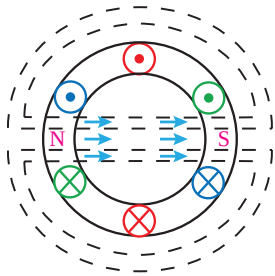
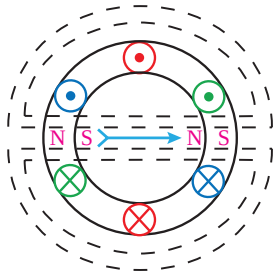
پودمان سوم

تحلیل ماشین‌های الکتریکی (موتورهای القایی)

پدیده میدان دوار



محل خروج خطوط میدان مغناطیسی از استاتور را با قطب N نشان می‌دهند و محل ورود خطوط میدان مغناطیسی به استاتور را با قطب S نشان داده می‌شود.



با قرار دادن عقربه مغناطیسی درون استاتور قطب S عقربه نشان‌دهنده قطب N میدان استاتور می‌باشد. همچنین قطب N عقربه نشان‌دهنده قطب S میدان استاتور است.

سرعت میدان دوار

سرعت گردش میدان دوار تابع تعداد قطب‌های استاتور و فرکانس جریان الکتریکی سیم‌پیچ‌های استاتور است. با افزایش تعداد قطب در فرکانس ثابت سرعت میدان دوار کاهش می‌یابد. بین سرعت زاویه‌ای مکانیکی میدان دوار با سرعت زاویه‌ای الکتریکی رابطه زیر برقرار است:

$$\omega_m = \frac{P}{۲}\omega_e$$

ترسیم مشخصه گشتاور ـ لغزش

مشخصه گشتاور ـ لغزش موتورهای القایی از رابطه زیر ترسیم می‌شود:

$$T = K\frac{E_2^2 R_2 S}{R_2^2 + (SX_2)^2}$$

در لحظه راه‌اندازی به ازای $S = 1$ گشتاور راه‌اندازی T_S خواهد شد:

$$T_S = K\frac{E_2^2 R_2}{R_2^2 + X_2^2}$$

گشتاور ماکزیمم به ازای $S_m = \frac{R_2}{X_2}$ خواهد شد:

$$T_m = K\frac{E_2^2}{2X_2}$$

کلاس‌های رتور قفسی

شیارهای بزرگ هادی‌های با مقطع بزرگ را در خود جای می‌دهد لذا مقاومت اهمی هادی‌ها کاهش می‌یابد.
در شیارهای عمیق به دلیل احاطه هادی توسط هسته، خودالقایی بیشتر خواهد شد. لذا راکتانس رتور افزایش می‌یابد.

امپدانس رتور از رابطه $Z = \sqrt{R_2^2 + (SX_2)^2}$ قابل محاسبه می‌باشد.

ضریب توان مؤثر رتور

ضریب توان مؤثر رتور از رابطه $\cos\varphi = \frac{R_2}{\sqrt{R_2^2 + (SX_2)^2}}$ قابل محاسبه می‌باشد.

در لحظه راه‌اندازی $S=1$ و ضریب توان مؤثر رتور کمترین مقدار را دارد در $S=0$ ضریب توان رتور یک خواهد شد اما چون موتور به بی‌باری ایده‌آل رسیده است ضریب توان مؤثر موتور فقط شامل ضریب توان استاتور خواهد شد که مقدار ناچیزی دارد.

پاسخ به فعالیت و تمرین‌ها

کلیه فعالیت‌های پودمان حل شده است و به حل نمونه‌هایی از تمرین‌ها اکتفا شده است.

فعالیت

فعالیت صفحه ۱۲۲

ارائه جدول توان‌های موتور بر حسب اسب بخار و کیلووات

kW (کیلووات)	hp (اسب بخار)
۳/۷۳	۵
۷/۴۶	۱۰
۱۱/۱۹	۱۵
۱۸/۶۵	۲۵
۳۷/۳	۵۰

تمرین صفحه ۱۳۵

جدول ۲

سرعت میدان دوار RPM	تعداد زوج قطب $\frac{P}{۲}$	تعداد قطب	فرکانس برق شهر
۳۰۰۰	۱	۲	۵۰ HZ
۱۵۰۰	۲	۴	
۱۰۰۰	۳	۶	
۷۵۰	۴	۸	
۶۰۰	۵	۱۰	
۵۰۰	۶	۱۲	

پرسش ۱ صفحه ۱۳۷

۱ $E = N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = ۵۰۰ \times \frac{۲۰۰}{۴۰۰} = ۲۵۰[V]$

پرسش ۱ صفحه ۱۶۰

۱ جریان راه‌اندازی موتور القایی ۵ تا ۸ برابر جریان نامی است لذا $I_S = ۶I_n$ در این محدوده قرار دارد.

تمرین ۴ صفحه ۱۶۱

$$\%\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times ۱۰۰ \rightarrow P_{out} = ۸۰\% \times ۶۰ = ۴۸KW$$

$P_C = P_{out} + P_{new} = ۴۸ + ۲ = ۵۰KW$

$n_r = ۰/۹۵ns \rightarrow S = ۰/۰۵$

$P_e = P_C + P_{cur}$

$P_e = P_C + SP_e \rightarrow P_C = (۱ - S) P_e$

$$P_e = \frac{P_C}{۱-S} = \frac{۵۰}{۱-۰/۰۵} = ۵۲/۶۳KW$$

$P_{cur} = SP_e = ۰/۰۵ \times ۵۲/۶ = ۲/۶۳KW$

و یا

$P_{cur} = P_e - P_c = ۵۲/۶۳ - ۵۰ = ۲/۶۳KW$

تمرین ۷ صفحه ۱۶۲

$$P_{in} = \sqrt{۳}\, V_L I_L \cos\varphi = \sqrt{۳} \times ۳۸۰ \times ۵۰ \times ۰/۸ = ۲۶۴۰۰[W]$$

$$\%\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times ۱۰۰ = \frac{۳۲ \times ۷۴۶}{۲۶۴۰۰} \times ۱۰۰ = ۹۰\%$$

$\Delta P = P_{in} - P_{out} = ۲۶۴۰۰ - ۲۳۸۷۲ = ۲۵۲۸ [w]$

$$n_s = \frac{f ۱۲۰}{P} = \frac{۵۰ \times ۱۲۰}{۸} = ۷۵۰[RPM]$$

$$\%S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times ۱۰۰ = \frac{۷۵۰ - ۷۱۰}{۷۵۰} \times ۱۰۰ = ۵/۳\%$$

$P_C = P_{out} + P_{mec} = ۲۳۸۷۲ + ۴۴۸ = ۲۴۳۲۰ [W]$

$$P_e = \frac{P_C}{۱-s} = \frac{۲۴۳۲۰}{۱-۰/۰۵۳} = ۲۵۶۸۱[W]$$

پودمان چهارم

کاربرد اتوماسیون صنعتی (اینورتر)

سؤال: باتوجه به عدد نوشته شده در صفحه نمایش ولت‌متر بیان کنید که دیودها سالم یا معیوب هستند؟

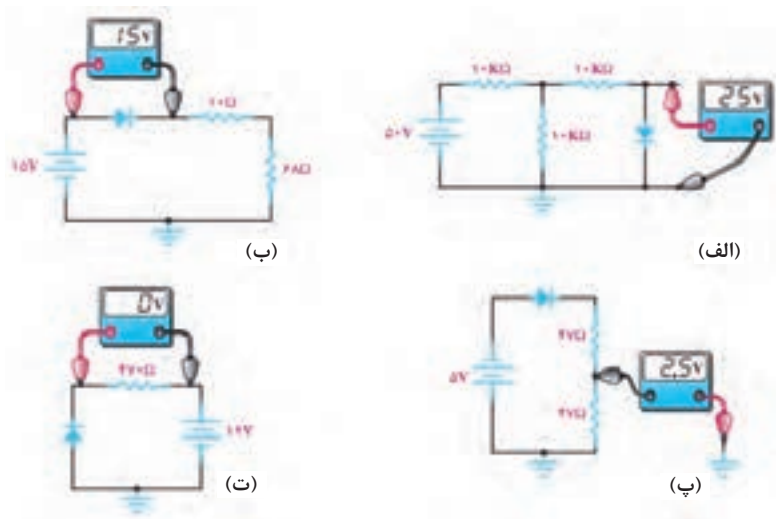
پاسخ

الف) دیود دربایاس موافق می‌باشد و باید هادی شود اما قطع است زیر ولتاژ دو سر آن ۲۵v شده است لذا دیود قطع و معیوب است.

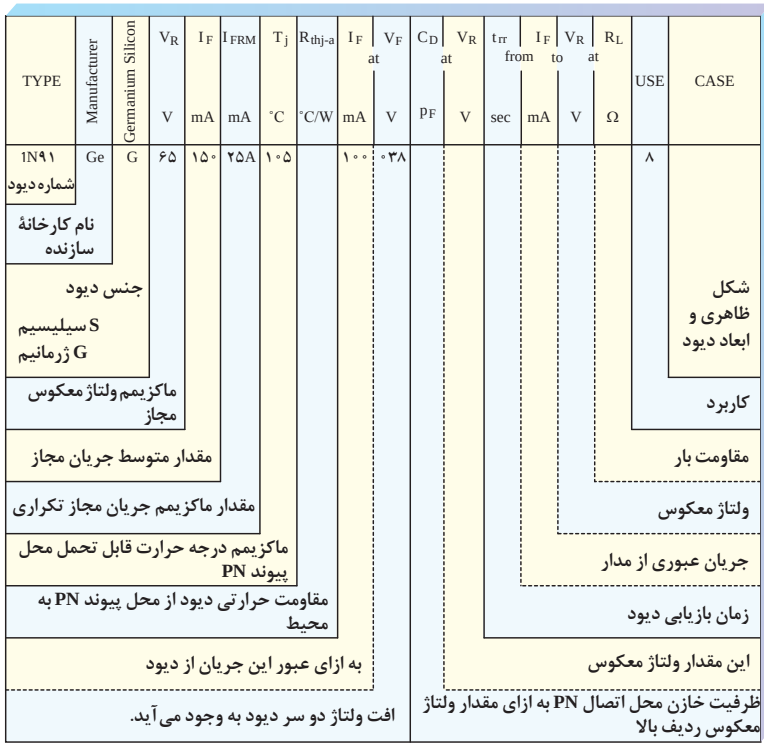
ب) دیود در بایاس مستقیم است و باید وصل باشد اما ولت‌متر ولتاژ منبع را نشان می‌دهد یعنی دیود قطع می‌باشد لذا دیود معیوب است.

پ) دیود در بایاس معکوس است و باید قطع باشد و ولت‌متر صفر نشان می‌دهد اما ولت‌متر ۲/۵v را نشان می‌دهد یعنی دیود هادی است لذا دیود معیوب است و اتصال کوتاه می‌باشد.

ت) دیود در بایاس معکوس است لذا قطع می‌باشد و جریانی در مدار جاری نیست به همین دلیل ولت‌متر صفر نشان می‌دهد پس دیود می‌تواند سالم باشد. (حداقل ولتاژ معکوس دیود ۵۰v است)



ـ مشخصه‌های فنی دیود در جدول نشان داده شده است.



مشخصه‌های فنی دیودهای ۱N۴۰۰۱ و ۱N۴۰۰۷ در جدول نشان داده شده است.

	حروف اختصاری	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	واحد
حداکثر ولتاژ معکوس تکراری حداکثر ولتاژ معکوس در حال کار حداکثر ولتاژ معکوس DC	V_{RRM} V_{RWM} V_R	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	ولت V
ولتاژ ماکزیمم معکوس غیرتکراری	V_{RSM}	۶۰	۱۲۰	۲۴۰	۴۸۰	۷۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰	ولت V
ولتاژ معکوس مؤثر	$V_{R(m/s)}$	۳۵	۷۰	۱۴۰	۲۸۰	۴۲۰	۵۶۰	۷۰۰	ولت V
معدل جریان یکسو شده در بایاس موافق در درجه حرارت محیط TA=۲۵°C	I_F	۱/۰							آمپر A
حداکثر جریان لحظه‌ای غیرتکراری	I_{FSM}	۳۰ (for۱cycle)							آمپر A
درجه حرارت پیوند	Tj	-۶۵ to + ۱۷۵							°C درجه سانتی‌گراد

برای آزمایش سالم بودن فیوز اتومبیل از مدار شکل زیر می‌توان استفاده کرد.
مدار با فیوز موازی می‌شود اگر فیوز سالم باشد LED خاموش است اگر فیوز قطع باشد یکی از LEDها روشن می‌شود.

کسب اطلاعات فنی (زبان فنی)

این پودمان شامل سه قسمت می‌باشد که در هر قسمت به یک موضوع پرداخته است و در خلال درس، فعالیت‌هایی در نظر گرفته شده است. پاسخ فعالیت‌ها به شرح زیر است:

پاسخ به فعالیت‌های زبان فنی

فعالیت صفحه ۲۰۳ کتاب

Activity:

Determine the Persian equivalents of the following technical terms and write them.

چراغ نشانگر بوق (چراغ هشدار)
Beep indicator light

بوق/ دیود (این قسمت برای تست دیود استفاده می‌شود)
Beep / Diode

جریان DC
DC current

جریان AC
AC current

ظرفیت خازن
Capacitance

Capacitance input
ورودی خازن (محلی که خازن را جهت اندازه‌گیری ظرفیت قرارد می‌گیرد.

صفحه نمایش اطلاعات
Date display

مقاومت
Resistance

دکمه فشاری (خاموش و روشن)
Switch button

ولتاژ DC
DC voltage

ولتاژ AC
AC voltage

ورودی پایه های ترانزیستور به صورت دو قسمت PNP و NPN
Triode input

Triode
سه قطبی (ترانزیستور BJT)
این قسمت ولتاژ VBE ترانزیستور را نشان می‌دهد.

ـ پاسخ به سؤالات صفحه ۲۰۸ کتاب

A. read each statement and decide whether it is true or false.

Write T befor true statement and F before false statements.

... F ... 1 Neutrons have positive and negative electrical charges.
Neutrons have no electrical charge

... F ... 2 Voltage that varies periodically with time is called an DC voltage.
A constant voltage source is called a DC Voltage with a voltage that varies periodically with time is called an AC voltage.

... T ... 3 Electrons flow from the negative (-ve) terminal to the positive (+ve) terminal of the supply .
The actual current flowing in an electrical circuit is composed of electrons that flow from the negative pole of the battery (the cathode) and return back to the positive pole (the anode) of the battery.

... T ... 4 We decrease the resistance the current goes up.
if we increase the resistance, the current goes down for a given voltage and if we decrease the resistance the current goes up.

... F ... 5 For ease of circuit understanding conventional current flow assumes that the current flows from the negative to the positive terminal.
The flow of electrons around the circuit is opposite to the direction of the conventional current flow being negative to positive.

... F ... 6 Current is measured in Amps and an amp or ampere is defined as the number of protons.
Current is measured in Amps and an amp or ampere is defined as the number of electrons or charge passing a certain point in the circuit in one second.

B. Answer the following questions orally.

1 **when atom is stable?** When these protons, neutrons and electrons are together within the atom they are stable.

2 **what is a voltage drop?** Then the difference in voltage between any two points, connections or junctions (called nodes) in a circuit is known as the Potential Difference, commonly called the Voltage Drop.

3 **How does the current and resistance change, when voltage rises?** In a linear circuit of fixed resistance, if we increase the voltage, the current goes up.

4 **what is the resistance?** Resistance, (R) is the capacity of a material to resist or prevent the flow of current or, more specifically, the flow of electric charge within a circuit.

5 **how does the electrical flow change with the change resistance?** if we increase the resistance, the current goes down for a given voltage and if we decrease the resistance the current goes up.

C. Please define the words according to the text.

Voltage (V) is the potential energy of an electrical supply stored in the form of an electrical charge.

Electrical Current This flow of electrons is called an electrical current.

Electron Flow if we create a closed circuit these loose electrons will start to move and drift back to the protons due to their attraction creating a flow of electrons.

Resistance The electrons do not flow freely through the circuit as the material they move through creates a restriction to the electron flow. This restriction is called resistance.

Potential Difference if we separate them from each other they want to reform and start to exert a potential of attraction called a potential difference.

ترجمه کنید (صفحه ۲۰۹)

Read and practice and translate the Persian.

What Does an Electrician Need to Do the job?

Manuel uses many tools on his job. A few of these are screwdrivers, knives, pliers, and wire cutters. Electrician tools have special insulation on them. This means they have a coating that prevents Manuel from getting hurt by the electricity.
Think of all the thing in a home that use electricity. It takes a lot of electrical power to make all of those things work. Homes with electricity depend on **circuit breakers**.

Where Does an Electrician Work?

Electrician work in many different places. Manuel works with electricity where people are building new businesses. These are called commericial buildings. These are called commericial buildings. He also works in new homes that are being built.
Other electricians work in maintenance. Has a big storm ever stopped the electricity in your neighborhood? A maintenance electrician probably fixed the power lines to bring back the electricity.

◀ یک تکنسین برق در شغلش به چه چیزی نیاز دارد؟

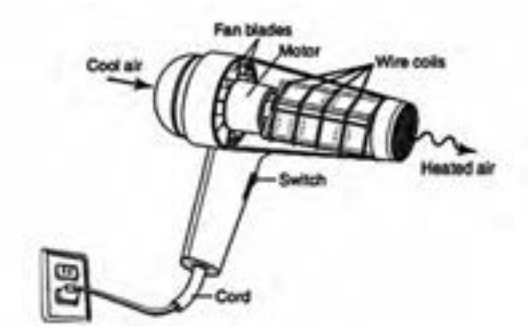
مانوئل برقکار از تعداد زیادی ابزار در کار استفاده می‌کند. تعدادی از اینها، پیچ‌گوشتی‌ها، انواع تیغه‌ها، انبر دست و سیم‌چین است. ابزارهای برقکاران دارای عایق ویژه‌ای بر روی آنها است. به این معنی آنها دارای پوششی هستند که مانوئل را از برق‌گرفتگی محافظت می‌کنند. همه وسایلی که از برق استفاده می‌کند را در خانه در نظر بگیرید. قدرت الکتریکی بالایی نیاز است که بتواند همه آنها کار کنند. خانه‌ها دارای برق به قطع‌کننده‌های مدار الکتریکی وابسته‌اند.

◀ یک تکنسین برق کجا کار می‌کند؟

برقکاران در مکان‌های مختلفی کار می‌کنند. مانوئل در مکان‌هایی که مردم ساختمان‌هایی جهت شغل‌های جدید می‌سازند، کارهای برقی انجام می‌دهد. این مکان‌ها را، ساختمان‌های تجاری می‌نامند. او همچنین در خانه‌های جدیدی که در حال ساخت هستند کار می‌کند.
سایر تکنسین‌های برق، تعمیر و نگهداری انجام می‌دهند. آیا یک طوفان بزرگ برق را در محله شما قطع کرده است؟ احتمالاً، یک برقکار تعمیر و نگهداری، خطوط برق را برای برگرداندن برق، تعمیر می‌کند.

پاسخ به فعالیت صفحه ۲۱۰ کتاب

- heated air: هوای گرم
- cool air: هوای سرد
- switch: کلید
- fan blades: پره‌های فن
- cord: محافظ سیم
- motor: موتور
- wire coils: سیم‌پیچ



Nose pliers

Pliers

Screw driver

Wire cuter

Mains tester

Toolbox

ترجمه کنید و پاسخ دهید صفحه ۲۱۶ کتاب

Explain DC and AC electricity how produced!

DC electricity comes from sources such as batteries, photovoltaic modules, and DC generators. DC voltage doesn’t change polarity. Alternating current (AC) electricity is produced from rotating generators and can now be synthesized by inverters and variable-speed motor drives.

DC vs. AC

Direct current (DC) electricity comes from sources such as batteries, photovoltaic (PV) modules, and DC generators. DC voltage doesn't change polarity - the positive pole always has a positive voltage with respect to the negetive pole.

since charges flow from a higher potential (voltage) to a lower potential, DC provides a constant, unidirectional flow.

Alternating current (AC) electricity is produced from rotating generators and can now be synthesized by inverters and variable - speed motor drives. the familiar AC voltage takes the form of a sine wave, with the voltage's magnitude constantly changing and reversing polarity. The current also changes constantly and reverses direction each cycle. (For more information about AC and DC electricity, see the two - part article in HP52 and HP53, "Basics of Alternating Current Electricity," and Word Power in HP85 and HP86.)

How is generating one cycle of AC?

.....

What is a commutator?

.....

How to minimize ripple in the DC generator output voltage?

.....

How flow charges in DC voltage?

.....

HOW DC & AC Generators Work

Both DC and AC generators use Faraday's principle of incluction, which says that when a conductor moves through a magneticfield, a voltage is induced. A rotating loop of wire (armature) cuts and stretches the magnetic lines of force, as the conductors pass the field face, generating voltage.

At other times during the rotation, when the loop is traveling parallel to the megnetic lines of force, no voltage is generated. The polarity of the voltage induced in the left and right segments depends on whether they are traveling sown through the field, and then traveling up a half - turn later. With each rotation, the voltage reverses, generating one cycle of AC.

When scientists first sought ro generate electricity from machines, they wanted the same steady flow that batteries provided. American blacksmith Thomas Davenport invented the commutator, a mechanical device to make an alternator's current unidirectional. The commutator acts like a high - speed switch, switching the load just as the generator's voltage drops to zero, ensuring that the load's current and voltage do not reverse.

Practical DC generators use many armature windings and commutator segments to minimize ripple in the output voltage.

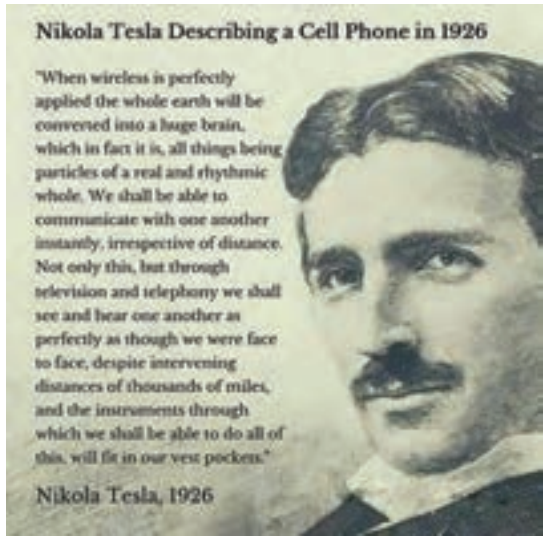
پاسخ به سؤالات صفحه ۲۱۷ کتاب

A. read each statement and decided whether it is true or false. Write **T** before true statement and **F** before false statements.

... **F** ...1 Just DC generators use Faraday's principle of induction.
... **F** ...2 AC electricity can now be synthesized by invertors and fix-speed motor drive.
... **T** ...3 In DC voltage, the positive pole always has a positive voltage with respect to the negative pole.
... **T** ...4 AC voltage takes the form of sine wave.
... **T** ...5 when the conductor moves through a magnetic field, voltage is induced.

D. Read and practice and write summary of the text.

For example:
When wireless is perfectly applied the whole earth will be converted into a huge brain. We may be able to communicate face to face with all parts of world at the same time and at any distance. All of this feature will fit into the device in our pocket.



پاسخ به فعالیت صفحه ۲۲۴ کتاب

ترمینال فتوولتاییک	1	PV Terminals	6	Load Switch Button	دکمه سوئیچ بار
ترمینال باتری	2	Battery Terminals	7	Battery status LED indicator	نشانگر LED وضعیت باتری
ترمینال (ورودی) بار	3	Load Terminals	8	Load status LED indicator	نشانگر LED وضعیت بار
رابط خروجی USB	4	USB output interface (LS E series only)	9	Charging status LED indicator	نشانگر LED وضعیت شارژ
	5	Mounting Hole ϕ4.5			

پاسخ به فعالیت صفحه ۲۲۵ کتاب

hp (horsepower)	kW (kilowatts)
۵	۳/۷۳
۱۰	۷/۴۶
۱۵	۱۱/۱۹
۲۵	۱۸/۶۵
۵۰	۳۷/۳

پاسخ به سؤالات صفحه ۲۲۷ کتاب

A. read each statement and decided whether it is true or false. Write **T** before true statement and **F** before false statements.

... **F** ...1 Solar system water pumps have a short life and expensive maintenance cost.

... **F** ...2 These pumps when maintained well last for more than 25 years on the field.

... **T** ...3 The ability of direct current pumps is less than that of alternating current pumps.

... **T** ...4 In this AC electropump, you should use a direct voltage converter to the alternating voltage.

... **F** ...5 The price of a direc telectromotor is cheaper than alternating electropump.

... **T** ...6 In the AC electromotor, the price of inverter will be so expensive.

B: please answer the questions (questions: Q answers:A)

Q: What are the benefits of using a solar pump?
A: Lower maintenance costs, longer life and, most importantly, the cost of free source solar system water pumps increase its cost - effectiveness.

Q: What types of solar pumps are there?
A: Solar pumps are divided into two groups of direct and alternating current.

Q: Which type of solar pumps is more common?
A: Direct current pumps are more common.

Q: What type of solar pump is economically better? Why?
A: Direct current pumps, because the price of an alternating electromotor is cheaper than direct but the price of the converter will also be expensive.

Q: Which pump is used with inverter?
A: The alternating electromotor.

پاسخ به سؤالات صفحه ۲۳۱ کتاب

Type C MBC trips between 5-10 times full load current.
Type D MBC trips between 10-20 times full load current.
Type B MBC trips between 3-5 times full load current.

همکاران گرامی، برای تلفظ و خواندن متون فنی می‌توانید از نرم‌افزار Google translate که برای اندروید و ios وجود دارد به راحتی بهره بگیرید.