (hp)
0.18	0.25	7.5	10
0.25	0.34	11	15
0.37	0.5	15	20
0.55	0.75	18.5	25
0.75	1	22	30
1.1	1.5	30	40
1.5	2	37	50
2.2	3	45	60
3	4	55	75
4	5.5	75	100
5.5	7.5	110	150

(مقدار hp گرد شده است.) از نظر کاربرد: موتورهای کم‌توان (کمتر از حدود 0.75 kW)، توان متوسط (تا حدود 75 kW) و پرتوان (بیش از آن، تا چند ده مگاوات).

۳ صفحه ۱۲۰ پرسش

1ـ ماشین‌هایی که انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند چه نام دارد؟ الف) ژنراتور ب) موتور ج) ترانسفورماتور د) رتور سیم‌پیچی

2ـ بدنه استاتور موتورهای سه فاز آسنکرون از کدام جنس ساخته می‌شود؟ الف) مس ب) سرب ج) آلومینیوم د) چدن

3ـ علت انحراف شیارهای رتور در موتورهای القایی چیست؟ الف) کاهش سر و صدا در زمان گردش موتور ب) افزایش راندمان موتور ج) کاهش اصطکاک قطعات مکانیکی د) افزایش دامنه تغییرات سرعت موتور

4ـ با رسم شکل ساختمان داخلی رتورهای قفسی را شرح دهید.

5ـ با رسم کلاف‌های موتور و نام‌گذاری سر و ته آنها اتصال‌های ستاره و مثلث را رسم کنید.

6ـ مدار الکتریکی رتور سیم‌پیچی را رسم کنید.

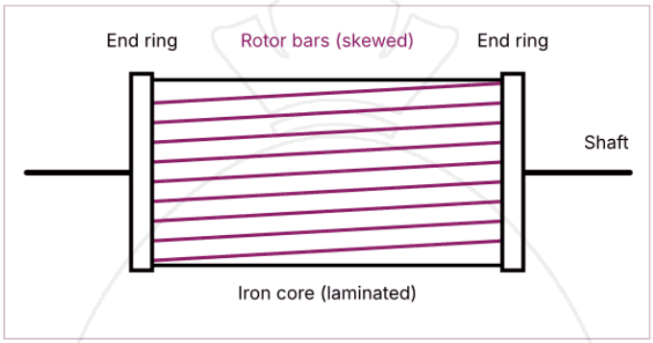
7ـ حلقه‌های طرفین رتور قفسی باعث اتصال کوتاه شدن مفتول‌ها می‌شود. صحیح / غلط

8ـ به منظور کاهش تلفات هیسترزیس، هسته‌های استاتور را ورق ورق می‌سازند. صحیح / غلط

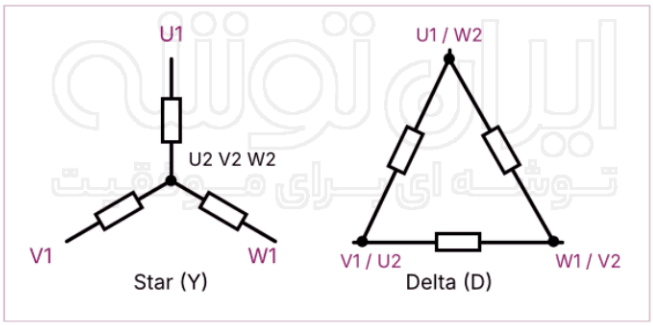
9ـ وظیفه درپوش موتور حفاظت سیم‌پیچی استاتور در برابر ورود اجسام خارجی است. صحیح / غلط

10ـ سیم‌پیچی‌های موتور با یکدیگر 120 درجه اختلاف فاز مکانی دارد. صحیح / غلط

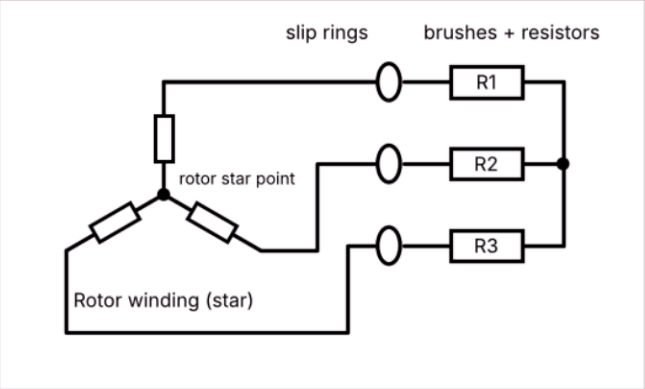
1. گزینه‌ی الف (ژنراتور)؛ موتور انرژی الکتریکی را به مکانیکی تبدیل می‌کند.
2. گزینه‌ی د (چدن)؛ بدنه ممکن است آلومینیومی هم ساخته شود، ولی در گزینه‌ها «چدن» آمده است.
3. گزینه‌ی الف؛ مورب بودن شیارها (به اندازه‌ی پهنای یک شیار استاتور) در هنگام راه‌اندازی سر و صدا و لرزش گشتاور را کم می‌کند.
4. رتور قفسی از یک هسته‌ی استوانه‌ای ورقه‌ورقه‌ی فولادی تشکیل شده که در شیارهای آن میله‌های (مفتول‌های) هادی آلومینیومی یا مسی قرار دارد. دو سر میله‌ها توسط دو حلقه‌ی هادی انتهایی به هم اتصال کوتاه شده‌اند و مجموعه شبیه قفس می‌شود. محور فولادی از مرکز هسته می‌گذرد. معمولاً آلومینیوم مذاب را در شیارها تزریق می‌کنند و میله‌ها نسبت به محور اندکی مورب‌اند.



۵) نام‌گذاری: سر کلاف‌ها U1 V1 W1 و ته کلاف‌ها U2 V2 W2. در اتصال ستاره سه ته‌کلاف U2 V2 W2 به هم وصل می‌شوند و سه سر به شبکه می‌روند؛ در اتصال مثلث ته هر کلاف به سر کلاف بعدی وصل می‌شود (U2–V1، V2–W1، W2–U1) و شبکه به این سه نقطه وصل می‌شود.



۶) در رتور سیم‌پیچی شده سه کلاف رتور به‌صورت ستاره بسته می‌شوند. سه سر آزاد به سه حلقه‌ی لغزان (رینگ) روی محور وصل است؛ جاروبک‌ها روی حلقه‌ها می‌لغزند و رتور را به مقاومت‌های خارجی (راه‌انداز) وصل می‌کنند.



1. صحیح؛ حلقه‌ها دو سر میله‌ها را به هم اتصال کوتاه می‌کنند تا جریان القایی در حلقه‌ی بسته جاری شود (**۷**).
2. غلط؛ ورقه‌ورقه کردن هسته (و عایق بودن ورقه‌ها) تلفات فوکو (گردابی) را کم می‌کند. برای کاهش تلفات هیسترزیس فولاد با پسماند کم (فولاد سیلیسی) انتخاب می‌شود (**۸**).
3. غلط؛ این وظیفه‌ی بدنه‌ی موتور است. درپوش‌ها و یاتاقان‌ها تکیه‌گاه مکانیکی رتور را فراهم می‌کنند تا رتور راحت در استاتور بچرخد (**۹**).
4. صحیح؛ سه گروه کلاف در فضای 360° استاتور طوری جاسازی می‌شوند که هر دو کلاف 120° اختلاف فاز مکانی داشته باشند (**۱۰**).

۴ صفحه ۱۲۴ **سؤال**

چرا در موقعیت 3 میدان به اندازهٔ 120 درجه نسبت به موقعیت 2 تغییر مکان داشته است؟

در موقعیت ۲ ($\omega t = 90^\circ$) بیشینه‌ی جریان در فاز L1 است و در موقعیت ۳ ($\omega t = 210^\circ$) بیشینه‌ی جریان در فاز L2 است. محور کلاف L2 در فضا 120° از محور کلاف L1 فاصله دارد و در موتور دو قطبی، میدان دوار در هر یک سیکل جریان یک دور کامل (360°) می‌چرخد، یعنی به ازای هر 1° تغییر ωt، میدان 1° می‌چرخد. چون $210^\circ - 90^\circ = 120^\circ$ است، میدان نیز 120° جابه‌جا می‌شود.

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

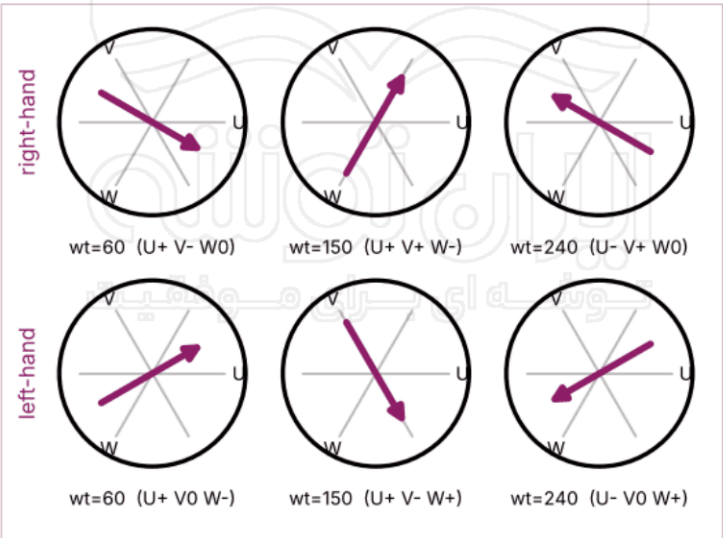
۵ صفحه ۱۲۷ تمرین

وضعیت جریان‌های سه فاز متصل به سیم‌پیچ‌های استاتور یک موتور سه فاز و نحوه ایجاد میدان مغناطیسی ایجاد شده در دو حالت راست‌گرد و چپ‌گرد را در موقعیت‌های $\omega t = 60^\circ$، $\omega t = 150^\circ$ و $\omega t = 240^\circ$ را ترسیم کنید.

جریان‌ها $i1 = Im \cdot \sin \omega t$، $i2 = Im \cdot \sin(\omega t - 120^\circ)$، $i3 = Im \cdot \sin(\omega t - 240^\circ)$ هستند. برای حالت چپ‌گرد جای دو فاز (مثلاً L2 و L3) عوض می‌شود. جهت میدان برآیند (محور بین قطب‌های N و S) نسبت به محور کلاف U در جدول و شکل آمده است. اندازه‌ی میدان در همه‌ی لحظه‌ها ثابت و برابر 1.5 برابر بیشینه‌ی میدان یک فاز است.

ωt	i1 , i2 , i3 (بر حسب Im) :راست‌گرد	جهت میدان	i1 , i2 , i3 :چپ‌گرد	جهت میدان
60°	0 , 0.87− , 0.87+	330°	0.87− , 0 , 0.87+	30°
150°	1− , 0.5+ , 0.5+	60°	0.5+ , 1− , 0.5+	300°
240°	0 , 0.87+ , 0.87−	150°	0.87+ , 0 , 0.87−	210°

زاویه‌ی جهت میدان از محور U و در جهت U → V → W اندازه‌گیری شده است. در حالت راست‌گرد میدان با افزایش ωt در جهت U→V→W می‌چرخد (هر 90° تغییر ωt یعنی 90° چرخش) و در حالت چپ‌گرد در جهت مخالف.



۶ صفحه ۱۲۹ تمرین

با توجه به رابطه سرعت سنکرون و براساس تعداد قطب یا سرعت داده شده جدول (2) را تکمیل کنید. (فرکانس برق شهر 50 هرتز)

از رابطه‌ی $ns = 120 \cdot f / P$ (که در آن P تعداد قطب‌ها و $f = 50\ Hz$ است) داریم:

جدول ۲ ـ سرعت میدان دوار

(P) تعداد قطب‌ها	تعداد زوج قطب	(RPM) سرعت میدان دوار
2	1	3000
4	2	1500
6	3	1000
8	4	750
10	5	600
12	6	500

مثلاً $ns = 120 \times 50/8 = 750$ و برای $ns = 600$: $P = 120 \times 50/600 = 10$ قطب.

این فایل توسط سایت ایران‌توشه تهیه شده است.
irantooshe.ir

۷ صفحه ۱۳۱ پرسش

1ـ اندازه نیروی محرکه القایی در سیم‌پیچی با 500 حلقه و تغییرات فوران 200 میلی و در محدوده زمان 400 میلی ثانیه چند ولت است؟ الف) 200 ب) 250 ج) 400 د) 550

2ـ در موقعیت 270 درجه میدان دوار به ترتیب فاز L3 و فاز L3 در چه شرایطی از سیکل جریان متناوب قرار دارد؟ الف) منفی، مثبت ب) مثبت، منفی ج) مثبت، مثبت د) منفی، منفی

3ـ در نیم سیکل منفی جریان از ..... سیم پیچ وارد شده و جهت جریان در سر سیم پیچ به صورت ..... در نظر گرفته می‌شود. الف) انتها، ب) انتها، ج) سر، د) سر،

4ـ وضعیت میدان مغناطیسی در موقعیت‌های 120° و 135° و 300° را رسم کنید.

5ـ چگونه می‌توان جهت گردش موتورهای الکتریکی را عوض کرد؟ با رسم شکل در یک موقعیت آن را توضیح دهید.

6ـ چگونگی چرخش رتور موتورهای القایی را شرح دهید.

7ـ جنس میله‌های رتور موتورهای القایی از چه ماده‌ای است و چرا مورب ساخته می‌شوند؟

8ـ با سه برابر شدن فرکانس و نصف شدن تعداد قطب یک موتور سه فاز القایی سرعت آن 6 برابر می‌شود. صحیح / غلط

9ـ در ماشین‌های رتور قفسی هادی‌های رتور نسبت به هسته عایق هستند. صحیح / غلط

10ـ برای تغییر جهت گردش موتور باید جای دو فاز فرد را با فازهای زوج عوض کرد. صحیح / غلط

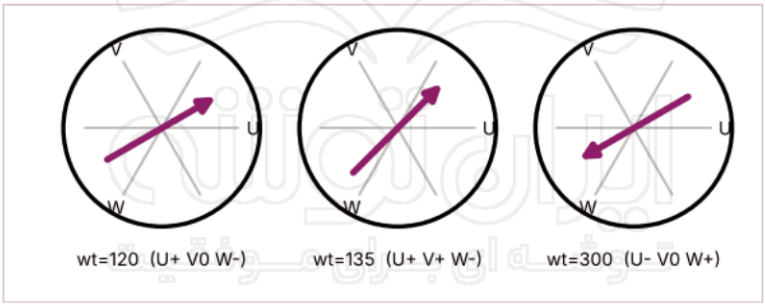
۱) گزینه‌ی ب: $e = N\cdot\Delta\varphi/\Delta t = 500 \times 0.2 / 0.4 = 250\ V$

۲) گزینه‌ی الف (منفی، مثبت): در موقعیت 270° طبق توضیح درس، فاز L3 در نیم‌سیکل مثبت و دو فاز دیگر در نیم‌سیکل منفی هستند.

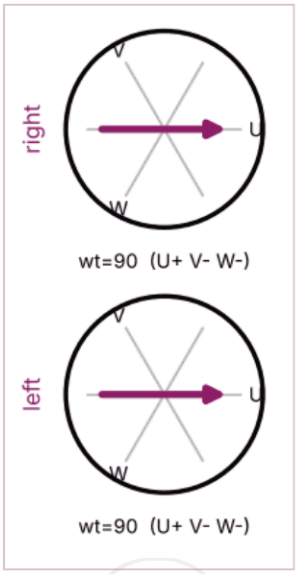
۳) در نیم‌سیکل منفی جریان از «انتها» (ته) سیم‌پیچ وارد و از سر آن خارج می‌شود، پس جهت جریان در سر سیم‌پیچ با علامت «نقطه» (⊙) نشان داده می‌شود؛ یعنی گزینه‌ای که «انتها» و «نقطه» را دارد.

۴) جریان‌ها $i1 = \sin \omega t$، $i2 = \sin(\omega t - 120^\circ)$، $i3 = \sin(\omega t - 240^\circ)$ (راست‌گرد). جهت میدان از محور U اندازه‌گیری شده است:

ωt	i1 , i2 , i3 (بر حسب Im)	جهت میدان
120°	0.87− , 0 , 0.87+	30°
135°	0.97− , 0.26+ , 0.71+	45°
300°	0.87+ , 0 , 0.87−	210°



۵) با عوض کردن جای دو فاز از سه فاز (مثلاً L2 و L3) ترتیب فازها معکوس می‌شود و جهت چرخش میدان دوار و در نتیجه جهت گردش موتور عوض می‌شود. در عمل از کلید چپ‌گرد ـ راست‌گرد یا مدار کنتاکتوری استفاده می‌کنند. شکل زیر در $\omega t = 90^\circ$ نشان می‌دهد که در حالت راست‌گرد میدان در ωt بعدی به سمت V می‌رود (U→V→W) ولی در حالت چپ‌گرد به سمت W.



۶) میدان دوار استاتور هادی‌های رتور را قطع می‌کند و طبق قانون فاراده ($e = N \cdot \Delta\varphi/\Delta t$) در آنها نیروی محرکه القا می‌کند. چون میله‌ها با حلقه‌های انتهایی بسته‌اند، جریان القایی در آنها برقرار می‌شود. طبق قانون لورنتس به هر هادی حامل جریان در میدان نیرو ($F = B \cdot I \cdot L$) وارد می‌شود و این نیرو حول محور رتور گشتاور ($T = F \cdot r$) ایجاد می‌کند و رتور در جهت چرخش میدان می‌چرخد. سرعت رتور هرگز به سرعت میدان نمی‌رسد، زیرا در آن صورت نیروی محرکه‌ای القا نمی‌شود.

۷) میله‌های رتور قفسی از آلومینیوم (که مذاب آن در شیارها تزریق می‌شود) و در برخی موتورها از مس ساخته می‌شود. شیارها را مورب می‌سازند (به اندازه‌ی پهنای یک شیار استاتور) تا هنگام راه‌اندازی صدا و لرزش موتور کمتر شود.

۸) صحیح: $ns = 120 \cdot f / P$؛ با $f' = 3f$ و $P' = P/2$ داریم $ns' = 120 \cdot 3f / (P/2) = 6 \cdot ns$.

۹) غلط؛ میله‌ها مستقیماً در شیارهای هسته ریخته می‌شوند و نسبت به هسته عایق نیستند (جریان از میله‌ها و حلقه‌ها می‌گذرد).

۱۰) غلط؛ برای تغییر جهت کافی است جای هر دو فاز دلخواه از سه فاز عوض شود (فرد و زوج بودن فاز مطرح نیست).

۸ صفحه ۱۴۰ **پرسش**

1ـ سرعت چرخش رتور موتور 6 قطب با لغزش 30 درصد در فرکانس 50 هرتز، چند RPM است؟ الف) 500 ب) 970 ج) 1000 د) 1300

2ـ در شرایط راه‌اندازی لغزش موتور کدام است؟ الف) $s = 1$ ب) $s = 0$ ج) $0 < s < 1$ د) $s > 1$

3ـ در کدام‌یک از حالات زیر مقدار لغزش بزرگ‌تر از واحد است؟ الف) بی‌باری ب) موتوری ج) ترمزی د) راه‌اندازی

4ـ لغزش را با ذکر رابطه تعریف کنید.

5ـ موتورهای آسنکرون و سنکرون را تعریف کنید.

6ـ در مورد نحوه به‌دست آوردن نقطه کار از روی مشخصه گشتاور ـ دور توضیح دهید.

7ـ مفاهیم Ts ، Tm ، T را تعریف کنید.

8ـ موتورهای رتورقفسی نوع C دارای بیشترین گشتاور راه‌اندازی هستند. (صحیح / غلط)

9ـ با افزایش سرعت رتور مقدار ضریب توان مؤثر موتور به‌صورت خطی افزایش می‌یابد. (صحیح / غلط)

10ـ روی مشخصه گشتاور ـ دور موتور القایی نقطه کار موتور را بین Ts و Tm باید انتخاب کرد. (صحیح / غلط)

---

۱) ns = 120·f / P = 120×50 / 6 = 1000 rpm و nr = ns(1 − s) = 1000×(1 − 0.3) = 700 rpm. عدد ۷۰۰ در گزینه‌ها نیست؛ گزینه‌ی (ب) یعنی 970 rpm مربوط به لغزش ۳ درصد است (1000×0.97) و به‌نظر می‌رسد منظور کتاب همین بوده است.

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

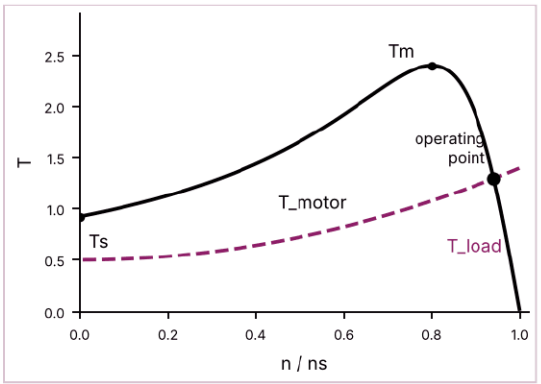
۲) گزینه‌ی «الف»: در لحظه‌ی راه‌اندازی nr = 0 و در نتیجه s = (ns − 0)/ns = 1 (۱۰۰٪) است.

۳) گزینه‌ی «ج» (ترمزی): در حالت ترمزی رتور برخلاف جهت میدان می‌چرخد، nr < 0 و s = (ns + |nr|)/ns > 1 می‌شود.

۴) لغزش نسبت اختلاف سرعت میدان دوار و سرعت رتور به سرعت میدان دوار است: S = (ns − nr) / ns یا به‌صورت درصد S% = (ns − nr)/ns × 100.

۵) موتور **آسنکرون (غیرهم‌زمان)** موتوری است که سرعت چرخش رتور آن با سرعت میدان دوار برابر نیست (اختلاف سرعت دارد)، مانند موتورهای القایی. در موتور **سنکرون (هم‌زمان)** سرعت چرخش رتور دقیقاً برابر سرعت میدان دوار است.

۶) مشخصه‌ی گشتاور ـ دور موتور و مشخصه‌ی گشتاور ـ دور بار را روی یک صفحه‌ی مختصات رسم می‌کنیم. محل تلاقی دو منحنی «نقطه کار» است. از روی این نقطه سرعت و گشتاور موتور در حالت پایدار (گشتاور نامی Tn و سرعت نامی) خوانده می‌شود. نقطه کار باید در ناحیه‌ی بعد از Tm (سرعت بیشتر از nrm) باشد تا سرعت پایدار شود.



۷) تعاریف:

- **T:** گشتاور تولیدی موتور در هر سرعت (گشتاور نامی Tn همان گشتاور در نقطه کار است).

توشه ای برای موفقیت

- **Tm:** گشتاور ماکزیمم؛ بیشترین گشتاوری که موتور می‌تواند تولید کند.
- **Ts:** گشتاور راه‌اندازی؛ گشتاور موتور در لحظه‌ی شروع به کار (nr = 0) که باید از گشتاور بار بیشتر باشد (Ts > TL).

۸) غلط؛ بیشترین گشتاور راه‌اندازی مربوط به رتور قفسی نوع **D** است (مطابق شکل ۳۸).

۹) غلط؛ ضریب توان با افزایش سرعت تا nrm زیاد می‌شود، سپس کم می‌شود و در سرعت سنکرون صفر است (خطی نیست).

۱۰) غلط؛ نقطه کار باید بعد از Tm قرار گیرد، زیرا بین Ts و Tm امکان تثبیت سرعت وجود ندارد.

۹ صفحه ۱۴۲ **فعالیت**

با توجه به (شکل 41) به ازای کدام ولتاژ، موتور راه‌اندازی نمی‌شود؟ چرا ؟

به ازای کمترین ولتاژ، یعنی V3 (منحنی با کمترین گشتاور راه‌اندازی Ts3)، موتور راه‌اندازی نمی‌شود.

دلیل: گشتاور موتور متناسب با مجذور ولتاژ است ($T \propto V^2$). با کاهش ولتاژ، گشتاور راه‌اندازی کم می‌شود و اگر از گشتاور بار کمتر شود (Ts < TL)، رتور شروع به گردش نمی‌کند.

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۱۰ صفحه ۱۵۴ **پرسش**

1ـ رابطه بین جریان راه‌اندازي و جریان نامی موتورهای القایی کدام است؟ الف) Is = 2In ب) Is = 3In ج) Is = In / 3 د) Is = 6In

2ـ کدام یک از روابط زیر صحیح است؟ الف) IpY = √3 IL ب) IpΔ = IL ج) VpY = VL / √3 د) VpΔ = √3 VL

3ـ کدام مورد از جمله خصوصیات روش راه‌اندازي نرم نیست ؟ الف) دارای قابلیت تنظیم دقیق گشتاور ب) کم بودن هزینه تعمیر و نگهداری ج) افزایش طول عمر مکانیکی موتور د) پایین بودن قیمت تجهیزات

4ـ با رسم نقشه کلید مدار ترمز جریان مخالف، طرز کار آن را به اختصار توضیح دهید.

5ـ شکل‌های مختلف اتصال جریان DC به سیم‌پیچ‌های استاتور موتور آسنکرون در روش ترمز جریان مستقیم را رسم کنید.

6ـ نمودار توازن توان در موتورهای القایی را رسم کرده و برای محاسبه توان الکترومغناطیسی و توان مکانیکی ناخالص دو رابطه بنویسید.

7ـ در روش کنترل سرعت موتور با تغییر فرکانس، به ازای افزایش فرکانس، گشتاور موتور افزایش می‌یابد. (صحیح / غلط)

8ـ نسبت سرعت تند به سرعت کند در موتورهای دو سرعته دالاندر برابر 2 است. (صحیح / غلط)

9ـ تلفات مکانیکی در روش ترمز جریان مستقیم از سایر روش‌ها بیشتر است. (صحیح / غلط)

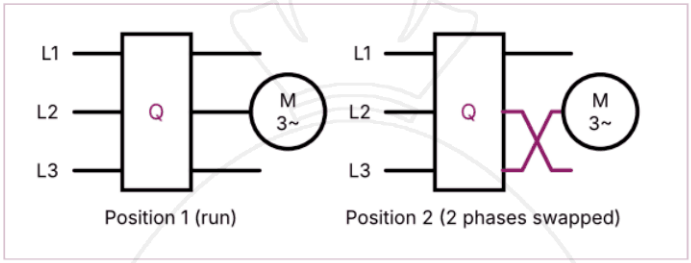
10ـ در روش کنترل سرعت (V) با افزایش ولتاژ مقدار Ts کاهش می‌یابد. (صحیح / غلط)

۱) گزینه‌ی «د»: جریان راه‌اندازی موتورهای القایی حدود ۵ تا ۷ برابر جریان نامی است (Is ≈ 6 In).

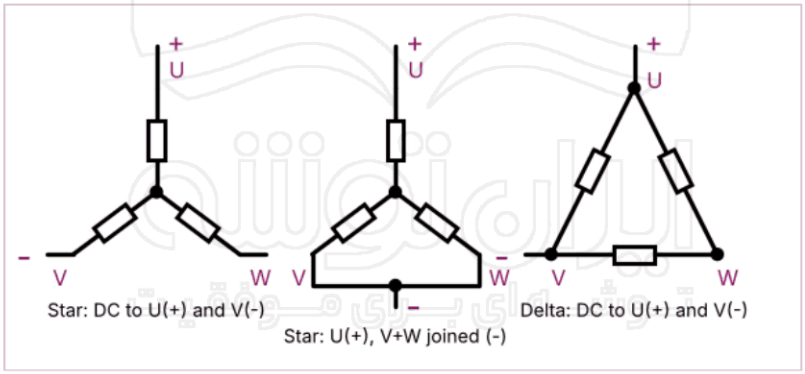
۲) گزینه‌ی «ج»: در اتصال ستاره VpY = VL/√3 و IpY = IL و در اتصال مثلث VpΔ = VL و IpΔ = IL/√3 است.

۳) گزینه‌ی «د»: راه‌انداز نرم با قطعات الکترونیک قدرت ساخته می‌شود و قیمت تجهیزات آن بالاست؛ پس «پایین بودن قیمت» از ویژگی‌های آن نیست.

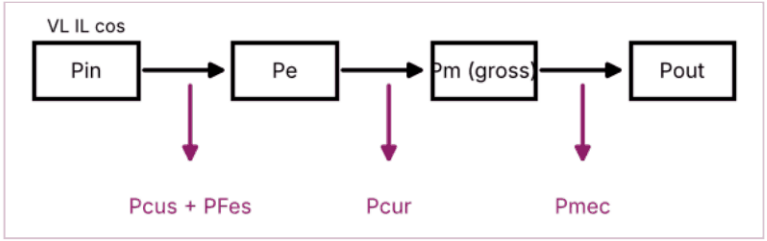
۴) با کلید ویژه‌ی Q در وضعیت (۱) سه فاز L1, L2, L3 به استاتور وصل است و موتور کار می‌کند. برای ترمز، کلید را در وضعیت (۲) می‌گذاریم؛ جای دو فاز عوض می‌شود، جهت میدان دوار برعکس می‌شود و گشتاوری در خلاف جهت چرخش رتور ایجاد می‌شود که آن را سریع کند می‌کند. با رها کردن اهرم، کلید خودکار به وضعیت (۰) برمی‌گردد و برق قطع می‌شود تا رتور در جهت مخالف شروع به گردش نکند.



۵) برق سه فاز قطع و به دو سر سیم‌پیچ‌های استاتور (ستاره یا مثلث) ولتاژ DC وصل می‌شود تا میدان ثابت ایجاد شود:



۶) نمودار توازن توان:



- توان الکترومغناطیسی: Pe = Pout + (Pcur + Pmec) یا Pe = Pin − (Pcus + PFes)
- توان مکانیکی ناخالص: Pc = Pout + Pmec یا Pc = Pe − Pcur = Pe(1 − S)

۷) غلط؛ با افزایش فرکانس (در ولتاژ ثابت) چگالی میدان دوار ($B \propto V/f$) و گشتاور کم می‌شود.

۸) صحیح؛ نسبت سرعت کند به تند ۱/۲ است، یعنی سرعت تند ۲ برابر سرعت کند است.

۹) غلط؛ بیشترین تلفات مکانیکی (اصطکاک) مربوط به ترمز الکترومکانیکی است.

۱۰) غلط؛ گشتاور متناسب با مجذور ولتاژ است ($T \propto V^2$)، پس با افزایش ولتاژ Ts افزایش می‌یابد.

۱۱ صفحه ۱۵۶ **پرسش پایانی**

1ـ با توجه به روابط سرعت سنکرون و لغزش جدول زیر را کامل کنید. (f = 50 Hz) ردیف‌ها: (P=2 ، S=10%) ، (ns=500 ، P=8 ، S=5%) ، (nr=1440 ، ns=1500) ، (nr=2880)

از $ns = 120f/P = 6000/P$، $S = (ns - nr)/ns$ و $nr = ns(1 - S)$:

P	ns (rpm)	nr (rpm)	S
2	3000	2880	0/04 (۴٪)
4	1500	1440	0/04 (۴٪)
8	750	712/5	0/05 (۵٪)
12	500	450	0/1 (۱۰٪)

در ردیف آخر عدد ۵۰۰ را سرعت سنکرون گرفتیم (با آن P = 12 می‌شود).

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۱۲ صفحه ۱۵۶ **پرسش پایانی**

2ـ موتور آسنکرون سه فازی به قدرت 4kw و ضریب قدرت 0/75 را به شبکه 830 ولتی متصل کرده‌ایم. در بار نامی جریانی برابر 12a از شبکه دریافت می‌کند تعیین کنید. الف) تلفات کلی ب) راندمان موتور برحسب درصد

ولتاژ شبکه را ۳۸۰ ولت می‌گیریم (با ۸۳۰ ولت توان ورودی از توان خروجی بیشتر می‌شود و جواب بی‌معنی است):

$Pin = \sqrt{3} \cdot VL \cdot IL \cdot \cos\varphi = 1.732 \times 380 \times 12 \times 0.75 \approx 5924\ W$

الف) $\Delta P = Pin - Pout = 5924 - 4000 \approx 1924\ W$

ب) $\eta = Pout/Pin \times 100 = 4000/5924 \times 100 \approx 67.5\ \%$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۱۳ صفحه ۱۵۶ پرسش پایانی

3ـ روی پلاک موتور سه فازی مشخصات زیر نوشته شده است مطلوب است ضریب قدرت موتور را به‌دست آورید. V=400 [V] I=25 [A] P=8 η=85%

توان نامی را ۸ کیلووات می‌گیریم:

Pin = Pout/η = 8000/0.85 ≈ 9412 W

cosφ = Pin /(√3·V·I) = 9412 /(1.732×400×25) ≈ 0.54

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۱۴ صفحه ۱۵۶ پرسش پایانی

4ـ یک موتور آسنکرون که با 95% سرعت سنکرون می‌گردد قدرتی برابر 60kw از شبکه دریافت می‌کند. هرگاه ضریب بهره موتور 80% باشد حساب کنید. تلفات مسی رتور در صورتی که تلفات مکانیکی 2kw باشد.

Pout = η·Pin = 0.8×60 = 48 kW ؛ nr = 0.95 ns → S = 0.05

Pc = Pout + Pmec = 48 + 2 = 50 kW و از Pc = Pe(1 − S) : Pe = 50/0.95 ≈ 52.63 kW

Pcur = S·Pe = 0.05×52.63 ≈ 2.63 kW (برابر ۲۶۳۰ وات)

۱۵ صفحه ۱۵۶ پرسش پایانی

5ـ موتور القایی سه فازه آسنکرون که قدرت مصرفی آن 55672w و ضریب بهره آن 80% است دارای سرعت سنکرون 500RPM و لغزش در بار کامل 8% می‌باشد. هرگاه افت مسی استاتور 2500W و تلفات آهن 1/7kw باشد حساب کنید. الف) تلفات مکانیکی ب) افت مسی رتور ج) ضریب قدرت (اگر موتور با ولتاژ 660V کار کند و جریان 50A از شبکه دریافت نماید)

Pout = 0.8×55672 = 44537.6 W

Pe = Pin − (Pcus + PFes) = 55672 − (2500 + 1700) = 51472 W

ب) Pcur = S·Pe = 0.08×51472 ≈ 4117.8 W

الف) Pc = Pe − Pcur = 51472 − 4117.8 = 47354.2 W و Pmec = Pc − Pout = 47354.2 − 44537.6 ≈ 2816.6 W

ج) cosφ = Pin/(√3·V·I) = 55672/(1.732×660×50) ≈ 0.974

۱۶ صفحه ۱۵۶ پرسش پایانی

6ـ یک موتور آسنکرون سه فاز به قدرت 4hp که با ولتاژ 380 ولت در ضریب قدرت 0/8 کار می‌کند را در نظر بگیرید. اگر ضریب بهره موتور 80% باشد مطلوب است: الف) جریان که از شبکه دریافت می‌کند ب) جریان هر فاز موتور (در صورتی که کلاف‌های موتور مثلث باشد)

Pout = 4×736 = 2944 W ،Pin = 2944/0.8 = 3680 W

الف) IL = Pin/(√3·VL·cosφ) = 3680/(1.732×380×0.8) ≈ 6.99 ≈ 7 A

ب) در مثلث: Iph = IL/√3 = 6.99/1.732 ≈ 4.04 A

۱۷ صفحه ۱۵۷ پرسش پایانی

7ـ یک موتور القایی سه فاز 380 ولت 8 قطب دارای قدرت مفیدی برابر 32 اسب بخار در ضریب قدرت 0/8 است. هرگاه موتور با سرعت 710RPM در فرکانس 50 هرتز بچرخد مطلوب است: الف) راندمان در صورتی که موتور از شبکه 50A دریافت کند. ب) تلفات کل ج) لغزش موتور د) قدرت الکترومغناطیسی (در صورتی که تلفات مکانیکی 448 وات باشد)

Pout = 32×736 = 23552 W؛ Pin = √3×380×50×0.8 ≈ 26327 W

الف) η = 23552/26327 ×100 ≈ 89.5 %

ب) ΔP = 26327 − 23552 ≈ 2775 W

ج) ns = 120×50/8 = 750 rpm، S = (750 − 710)/750 ≈ 0.0533 (5.33 %)

د) Pc = Pout + Pmec = 23552 + 448 = 24000 W، Pe = Pc/(1 − S) = 24000/0.9467 ≈ 25352 W

۱۸ صفحه ۱۵۷ پرسش پایانی

8ـ یک موتور آسنکرون سه فاز به قدرت مکانیکی 30hp و ولتاژ 400 ولت در فرکانس 50Hz با سرعت 1440RPM می‌چرخد. اگر ضریب قدرت موتور 0/85 باشد مطلوب است: الف) لغزش در صورتی که موتور چهار قطب باشد. ب) قدرت الکترومغناطیسی ج) تلفات مسی رتور د) قدرت مصرفی (دریافتی) موتور اگر تلفات آهنی و مسی استاتور به ترتیب 1200 و 1800 باشد هـ) گشتاورهای Te ، T2 در بار نامی (تلفات مکانیکی 500w در نظر گرفته شود) و) جریان خط هر فاز موتور در صورتی که اتصال کلاف‌ها مثلث باشد.

Pout = 30×736 = 22080 W؛ ns = 120×50/4 = 1500 rpm

الف) S = (1500 − 1440)/1500 = 0.04 (4 %)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

ب) $Pc = Pout + Pmec = 22080 + 500 = 22580\ W$، $Pe = Pc/(1 - S) = 22580/0.96 \approx 23521\ W$

ج) $Pcur = S \cdot Pe = 0.04 \times 23521 \approx 941\ W$

د) $Pin = Pe + PFes + Pcus = 23521 + 1200 + 1800 \approx 26521\ W$

هـ) $Te = Pe/\omega s = 23521/(2\pi \times 1500/60) = 23521/157.08 \approx 149.7\ N \cdot m$؛ $T2 = Pout/\omega r = 22080/(2\pi \times 1440/60) = 22080/150.8 \approx 146.4\ N \cdot m$

و) $IL = Pin/(\sqrt{3} \cdot VL \cdot \cos\varphi) = 26521/(1.732 \times 400 \times 0.85) \approx 45.0\ A$؛ جریان هر فاز در مثلث: $Iph = IL/\sqrt{3} \approx 26\ A$

---

۱۹ صفحه ۱۵۷ پرسش پایانی

9ـ یک موتور آسنکرون به قدرت مفید 3 کیلو وات به شبکه 380 ولتی متصل و جریان 7 آمپر را با ضریب قدرت 0/78 از شبکه دریافت می‌کند. مطلوب است: الف) مجموع تلفات ماشین ب) درصد ضریب بهره

$Pin = \sqrt{3} \times 380 \times 7 \times 0.78 \approx 3594\ W$

الف) $\Delta P = 3594 - 3000 \approx 594\ W$

ب) $\eta = 3000/3594 \times 100 \approx 83.5\ \%$

---

۲۰ صفحه ۱۵۷ پرسش پایانی

10ـ روی پلاک یک الکتروموتور سه فاز این اطلاعات درج شده است. η=85% I=16A P=10hp V=380V مجموع تلفات و ضریب قدرت موتور را در نقطه کار نامی تعیین کنید.

$Pout = 10 \times 736 = 7360\ W$، $Pin = 7360/0.85 \approx 8659\ W$

$\Delta P = 8659 - 7360 \approx 1299\ W$

$\cos\varphi = Pin/(\sqrt{3} \cdot V \cdot I) = 8659/(1.732 \times 380 \times 16) \approx 0.82$

---

۲۱ صفحه ۱۵۷ پرسش پایانی

11ـ یک موتور القایی با قدرت خروجی 12 کیلووات و ضریب بهره 84% مفروض است. اگر تلفات ثابت 900 وات باشد، مقدار تلفات متغیر آن را به‌دست آورید.

$Pin = 12000/0.84 \approx 14286\ W$، $\Delta P = 14286 - 12000 = 2286\ W$

W تلفات ثابت = 2286 − 900 ≈ 1386 − ΔP = تلفات متغیر

۲۲ صفحه ۱۵۷ پرسش پایانی

12ـ توان الکترومغناطیسی موتوری 1000 وات و تلفات مسی رتور آن 30 وات است. اگر سرعت سنکرون موتور 1200 دور بر دقیقه و فرکانس شبکه 60 هرتس باشد، مطلوب است: الف) تعداد قطب‌های سیم‌بندی استاتور ب) سرعت گردش رتور

الف) قطب P = 120f/ns = 120×60/1200 = 6

ب) S = Pcur/Pe = 30/1000 = 0.03، nr = ns(1 − S) = 1200×0.97 = 1164 rpm

۲۳ صفحه ۱۵۷ پرسش پایانی

13ـ یک الکتروموتور القایی سه فاز با اتصال مثلث استاتور به شبکه سه فاز 208 ولت و 60 هرتز متصل است و در بار نامی با سرعت 1710 دور بر دقیقه و لغزش 0/05 قدرت 20 کیلووات را با ضریب قدرت 0/88 از شبکه دریافت می‌کند. تلفات آهنی استاتور 750 وات و تلفات مکانیکی 600 وات و مقاومت اهمی هر فاز استاتور 0/4 اهم است. اگر تلفات مسی استاتور و رتور برابر باشند مطلوب است: الف) جریان دریافتی از شبکه ب) قدرت الکترومغناطیسی ج) قدرت مفید د) گشتاور الکترومغناطیسی هـ) گشتاور مفید

الف) IL = Pin/(√3·VL·cosφ) = 20000/(1.732×208×0.88) ≈ 63.1 A؛ جریان فاز مثلث: Iph = IL/√3 ≈ 36.4 A

Pcus = 3·R·Iph² = 3×0.4×36.4² ≈ 1592 W و طبق فرض Pcur = Pcus ≈ 1592 W

ب) Pe = Pin − (Pcus + PFes) = 20000 − (1592 + 750) ≈ 17658 W

ج) Pc = Pe − Pcur = 17658 − 1592 = 16066 W، Pout = Pc − Pmec = 16066 − 600 ≈ 15466 W

د) ns = 1710/0.95 = 1800 rpm، Te = Pe/ωs = 17658/(2π×1800/60) ≈ 93.7 N·m

هـ) T2 = Pout/ωr = 15466/(2π×1710/60) ≈ 86.4 N·m

توجه: با لغزش داده‌شده (Pcur = S·Pe ≈ 883 W) و فرض برابری تلفات مسی، داده‌های مسئله کاملاً هم‌خوان نیستند؛ پاسخ بالا طبق فرض «تلفات مسی استاتور و رتور برابر» است.

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

این فایل توسط سایت ایران‌توشه تهیه شده است.

irantooshe.ir