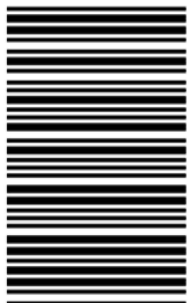


کد کنترل

335A



335A



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان بخش آموزش کشور

«علم و تحقیق، کلید پیشرفت کشور است.»
مقام معظم رهبری (ره)

صبح جمعه

آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته – سال ۱۴۰۵ مهندسی برق (کد ۱۲۵۱)

مدت زمان پاسخ‌گویی: ۲۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۳۰ سؤال

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۲۵	۱	۲۵
۲	ریاضیات (معادلات دیفرانسیل، ریاضیات مهندسی، آمار و احتمال)	۱۵	۲۶	۴۰
۳	مدارهای الکتریکی (۱ و ۲)	۱۵	۴۱	۵۵
۴	الکترونیک (۱ و ۲) و سیستم‌های دیجیتال ۱	۱۵	۵۶	۷۰
۵	ماشین‌های الکتریکی (۱ و ۲) و تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱	۱۵	۷۱	۸۵
۶	سیستم‌های کنترل خطی	۱۰	۸۶	۹۵
۷	سیگنال‌ها و سیستم‌ها و مخابرات ۱	۱۵	۹۶	۱۱۰
۸	الکترومغناطیس	۱۰	۱۱۱	۱۲۰
۹	مقدمه‌ای بر مهندسی زیست‌پزشکی	۱۰	۱۲۱	۱۳۰

• توجه مهم:

– متقاضیان رشته‌های «مهندسی پزشکی»، «دکتری مستقیم علوم و مهندسی اعصاب» و «مهندسی هوش مصنوعی در پزشکی»، باید از بین دروس ۸ و ۹، صرفاً یک درس را به انتخاب خود پاسخ دهند.

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات کادر زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب با شماره داوطلبی با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخنامه ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی):

PART A: Vocabulary

Directions: Choose the word (1), (2), (3), or (4) that best completes each sentence. Then mark the answer on your answer sheet.

- 1- Remember that Instagram is not a good of medical and health-related information.
1) discovery 2) source 3) cause 4) agreement
- 2- Management says that the person who built the building is for the current problems.
1) leading 2) different 3) surprising 4) responsible
- 3- The psychologist told him to on the part of the problem that troubled him.
1) focus 2) solve 3) blame 4) base
- 4- Some of his scenarios are too extreme, but they have the of acknowledging the darkness that lies in all human hearts.
1) dissipation 2) omission 3) advantage 4) flaw
- 5- You can easily some students to a category, and some students belong to several, and some just sit in the back and all you know is their names.
1) assign 2) abdicate 3) rejoice 4) falter
- 6- What aggravated his offense was the attitude he exhibited before the jury in the courtroom.
1) ingenious 2) defiant 3) versatile 4) reverent
- 7- In a video statement, Mr. Comey declared his innocence and welcomed an opportunity to himself in a trial.
1) obviate 2) vindicate 3) repudiate 4) retaliate

PART B: Cloze Test

Directions: Read the following passage and decide which choice (1), (2), (3), or (4) best fits each space. Then mark the correct choice on your answer sheet.

Modern psychologists have many interests,(8) upon different theories and approaches depending on what they are studying. There has been tremendous growth in the topics studied by psychologists(9) developments in computers and data analysis. The American Psychological Association currently has 45 divisions,(10) representing areas of special interest to psychologists.

- 8- 1) drawing 2) that draw 3) draw 4) who draws
- 9- 1) that part is due to 2) of which part due to
3) whose due part into 4) due in part to
- 10- 1) which 2) they 3) each 4) them

PART C: Reading Comprehension

Directions: Read the following three passages and answer the questions by choosing the best choice (1), (2), (3), or (4). Then mark the correct choice on your answer sheet.

PASSAGE 1:

The generating capacity of an electrical power plant, which is measured in watts, indicates its ability to produce electrical power. A 1,000-kW generator running at full capacity for one hour supplies 1,000 kWh of power. That generator operating continuously for an entire year will produce nearly 8.8 million kWh of electricity. However, no generator can operate at 100% capacity during an entire year because of legal restrictions and downtime for its routine maintenance and outages. On average, about one-fourth of the generating capacity of an electrical plant is not available at any given time.

Electricity demands vary daily and seasonally, so the continuous operation of electrical generators is usually not necessary. Utilities depend on steam, nuclear energy, and large hydroelectric plants to meet routine demand. Auxiliary gas, turbine, internal combustion, and smaller hydroelectric plants are used during short periods of high demand.

- 11- The underlined word “measured” in paragraph 1 is closest in meaning to
 1) stored 2) changed 3) calculated 4) protected
- 12- The underlined word “its” in paragraph 1 refers to
 1) generator 2) capacity 3) year 4) downtime
- 13- According to paragraph 1, generators do not always work continuously at 100% capacity because of
 1) the lack of manpower to operate them
 2) their inability to save the extra electricity
 3) the high price of such efficient devices
 4) certain limitations by law
- 14- All of the following words are mentioned in the passage EXCEPT
 1) supplies 2) supplements 3) outages 4) combustion
- 15- According to the passage, which of the following is true?
 1) Different kinds of fuels may be used to produce electricity in power plants.
 2) The demand for electrical energy is almost the same in different times of the year.
 3) An average of 90% of the generating capacity of an electrical plant is accessible.
 4) Water is capable of generating electricity only in small power plants.

PASSAGE 2:

Early investigations of static electricity go back hundreds of years. Static electricity is a transfer of electrons produced by friction, like when you rub a balloon across a sweater. A spark or very brief flow of current can occur when charged objects come into contact, but there is no continuous flow of current. In the absence of a continuous current, there is no useful application of electricity. The invention of the battery, a breakthrough which could produce a continuous flow of current, made possible the development of the first electric circuits. Alessandro Volta made the first battery, the voltaic pile, in 1800. The very first circuits used a battery and electrodes immersed in a

container of water. The flow of current through the water produced hydrogen and oxygen.

The first widespread application of electric circuits for practical use was for electric lighting. Shortly after Thomas Edison invented his incandescent light bulb, he sought practical applications for it by developing an entire power generation and distribution system. The first such system in the United States was the Pearl Street Station in downtown Manhattan. It provided a few square blocks of the city with electric power, primarily for illumination.

- 16- Which of the following is NOT mentioned in paragraph 1?
 1) The person who invented the battery 2) A turning point related to electricity
 3) The person who made the first circuit 4) An example showing static electricity
- 17- The underlined word “distribution” in paragraph 2 is closest in meaning to
 1) conversion 2) preservation 3) measurement 4) spread
- 18- According to paragraph 2, what was the main function of Pearl Street Station in downtown Manhattan?
 1) To bring light to some areas
 2) To power kitchen appliances
 3) To save the extra electricity generated
 4) To replace the city’s previous power plant
- 19- Which of the following techniques is used in the passage?
 1) Statistics 2) Cause & effect
 3) Direct quotation 4) Appeal to authority
- 20- The passage provides sufficient information to answer which of the following questions?
 I. What was the incident leading to the discovery of electricity?
 II. What were some parts used in the early circuits?
 III. In which decade did Edison invent the light bulb?
 1) I and III 2) Only III 3) I and II 4) Only II

PASSAGE 3:

Everyday modern life is pervaded by electromagnetic phenomena. [1] When a lightbulb is switched on, a current flows through a thin filament in the bulb, and the current heats the filament to such a high temperature that it glows, illuminating its surroundings. Electric clocks and connections link simple devices of this kind into complex systems such as traffic lights that are timed and synchronized with the speed of vehicular flow. Radio and television sets receive information carried by electromagnetic waves traveling through space at the speed of light. To start an automobile, currents in an electric starter motor generate magnetic fields that rotate the motor shaft and drive engine pistons to compress an explosive mixture of gasoline and air; the spark initiating the combustion is an electric discharge, which makes up a momentary current flow. [2]

Many of these devices and phenomena are complex, but they derive from the same fundamental laws of electromagnetism. [3] One of the most important of these is Coulomb’s law, which describes the electric force between charged objects. Formulated by the 18th-century French physicist Charles-Augustin de Coulomb, it is analogous to Newton’s law for the gravitational force. Both gravitational and electric

forces decrease with the square of the distance between the objects, and both forces act along a line between them. In Coulomb's law, however, the magnitude and sign of the electric force are determined by the charge, rather than the mass, of an object. Thus, charge determines how electromagnetism influences the motion of charged objects. Charge is a basic property of matter. Every constituent of matter has an electric charge with a value that can be positive, negative, or zero. [4] Most bulk matter has an equal amount of positive and negative charge and thus has zero net.

21- Devices for producing all of the following are mentioned in paragraph 1 EXCEPT

- 1) movement 2) light 3) coolness 4) image

22- Why does the writer refer to Newton's law in paragraph 2?

- 1) To demonstrate the single root of two apparently different disciplines
2) To facilitate appreciation of a point mentioned in the same paragraph
3) To prove that two phenomena in different fields can be in fact identical
4) To undermine a point mentioned earlier in the previous paragraph

23- What does the passage mainly discuss?

- 1) A phenomenon, its functions and one of its basic laws
2) The relevance of electromagnetism to our routine life
3) The historical roots of a fundamental scientific law
4) The behavior of electromagnetic waves through the air

24- According to the passage, which of the following is true?

- 1) The sign of the electric force is determined by the mass rather than the charge in Coulomb's law.
2) In radio devices, the current flows through a thin filament to produce the heat necessary for the filament to be electromagnetic.
3) Like electric forces, the gravitational force diminishes with the square of the distance between objects.
4) Coulomb's law was formulated by a French scientists sometime in the 1800s, centuries after Newton's law.

25- In which position marked by [1], [2], [3] or [4], can the following sentence best be inserted in the passage?

For example, electrons are negatively charged, and atomic nuclei are positively charged.

- 1) [1] 2) [2] 3) [3] 4) [4]

ریاضیات (معادلات دیفرانسیل، ریاضیات مهندسی، آمار و احتمال):

۲۶- یک عامل انتگرال ساز برای معادله دیفرانسیل $x^3 y^3 (2y dx + x dy) - (5y dx + 7x dy) = 0$ کدام است؟

$$\frac{1}{(xy)^3} \sqrt[3]{\left(\frac{x}{y}\right)^2} \quad (2)$$

$$\frac{1}{(xy)^3} \sqrt[3]{\frac{x}{y}} \quad (4)$$

$$\frac{1}{(xy)^3} \sqrt[3]{\left(\frac{y}{x}\right)^2} \quad (1)$$

$$\frac{1}{(xy)^3} \sqrt[3]{\frac{y}{x}} \quad (3)$$

۲۷- اگر دسته منحنی‌های $y - c_1 e^{2x^2} = k$ مسیرهای قائم بر دسته منحنی‌های $\ln x + 2y^2 - y = c_2$ باشند، آنگاه مقدار k کدام است؟

$$\frac{1}{2} \quad (۱)$$

$$\frac{1}{4} \quad (۲)$$

$$-\frac{1}{4} \quad (۳)$$

$$-\frac{1}{2} \quad (۴)$$

۲۸- جواب عمومی معادله دیفرانسیل $y'' + (1+2x)(1+x^2)y' + y = 0$ کدام است؟

$$y = e^{-\tan^{-1} x} \left(c_1 \cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \tan^{-1} x\right) + c_2 \sin\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \tan^{-1} x\right) \right) \quad (۱)$$

$$y = e^{\tan^{-1} x} \left(c_1 \cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \tan^{-1} x\right) + c_2 \sin\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \tan^{-1} x\right) \right) \quad (۲)$$

$$y = e^{-\frac{1}{2} \tan^{-1} x} \left(c_1 \cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \tan^{-1} x\right) + c_2 \sin\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \tan^{-1} x\right) \right) \quad (۳)$$

$$y = e^{\frac{1}{2} \tan^{-1} x} \left(c_1 \cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \tan^{-1} x\right) + c_2 \sin\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \tan^{-1} x\right) \right) \quad (۴)$$

۲۹- اگر $J_0(x) = 1 - \left(\frac{x}{2}\right)^2 + \frac{1}{4}\left(\frac{x}{2}\right)^4 - \frac{1}{36}\left(\frac{x}{2}\right)^6 + \dots$ و $y_2(x) = J_0(x)V(x)$ دو جواب مستقل خطی از معادله

دیفرانسیل بسل $xy'' + y' + xy = 0$ باشند به طوری که $V(x) = \ln x + \sum_{i=0}^{\infty} a_i x^i$ ، آنگاه مقدار $\frac{a_2}{a_4}$ کدام است؟

$$\frac{32}{5} \quad (۱)$$

$$\frac{16}{5} \quad (۲)$$

$$\frac{5}{16} \quad (۳)$$

$$\frac{5}{32} \quad (۴)$$

۳۰- جواب معادله انتگرال $1 - f(t) = \int_0^t (e^y - e^{-y})f(t-y)dy$ ، کدام است؟

$$-1 + 2 \sin t \quad (۱)$$

$$-1 + 2 \cos t \quad (۲)$$

$$-t + 2 \cos t \quad (۳)$$

$$-t + 2 \sin t \quad (۴)$$

۳۱- تابع $f(x) = |x|$ به ازای $-\pi < x < \pi$ دارای سری فوریه به شکل $f(x) = \frac{\pi}{2} - \frac{4}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\cos((2n+1)x)}{(2n+1)^2}$ است.

مقدار سری $\sum_{n=0}^{+\infty} \frac{(-1)^n}{(2n+1)^3}$ کدام است؟

(۱) $-\frac{\pi^2}{8}$

(۲) $-\frac{\pi^3}{32}$

(۳) $\frac{\pi^3}{32}$

(۴) $\frac{\pi^2}{8}$

۳۲- فرض کنید $u(x, t)$ جواب معادله گرما $u_t + 2u = u_{xx}$, $0 \leq x \leq 2$, $t > 0$ با شرایط مرزی و اولیه

$u(0, t) = u(2, t) = 0$, $u(x, 0) = 2 \sin\left(\frac{\pi}{2}x\right) + 4 \sin(2\pi x)$ باشد. مقدار $u(1, 1)$ کدام است؟

(۱) $2e^{-(\frac{1}{2} + \frac{\pi^2}{2})}$

(۲) $2e^{-(\frac{1}{2} + \frac{\pi^2}{4})}$

(۳) $2e^{-(\frac{1}{2} + \frac{\pi^2}{8})}$

(۴) $2e^{-(\frac{1}{2} + \frac{\pi^2}{16})}$

۳۳- پتانسیل الکتریکی در داخل ربع دایره‌ای با شرایط مرزی داده شده در مختصات قطبی (r, θ) در معادله

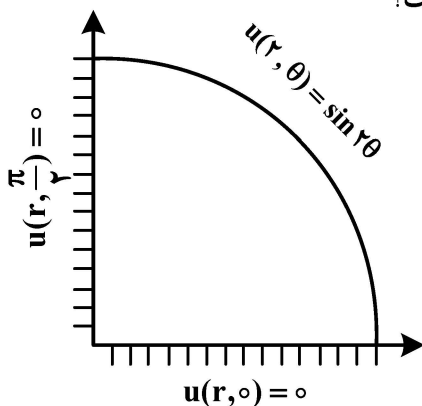
$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial u}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \theta^2} = 0$ صدق می‌کند. مقدار $u\left(1, \frac{\pi}{12}\right)$ کدام است؟

(۱) $\frac{1}{8}$

(۲) $\frac{1}{4}$

(۳) $\frac{1}{2}$

(۴) ۱



۳۴- مقدار $\frac{9i}{8\pi} \oint_{|z|=2} \frac{e^z}{z-3i} dz$ کدام است؟

(۱) $e^{-\frac{4}{3}i}$

(۲) $e^{-\frac{3}{4}i}$

(۳) $-e^{-\frac{4}{3}i}$

(۴) $-e^{-\frac{3}{4}i}$

۳۵- نگاشت $w = \frac{z^4 + i}{iz^4 + 1}$ ، ناحیه $D = \left\{ z \in \mathbb{C} : 0 < \text{Arg}(z) < \frac{\pi}{4} \right\}$ را به کدام ناحیه تصویر می‌کند؟

(۱) $\{w \in \mathbb{C} : |w| \leq 1\}$

(۲) $\{w \in \mathbb{C} : |w| > 1\}$

(۳) $\{w \in \mathbb{C} : |w| \geq 1\}$

(۴) $\{w \in \mathbb{C} : |w| < 1\}$

۳۶- یک تاس ناسالم را که شانس آمدن هر خال متناسب با مقدار آن خال است، ۶ بار به‌طور مستقل پرتاب می‌کنیم. احتمال مشاهده هر خال در ۶ بار پرتاب کدام است؟

(۱) $\frac{(6!)}{3^6 7^6}$

(۲) $\frac{(6!)^2}{2^6 7^6}$

(۳) $\frac{(6!)}{2^6 7^6}$

(۴) $\frac{(6!)^2}{3^6 7^6}$

۳۷- در یک سیستم توزیع‌شده، احتمال خطای هر گره (Node) در روز ۰/۰۱ است. اگر سیستم ۱۰۰ گره مستقل داشته باشد، احتمال اینکه حداقل دو گره در یک روز خطا دهند، تقریباً کدام است؟

(۱) $1 - 2e^{-1}$

(۲) $1 - e^{-1}$

(۳) $2e^{-1}$

(۴) e^{-1}

۳۸- فرض کنید (X, Y) دارای چگالی توأم $x, y > 0$ و $f(x, y) = e^{-4x - \frac{y}{4}}$ باشند. مقدار $E(X - Y)^2$ کدام است؟

(۱) $\frac{325}{16}$

(۲) $\frac{301}{16}$

(۳) $\frac{241}{8}$

(۴) $\frac{257}{8}$

۳۹- کارخانه‌ای مدعی است که حداقل ۹۰ درصد از تولیدات آن سالم هستند. در یک نمونه تصادفی ۴۰۰ تایی، حداقل چند کالای سالم باید مشاهده شود تا فرض $H_0: p \geq 0.9$ را در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ پذیرفت؟

(۱) ۳۵۰

(۲) ۳۶۰

(۳) ۳۷۰

(۴) ۳۹۰

۴۰- مدل رگرسیون $y_i = \beta_0 x_i^{\beta_1} \varepsilon_i$ را در نظر بگیرید که در آن $i = 1, 2, 3, \dots, n$ بوده و ε_i ها متغیرهای تصادفی لگ نرمال مستقل با پارامتر موقعیت صفر و پارامتر مقیاس σ هستند. برآوردکننده پارامتر β_1 از روش حداقل مربعات برابر کدام گزینه است؟

(۲)
$$\frac{\sum_{i=1}^n (\ln x_i - \overline{\ln x})(\ln y_i - \overline{\ln y})}{\sum_{i=1}^n (\ln x_i - \overline{\ln x})^2}$$

(۱)
$$\frac{\sum_{i=1}^n (\ln x_i - \ln(\bar{x}))(\ln y_i - \ln(\bar{y}))}{\sum_{i=1}^n (\ln x_i - \ln(\bar{x}))^2}$$

(۴)
$$\frac{\sum_{i=1}^n (\ln x_i - \bar{x})(\ln y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (\ln x_i - \bar{x})^2}$$

(۳)
$$\frac{\sum_{i=1}^n (\ln y_i - \ln(\bar{y}))(x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

مدارهای الکتریکی (۱ و ۲):

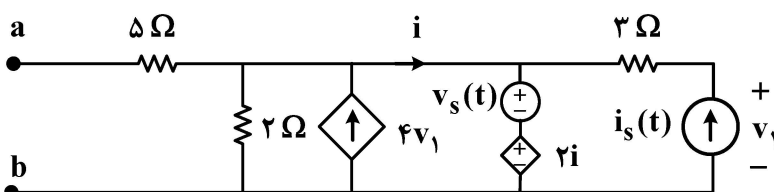
۴۱- در مدار زیر، مقاومت معادل از دو سر a و b چند اهم است؟

(۱) ۵

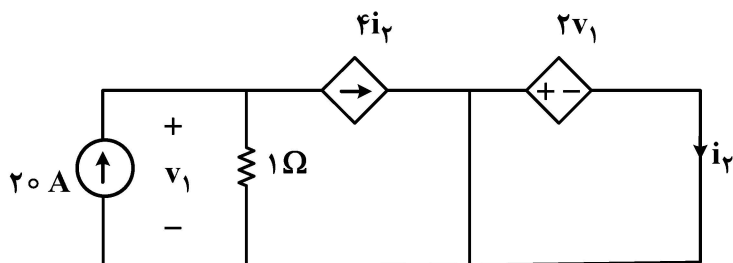
(۲) ۶

(۳) $\frac{14}{3}$

(۴) $\frac{16}{3}$



۴۲- کدام مورد در خصوص توان منابع وابسته، درست است؟



(۱) یکی از آن‌ها توان تولید می‌کند و یکی از آن‌ها، توان مصرف می‌کند.

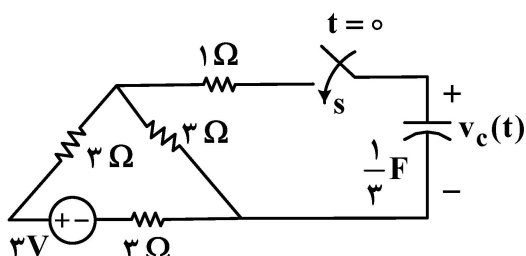
(۲) نه توان تولید می‌کنند و نه توان مصرف می‌کنند.

(۳) توان مصرف می‌کنند.

(۴) توان تولید می‌کنند.

۴۳- در مدار زیر، کلید s برای مدت‌ها باز بوده و ولتاژ خازن قبل از بستن کلید برابر ۲ ولت می‌باشد. در $t = 0$ کلید s

بسته می‌شود. ولتاژ دو سر خازن در لحظه $t = 1\text{ s}$ چند ولت است؟



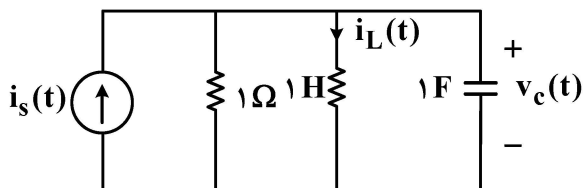
(۱) $e^{-1} + 1$

(۲) $e^{-1} - 1$

(۳) $2e^{-1}$

(۴) e^{-1}

۴۴- در مدار زیر، برای ورودی $i_s(t) = \delta(t)$ و شرایط اولیه صفر در $t = 0^-$ ، کدام گزاره در خصوص $A = \frac{d^n i_L}{dt^n}(0^+)$



و $B = \frac{d^n v_c}{dt^n}(0^+)$ درست است؟

(۱) برای مقادیر $n \geq 1$ ، A هیچگاه صفر نمی‌شود ولی B گاهی صفر می‌شود.

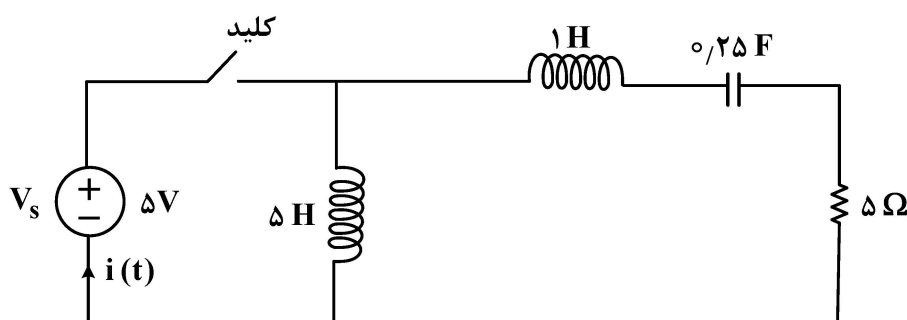
(۲) برای مقادیر $n \geq 1$ ، B هیچگاه صفر نمی‌شود ولی A گاهی صفر می‌شود.

(۳) برای مقادیر $n \geq 1$ ، نه A و نه B هیچگاه صفر نمی‌شوند.

(۴) برای مقادیر $n \geq 1$ ، گاهی A و گاهی B صفر می‌شود.

۴۵- در مدار زیر، قبل از بسته شدن کلید، جریان سلف‌ها صفر و ولتاژ خازن هم صفر است. در $t = 0$ کلید بسته

می‌شود. در لحظه $t = 6$ ثانیه، جریان $i(t)$ تقریباً چند آمپر است؟



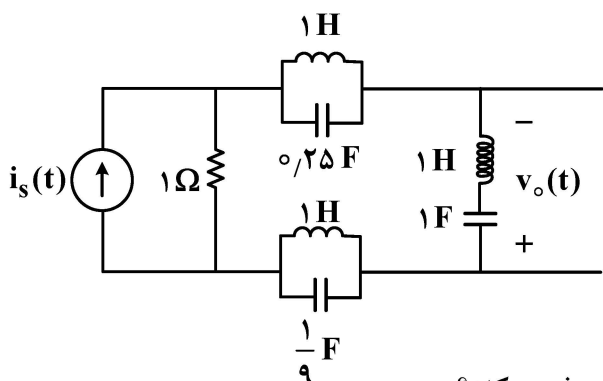
(۱) ۶

(۲) ۴

(۳) ۲

(۴) ۱

۴۶- در مدار زیر، برای ورودی $i_s(t) = 2\cos t + 3\cos 2t + 4\cos 3t$ در حالت دائمی، $v_o(t)$ کدام است؟



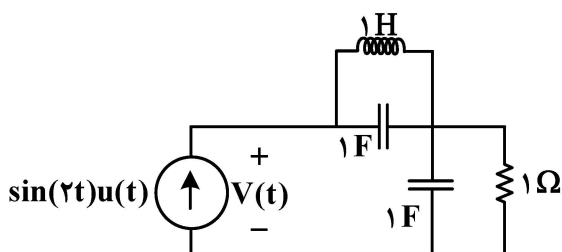
$$(1) \quad 2\cos t + 3\cos 2t + 4\cos 3t$$

$$(2) \quad -2\cos t - 3\cos 2t - 4\cos 3t$$

(3) مدار حالت دائمی ندارد.

(4) صفر

۴۷- در مدار زیر، کدام عبارت ولتاژ $V(t)$ در حالت دائمی را توصیف می‌کند؟



$$(1) \quad \frac{1}{5}\cos(2t) - \frac{16}{5}\sin(2t)$$

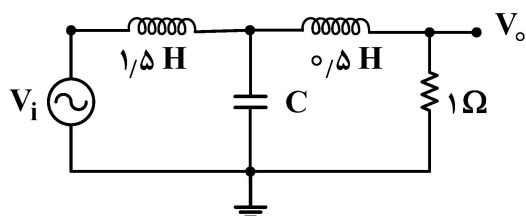
$$(2) \quad \frac{2}{3}\cos(t) - \frac{16}{15}\cos(2t) + \frac{1}{5}\sin(2t)$$

$$(3) \quad \frac{2}{3}\cos(t) + \frac{1}{5}\cos(2t) - \frac{16}{15}\sin(2t)$$

$$(4) \quad \frac{3}{2}\cos(t) - \frac{16}{15}\cos(2t) + \frac{1}{5}\sin(2t)$$

۴۸- در فیلتر زیر با پاسخ فرکانسی $H(j\omega) = \frac{V_o(j\omega)}{V_i(j\omega)}$ است. مقدار C چند فاراد باشد تا دامنه پاسخ فرکانسی در

$\omega = 0$ بیشینه بوده و مقدار فرکانس قطع، نصف توان $\omega = 1 \text{ rad/s}$ باشد؟



$$(1) \quad 1$$

$$(2) \quad \frac{1}{2}$$

$$(3) \quad \frac{4}{3}$$

$$(4) \quad \frac{3}{4}$$

۴۹- یک خازن توسط معادله $\ln(v^2) + \sinh^{-1}\left(\frac{q}{v^2}\right) = 0$ توصیف می‌شود. کدام رابطه، انرژی جذب شده توسط خازن

در بازه $[0, t]$ را نشان می‌دهد؟ $(\sinh x = \frac{e^x - e^{-x}}{2})$

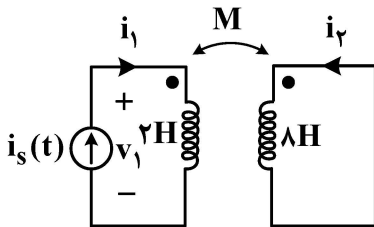
$$(1) \quad w(0, t) = -\frac{2}{5} [v^4(t) - v^4(0)]$$

$$(2) \quad w(0, t) = -\frac{2}{5} [v^5(t) - v^5(0)]$$

$$(3) \quad w(0, t) = -\frac{2}{5} [v^2(t) - v^2(0)]$$

$$(4) \quad w(0, t) = -\frac{2}{5} [v^2(t) - v^2(0)]$$

۵۰- در مدار زیر، مقدار مثبت M چند هانری باشد تا همواره $v_1(t) = 0$ باشد؟



(۱) $8H$

(۲) $6H$

(۳) $4H$

(۴) بستگی به منبع جریان $i_s(t)$ دارد.

۵۱- برای گراف مسطح و پیوسته با ۶ گره و ۱۲ شاخه، درخت T روی آن مشخص شده و ماتریس حلقه اساسی B و

ماتریس کاتست اساسی Q برای درخت به دست آمده است. کدام گزینه نادرست است؟

(۱) ممکن است یک سطر B یا Q عنصر صفر نداشته باشد.

(۲) B یک ماتریس 7×12 و Q یک ماتریس 5×12 است.

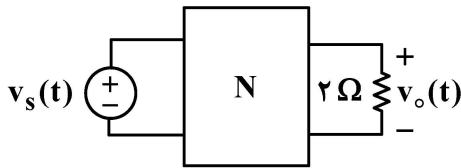
(۳) ممکن است یک ستون ماتریس B یا Q عنصر صفر نداشته باشد.

(۴) یک ماتریس واحد 7×7 در B و یک ماتریس واحد 5×5 در Q وجود دارد.

۵۲- شبکه N در مدار زیر، از عناصر RLC خطی تغییرناپذیر با زمان پسیو تشکیل شده است. برای یک دسته شرایط

اولیه خاص برای سلف‌ها و خازن‌ها، داریم: $V_o(s) = \frac{k(s+1)}{(s+2)(s+3)} V_s(s) + \frac{2s+1}{(s+2)^2(s+3)}$. کدام گزینه

نادرست است؟



(۱) برای ورودی $v_s(t) = e^{-t}u(t)$ شرایط اولیه‌ای در $t = 0^-$ وجود دارد که $v_o(t) = 0$ ، $t > 0$.

(۲) متغیر $v_o(t)$ یک فرکانس طبیعی مضاعف دارد.

(۳) پارامتر k نمی‌تواند از ۶ بیشتر باشد.

(۴) مرتبه مدار حداقل برابر ۳ است.

۵۳- کدام گزینه درخصوص یک شبکه LTI که شامل ۳ خازن و ۴ سلف می‌باشد، درست است؟

(۱) اگر شبکه دارای کاتست سلفی یا حلقه خازنی باشد، تعداد فرکانس‌های طبیعی شبکه ۷ خواهد بود که برخی از آن‌ها $s = 0$ خواهند بود.

(۲) شبکه در هر صورت، دارای ۷ فرکانس طبیعی است که ممکن است برخی از آن‌ها صفر هستند.

(۳) اگر شبکه دارای حلقه سلفی یا کاتست خازنی باشد، تعداد فرکانس‌های طبیعی شبکه کمتر از ۷ خواهد بود.

(۴) اگر شبکه دارای کاتست سلفی یا حلقه خازنی باشد، تعداد فرکانس‌های طبیعی شبکه کمتر از ۷ خواهد بود.

۵۴- در شکل زیر، دوقطبی N_1 با ماتریس امپدانس مدار باز $Z_1 = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ و دوقطبی N_2 با ماتریس امپدانس مدار باز

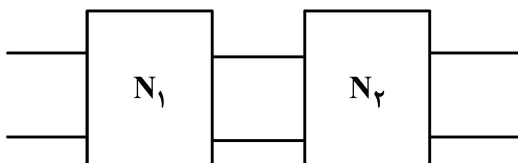
$Z_2 = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ توصیف شده است. در چه شرایطی، توصیف امپدانس مدار باز دارد؟

(۱) $k \neq 0$

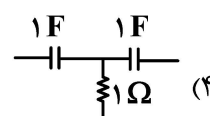
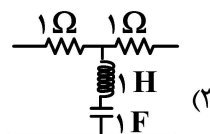
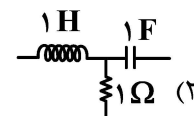
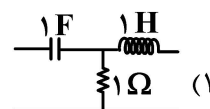
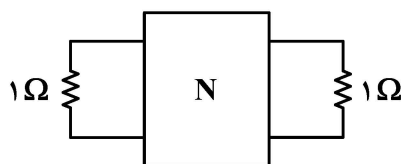
(۲) $k \neq 1$

(۳) $k \neq -1$

(۴) همواره توصیف امپدانس مدار باز دارد.

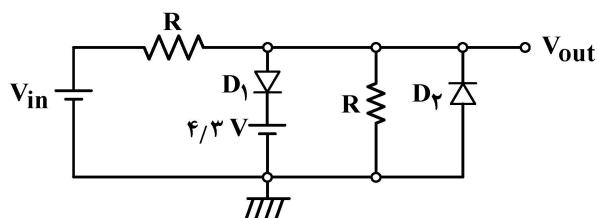


۵۵- اگر فرکانس‌های طبیعی مدار زیر $-\frac{1}{3}$ و -1 باشد، به جای دوقطبی N ، کدام دوقطبی را می‌توان قرار داد؟



الکترونیک (۱ و ۲) و سیستم‌های دیجیتال ۱:

۵۶- در مدار زیر، ولتاژ روشن شدن دیودها برابر با $0.7V$ است. اگر ولتاژ ورودی برابر با $10V$ باشد، ولتاژ خروجی چند ولت است؟



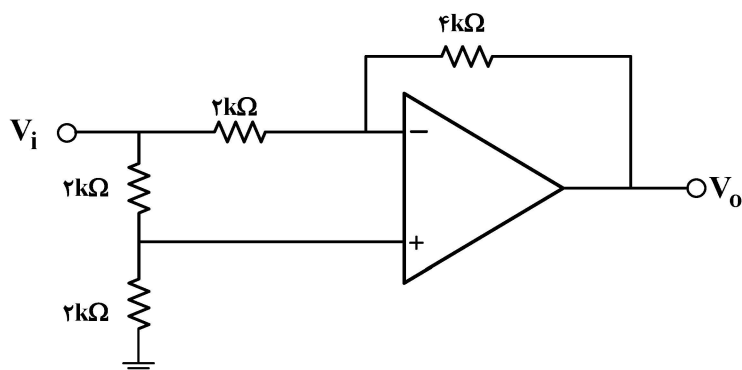
(۱) صفر

(۲) $4/3$

(۳) ۵

(۴) ۱۰

۵۷- در مدار زیر، آپ امپ ایده‌آل فرض می‌شود. مقاومت ورودی R_i بر حسب کیلو اهم چه مقداری است؟



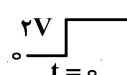
(۱) ۲

(۲) ۴

(۳) $3/4$

(۴) $4/3$

۵۸- در مدار زیر، ولتاژ اولیه ذخیره‌شده در خازن C_L برابر با ۲ ولت بوده و در لحظه $t=0$ ولتاژ V_G از صفر به ۲ ولت تغییر می‌کند. بعد از گذشت چه مدت زمانی (بر حسب نانو ثانیه)، ولتاژ خروجی V_{out} یک ولت می‌شود؟



$$\mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L} \right) = 4 \frac{mA}{V^2}$$

$$V_{TH} = 1V$$

$$\lambda = \gamma = 0$$

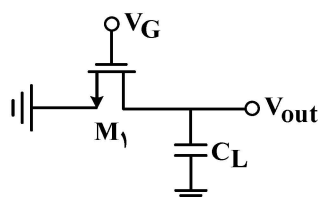
$$C_L = 10 pF$$

(۱) ۲/۵

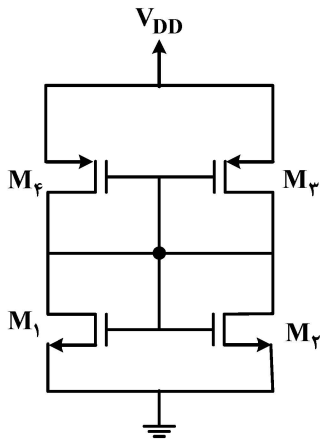
(۲) ۵

(۳) ۷/۵

(۴) ۱۰



۵۹- با فرض روشن بودن ترانزیستورها، $\lambda = 0$ ، $\mu_n C_{ox} = 3\mu_p C_{ox}$ ، $\left(\frac{W}{L}\right)_f = 3\left(\frac{W}{L}\right)_r = 6\left(\frac{W}{L}\right)_1$ ، نسبت $\frac{V_{ov4}}{V_{ov2}}$ به کدام مورد نزدیک تر است؟



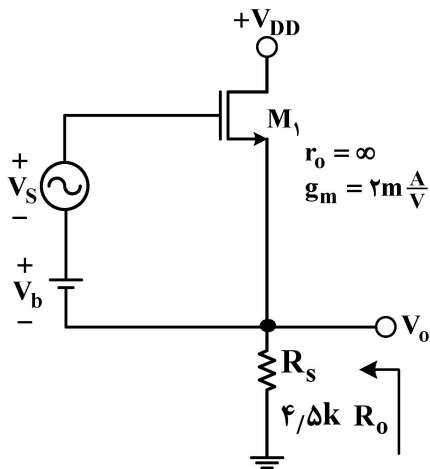
$$\sqrt{\frac{3}{2}} \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{2}{3}} \quad (2)$$

$$\frac{2}{3} \quad (3)$$

$$\frac{3}{2\sqrt{2}} \quad (4)$$

۶۰- در مدار زیر، M_1 در اشباع قرار دارد و در نقطه کار $g_m = 2 \frac{mA}{V}$ است و r_o بی نهایت فرض می شود. به ترتیب، بهره ولتاژ سیگنال کوچک $A = \frac{V_o}{V_s}$ و R_o چه مقداری هستند؟



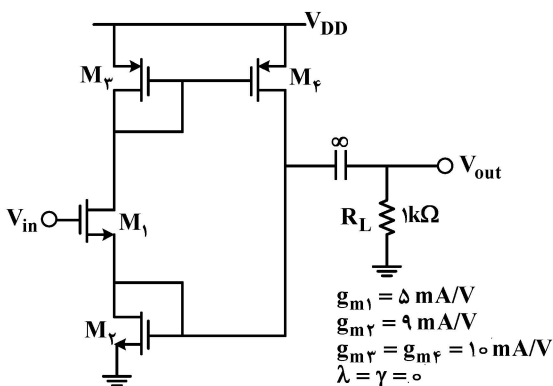
$$450 \Omega \text{ و } 9 \quad (1)$$

$$4.5 k\Omega \text{ و } 9 \quad (2)$$

$$450 \Omega \text{ و } 0.9 \quad (3)$$

$$4.5 k\Omega \text{ و } 0.9 \quad (4)$$

۶۱- در مدار زیر، همه ترانزیستورها در ناحیه فعال بایاس شده اند. مقدار بهره ولتاژ $A_v = \left| \frac{V_{out}}{V_{in}} \right|$ برابر با کدام مورد است؟



$$10 \quad (1)$$

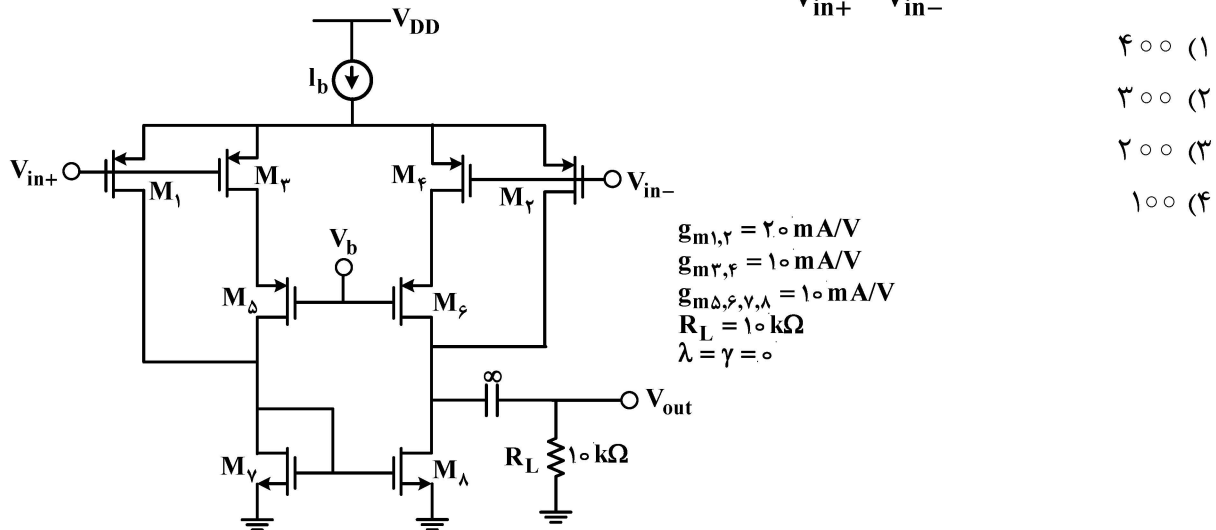
$$15 \quad (2)$$

$$0.5 \quad (3)$$

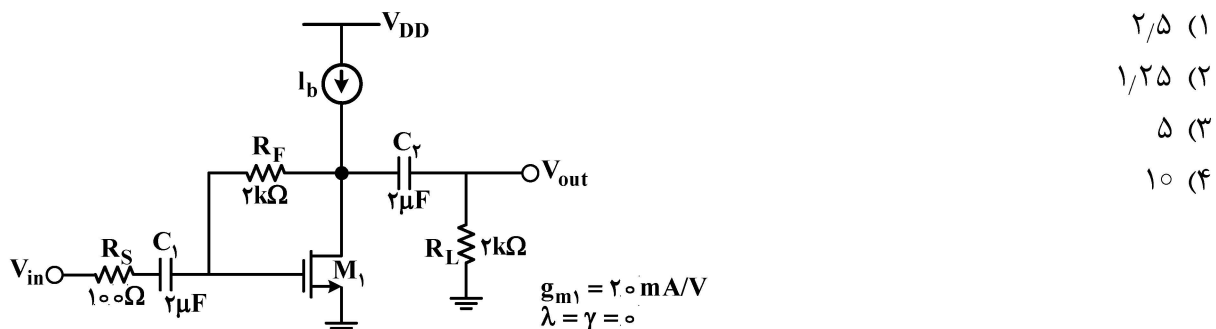
$$0.75 \quad (4)$$

۶۲- در مدار تقویت کننده تفاضلی زیر، همه ترانزیستورهای متناظر با هم یکسان بوده و در ناحیه اشباع، بایاس شده‌اند.

مقدار بهره ولتاژ تفاضلی $A_d = \frac{V_{out}}{V_{in+} - V_{in-}}$ ، برابر با کدام مورد است؟



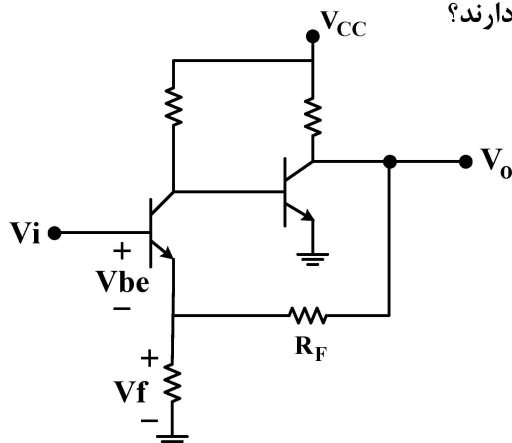
۶۳- در مدار زیر، ترانزیستور M_1 در ناحیه فعال بایاس شده و منبع جریان I_b ایده آل است. مقدار فرکانس قطع -3dB پایین بهره ولتاژ آن (برحسب کیلو رادیان بر ثانیه) تقریباً چقدر است؟



۶۴- در تقویت کننده با فیدبک منفی زیر، $\beta = \frac{V_f}{V_o} = 0.1$ است. بهره ولتاژ تقویت کننده بدون فیدبک ولی با در نظر

گرفتن اثر بارگذاری شبکه فیدبک $A = 90$ است. اگر V_i سیگنال سینوسی با دامنه ۱ ولت باشد، به ترتیب دامنه

سیگنال‌های V_{be} و V_f چند ولت هستند و نسبت به هم چه وضعیتی دارند؟



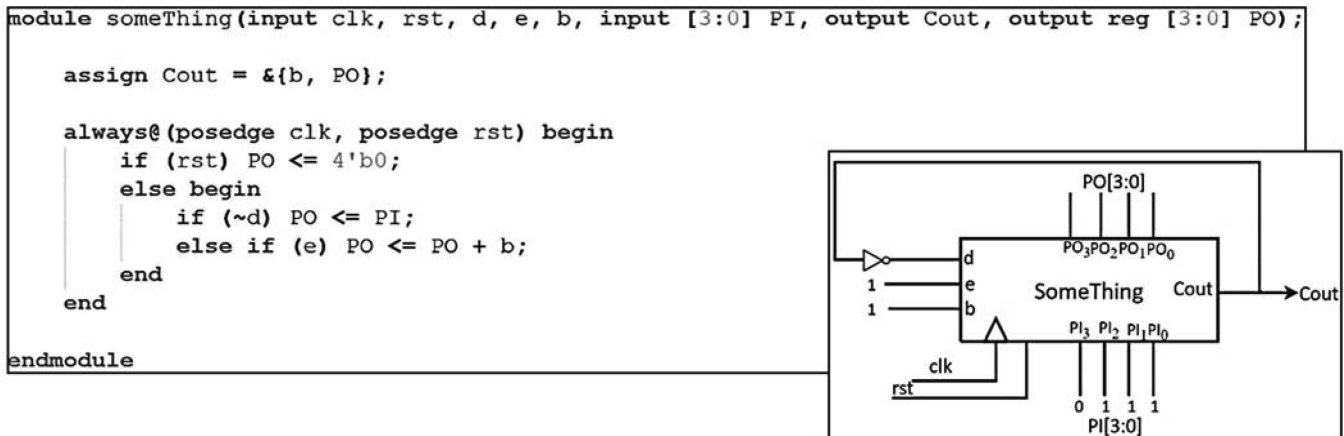
(۱) ۰/۹ ، ۰/۱ و هر دو هم فاز با V_i هستند.

(۲) ۱/۱ ، ۰/۱ و V_f در فاز مخالف V_{be} است.

(۳) ۰/۹ ، ۰/۱ و V_f در فاز مخالف V_i است.

(۴) ۱/۱ ، ۰/۱ و V_{be} در فاز مخالف V_f است.

۶۵- با در نظر گرفتن توصیف Verilog، مدار بسته شده زیر چه عملکردی دارد؟



(۲) تقسیم کننده فرکانسی بر ۹ است.

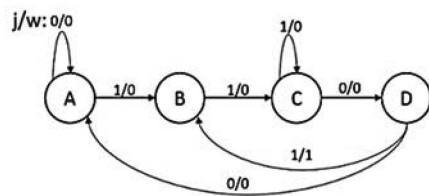
(۱) تقسیم کننده فرکانسی بر ۷ است.

(۴) یک BCD شیفت رجیستر Twisted counter است.

(۳) یک Ring counter مبنای ۱۶ است.

۶۶- ورودی و خروجی مدار توصیف شده با نمودار حالت زیر، به ترتیب j و w هستند. با تغییرات clk و j، کدام شکل

موج برای خروجی w درست است؟

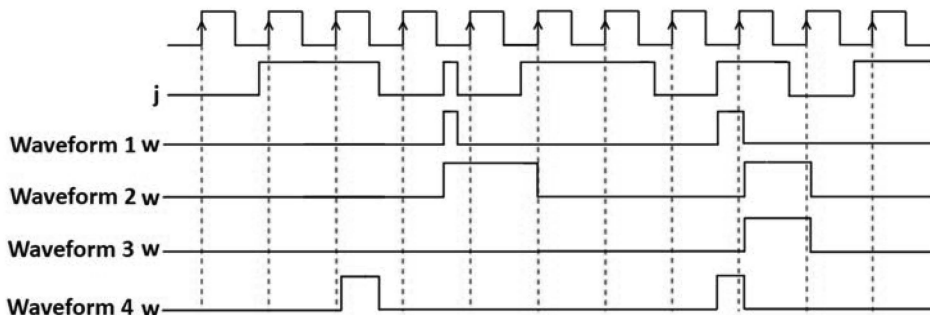


Waveform 1 (۱)

Waveform 2 (۲)

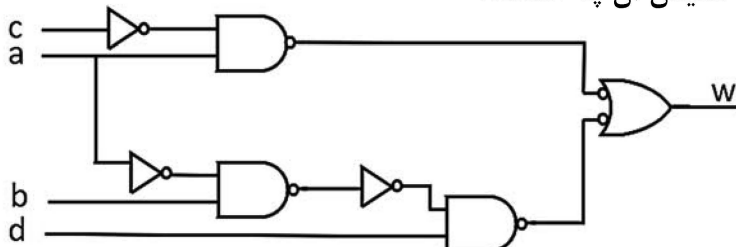
Waveform 3 (۳)

Waveform 4 (۴)



۶۷- در مدار زیر، یک Static Hazard وجود دارد. با در نظر گرفتن اینکه تأخیر همه گیت ها 5 ns باشد، شرط اتفاق

افتادن Hazard، زمان آن و مدت زمان طول کشیدن آن چه هستند؟



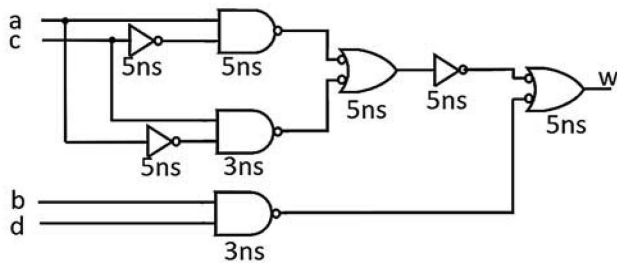
(۱) 15ns پس از اینکه c از 0 به 1 می رود خروجی w یک می شود و پس از 15ns دوباره 0 می شود.

(۲) 15ns پس از اینکه a از 1 به 0 می رود خروجی w صفر می شود و پس از 10ns دوباره 1 می شود.

(۳) 15ns پس از اینکه a از 0 به 1 می رود خروجی w صفر می شود و پس از 10ns دوباره 1 می شود.

(۴) 10ns پس از اینکه a از 1 به 0 می رود خروجی w صفر می شود و پس از 15ns دوباره 1 می شود.

۶۸- با در نظر گرفتن تأخیر نشان داده شده برای گیت‌ها، در مدار زیر، در کدام مورد تأخیر وجود دارد و مقدار بیشترین

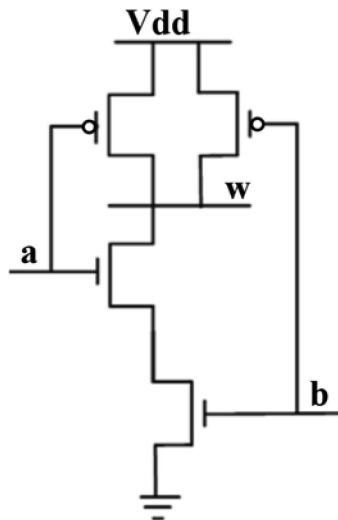


تغییر چقدر است؟

- (۱) با تغییر abcd از 0011 به 0111، 25ns.
- (۲) با تغییر abcd از 1101 به 1111، 25ns.
- (۳) با تغییر abcd از 1001 به 1011، 25ns.
- (۴) با تغییر abcd از 1111 به 1011، 30ns.

۶۹- با در نظر گرفتن تأخیرهای (3,5,7) و (4,6,8) به ترتیب برای ترانزیستورهای nmos و pmos، کدام

Verilog statement مدار زیر را توصیف می‌کند؟

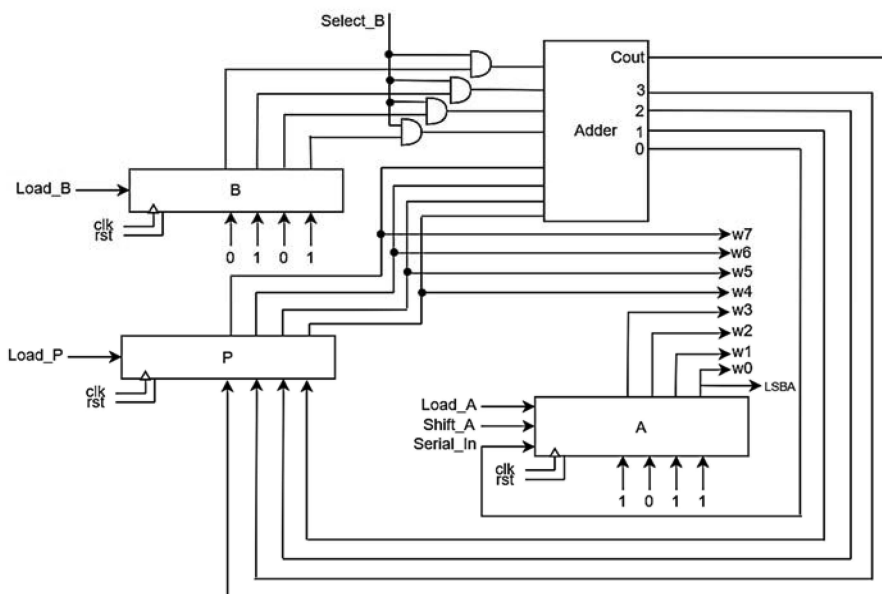


- (۱) `nor #(14,8) (w,a,b);`
- (۲) `nand #(14,8) (w,a,b);`
- (۳) `nor #(14,10) (w,a,b);`
- (۴) `nand #(14,10) (w,a,b);`

۷۰- در مدار زیر در ۵ کلاک متوالی، وقایع ۱ تا ۵ با فرض مقدار اولیه 0000 در P اتفاق می‌افتد. این مدار چه عملکردی

دارد و پس از پایان پنجمین کلاک، خروجی روی $w[7:0]$ چه می‌باشد؟

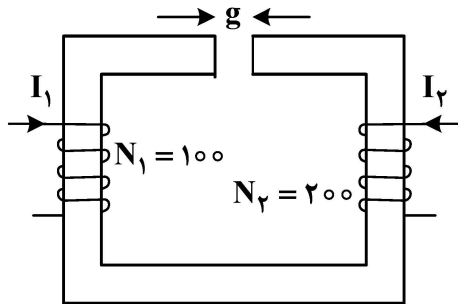
1. Load_A = 1, Load_B = 1
2. If (LSBA == 1) {Select_B = 1, Load_P = 1, Shift_A = 1}
3. If (LSBA == 1) {Select_B = 1, Load_P = 1, Shift_A = 1}
4. If (LSBA == 1) {Select_B = 1, Load_P = 1, Shift_A = 1}
5. If (LSBA == 1) {Select_B = 1, Load_P = 1, Shift_A = 1}



- (۱) تقسیم کننده، 00110101
- (۲) تقسیم کننده، 00110111
- (۳) ضرب کننده، 00110111
- (۴) ضرب کننده، 00110101

ماشین‌های الکتریکی (۱ و ۲) و تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱:

۷۱- در مدار مغناطیسی زیر، سیم‌پیچی‌ها و هسته ایده‌آل فرض می‌شود و از شکستگی شار در فاصله هوایی چشم‌پوشی می‌شود. در دو آزمایش، ابتدا سیم‌پیچی (۲) مدار باز می‌شود و ولتاژ سینوسی به سیم‌پیچی (۱) اعمال می‌شود و مقدار مؤثر جریان آن I_1 اندازه‌گیری می‌شود. سپس سیم‌پیچی (۱) مدار باز می‌شود و همان ولتاژ به سیم‌پیچی (۲) اعمال می‌شود و جریان مؤثر آن I_2 اندازه‌گیری می‌شود. نسبت $\frac{I_1}{I_2}$ کدام است؟



- (۱) $\frac{1}{2}$
(۲) ۱
(۳) ۲
(۴) ۴

۷۲- در یک ماشین الکتریکی که هسته آن ایده‌آل است، اندوکتانس‌های خودی و متقابل استاتور و روتور به‌صورت زیر است. به‌ازای جریان استاتور ۱۰ آمپر و جریان روتور $20\sqrt{2}$ آمپر و زاویه چرخش 45° ، اندازه گشتاور تولیدی روتور، ۲۰ کیلو نیوتن‌متر است. اندازه گشتاور تولیدی روتور به‌ازای جریان ۲۰ آمپر استاتور و ۵ آمپر روتور و زاویه چرخش 90° ، چند کیلو نیوتن‌متر است؟

$$\begin{cases} L_{ss} = K_1 \\ L_{rr} = K_2 \\ L_{sr} = M \cos \theta \end{cases} \quad (M, K_2, K_1 \text{ اعداد ثابتی هستند.})$$

- (۱) ۵
(۲) ۱۰
(۳) ۱۵
(۴) ۲۰

۷۳- برای انجام آزمایش بارداری یک موتور شنت DC، آن را به یک ژنراتور DC تحریک مستقل کوپل می‌کنیم. مشخصات این دو ماشین DC کاملاً یکسان است. میدان ژنراتور DC نیز به همان منبع تغذیه موتور DC وصل می‌شود. آرمیچر ژنراتور به مقاومت بار وصل است. مقاومت سیم‌پیچی آرمیچر 2 pu است. عکس‌العمل آرمیچر و تلفات مکانیکی چشم‌پوشی می‌شود. ولتاژ اسمی در دو سر موتور اعمال شده و مقاومت بار به گونه‌ای تنظیم می‌شود که جریان اسمی آرمیچر در موتور و ژنراتور جاری می‌شود. مقدار این مقاومت بار برحسب pu، کدام است؟

- (۱) ۰/۹۱
(۲) ۰/۹۴
(۳) ۰/۹۶
(۴) ۰/۹۸

۷۴- یک ماشین جریان مستقیم تحریک مستقل 220 V به عنوان ژنراتور، باری را در ولتاژ 200 ولت و جریان 20 آمپر تغذیه می کند. مقاومت آرمیچر $0.2\ \Omega$ است. اگر ماشین به صورت موتور در همان ولتاژ پایانه و جریان کار کند ولی شار مغناطیسی 2% کاهش داده شود، نسبت سرعت موتور به ژنراتور تقریباً چقدر است؟ (از افت کموتاتور - جاروبک و عکس العمل آرمیچر صرف نظر شود).

$$(1) \ 0.98$$

$$(2) \ 0.95$$

$$(3) \ 0.87$$

$$(4) \ 1.06$$

۷۵- یک ژنراتور DC شنت در سرعت اسمی 1200 رادیان بر ثانیه، دارای مشخصه داخلی $E_a = \frac{V \cdot I_F}{I_F + 5}$ است که در

آن I_F جریان میدان است. این ژنراتور یک موتور DC سری را تغذیه می کند. جریان آرمیچر ژنراتور و موتور به ترتیب 105 و 100 آمپر و مجموع مقاومت های میدان و آرمیچر موتور سری برابر 0.1 اهم و مقاومت آرمیچر ژنراتور برابر 1 اهم است. اگر از عکس العمل آرمیچر و افت کموتاتور و جاروبک در هر دو ماشین چشم پوشی و منحنی مغناطیسی موتور سری خطی فرض شود، گشتاور تولیدی موتور در سرعت اسمی، چند نیوتن متر است؟

$$(1) \ 100$$

$$(2) \ 200$$

$$(3) \ 240$$

$$(4) \ 320$$

۷۶- در یک ترانسفورماتور $100/200$ ولت، 50 هرتز، توان بی باری 60 وات است. اگر اندوکتانس متقابل بین سیم پیچی های اولیه و ثانویه برابر $\frac{2.5}{\pi}$ هانری باشد، جریان بی باری سمت فشار قوی چند آمپر است؟ (از اثر مقاومت و راکتانس ناشی

صرف نظر شود).

$$(1) \ \frac{4}{3\pi}$$

$$(2) \ \frac{\pi}{4}$$

$$(3) \ 0.3$$

$$(4) \ 0.5$$

۷۷- توان ورودی در آزمایش های مدار باز و اتصال کوتاه استاندارد یک ترانسفورماتور تک فاز 300 کیلوولت آمپری به ترتیب برابر 8 کیلووات و 27 کیلووات است. بازده ترانسفورماتور در دوسوم بار نامی و ضریب توان 0.9 پس فاز، چند درصد است؟

$$(1) \ 80$$

$$(2) \ 85$$

$$(3) \ 90$$

$$(4) \ 95$$

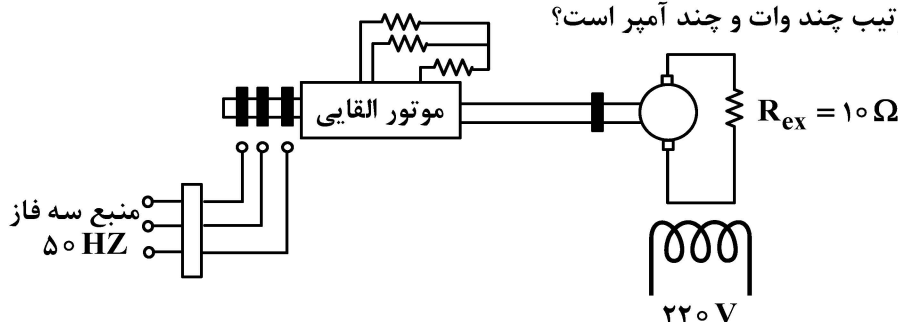
۷۸- یک مولد جریان متناوب سه فاز $450\pi\sqrt{2}$ ولت و ۲۴ قطب، با سرعت 250° دور بر دقیقه چرخانده می‌شود. اگر شار مغناطیسی زیر قطب 50 میلی‌وېر و ضریب سیم‌پیچی 0.9 باشد، تعداد هادی‌های سیم‌پیچی استاتور کدام است؟

- (۱) ۱۲۰۰
- (۲) ۶۰۰
- (۳) ۴۰۰
- (۴) ۳۰۰

۷۹- جریان فاز a استاتور یک موتور القایی سه فاز ۶ قطبی، ۲۰۰ ولت با اتصال ستاره در سرعت نامی ۱۰۰۰ دور بر دقیقه، به صورت $i_{as} = 22\sqrt{6} \sin(120\pi t + \frac{\pi}{3})$ است. اگر توان عبوری از شکاف هوایی ۶۰۰۰ وات باشد، نسبت تلفات اهمی استاتور به تلفات اهمی روتور کدام است؟

- (۱) $1/2$
- (۲) ۱
- (۳) 0.8
- (۴) 0.6

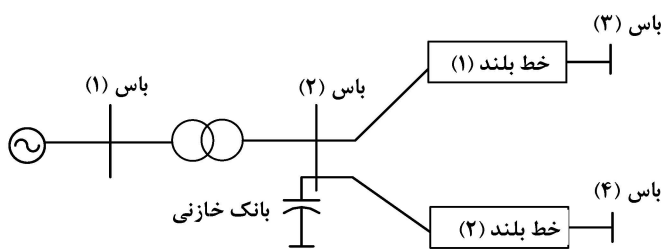
۸۰- یک موتور القایی سه فاز روتور سیم‌پیچی شده، ۴ قطب، 50 هرتز و 440 ولت از سمت روتور و توسط یک اتوترانسفورماتور تغذیه می‌شود. استاتور این موتور به مقاومت‌های متغیر متصل است. موتور القایی مزبور به یک ژنراتور dc تحریک مستقل $220V$ کوپل شده و یک مقاومت 10Ω را تغذیه می‌کند. مقاومت متغیر چنان تنظیم می‌شود که موتور در سرعت 1410 دور بر دقیقه بچرخد و توان 1800 وات دریافت کند. با چشم‌پوشی از تمام تلفات موجود هر دو ماشین غیر از تلفات اهمی روتور موتور القایی، مقدار تقریبی توان خروجی ژنراتور dc و جریان عبوری از مقاومت R_{ex} به ترتیب چند وات و چند آمپر است؟



- (۱) 1880 و 13.5
- (۲) 1690 و 13
- (۳) 1200 و 3.5
- (۴) 960 و 3

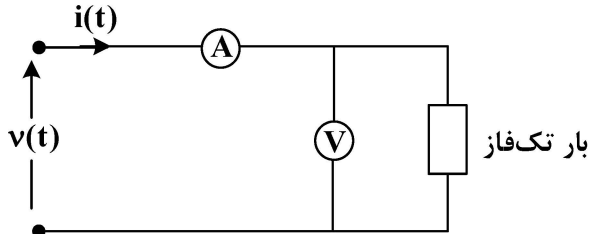
۸۱- ماتریس ادمیتانس شبکه چهار باس نشان داده شده در شکل، به صورت زیر داده شده است. درایه‌ها بر حسب مهو (Ω^{-1}) است. خطوط بلند و یکسان (۱) و (۲)، بدون تلفات بوده و با معادل π دقیق مدل شده‌اند. اندازه سوسپتانس بانک خازنی متصل به باس (۲)، چند مهو است؟

$$Y = \begin{bmatrix} -j0.05 & +j0.05 & 0 & 0 \\ +j0.05 & -j0.055 & j0.005 & j0.005 \\ 0 & j0.005 & -j0.004 & 0 \\ 0 & j0.005 & 0 & -j0.004 \end{bmatrix}$$



- (۱) 0.001
- (۲) 0.005
- (۳) 0.003
- (۴) 0.025

۸۲- بار تکفاز به شبکه تکفاز با ولتاژ $v(t) = v_1 \sin \omega t + v_3 \sin 3\omega t$ وصل شده و جریان $i(t) = i_1 \sin \omega t + i_3 \sin 3\omega t$ از شبکه می‌کشد. قرائت ولت‌متر و آمپر‌متر به ترتیب برابر 130 V و 10 A است. اگر $v_1 = 120\sqrt{2}\text{ V}$ و $i_1 = 8\sqrt{2}\text{ A}$ باشد، توان مصرفی بار چند وات است؟ (آمپر‌متر و ولت‌متر مقادیر مؤثر جریان و ولتاژ را نشان می‌دهند).



(۱) 1120

(۲) 1260

(۳) 1300

(۴) 2380

۸۳- خط انتقال سه فاز با فاصله‌گذاری متقارن 1 m بین فازها، از تک‌هادی‌های توپر به شعاع r (برحسب متر) تشکیل شده است. یک خط انتقال سه فاز دیگر با فاصله‌گذاری متقارن 1 m با باندل‌های ۲ تایی با هادی‌های توپر به گونه‌ای ساخته شده است که وزن و حجم دوهادی باندل جدید با وزن و حجم تک‌هادی خط انتقال اول یکسان باشد. اگر فاصله هادی‌های باندل‌ها برابر $4r$ باشد، آنگاه نسبت راکتانس سلفی خط انتقال دوم (باندل ۲ تایی) به راکتانس سلفی خط انتقال اول (باندل تک‌تایی) چقدر است؟

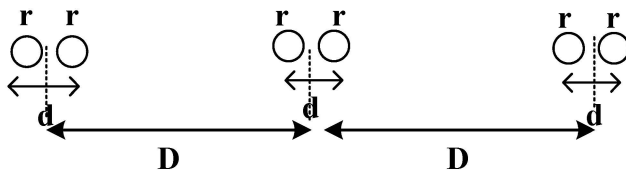
(۱)
$$\frac{\frac{1}{8} - \frac{3}{4} \ln(2) - \ln(r)}{\frac{1}{4} - \ln(r)}$$

(۲)
$$\frac{\frac{1}{4} - \frac{5}{4} \ln(2) - \ln(r)}{\frac{1}{4} - \ln(r)}$$

(۳)
$$\frac{\frac{1}{4} + \frac{3}{4} \ln(2) + \ln(r)}{\frac{1}{4} + \ln(r)}$$

(۴)
$$\frac{\frac{1}{8} + \frac{3}{4} \ln(2) + \ln(r)}{\frac{1}{4} + \ln(r)}$$

۸۴- خط انتقال سه فاز به ولتاژ V_{LL} با هادی‌های توپر به شعاع r به صورت باندل دوتایی به فاصله d ، با فاصله‌گذاری افقی D بین فازها با جایگشت کامل مطابق شکل زیر مفروض است. بیشترین مقدار مؤثر میدان الکتریکی در نقاط اطراف خط چقدر است؟



(۱)
$$\frac{1}{4\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{\ln \frac{D\sqrt{3}}{\sqrt{rd}}} \cdot \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{d}\right) \cdot V_{LL}$$

(۲)
$$\frac{\pi \epsilon_0}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{\ln \frac{D\sqrt{3}}{\sqrt{rd}}} \cdot \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{d}\right) \cdot V_{LL}$$

(۳)
$$\frac{2\pi \epsilon_0}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{\ln \frac{D\sqrt{3}}{\sqrt{rd}}} \cdot \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{d}\right) \cdot V_{LL}$$

(۴)
$$\frac{1}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{\ln \frac{D\sqrt{3}}{\sqrt{rd}}} \cdot \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{d}\right) \cdot V_{LL}$$

۸۵- خط انتقال بلند بدون تلفات دارای امپدانس مشخصه $\bar{Z}_c = 400 \Omega$ و ضریب انتشار $\bar{\gamma} = 2/5 \times 10^{-3} \frac{1}{\text{km}}$ است. امپدانس سری واحد طول (برحسب اهم بر مایل) چقدر است؟ (هر مایل ۱۶۰۹ متر است).

(۱) $643/6$

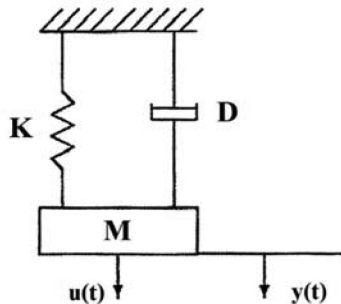
(۲) $1/609$

(۳) $\frac{1}{643/6}$

(۴) $\frac{4}{1/609}$

سیستم‌های کنترل خطی:

۸۶- به سیستم زیر، ورودی نیروی پله واحد $u(t) = 1 \text{ N}$ اعمال می‌شود. خروجی، میزان جابجایی جرم $M = 1 \text{ Kg}$ جرم می‌باشد. با فرض $k = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ ، مقدار D چقدر باشد تا حداکثر فاصله جرم M از نقطه سکون اولیه تقریباً برابر با 10.5 cm باشد؟



(۱) $0/5$

(۲) $0/7$

(۳) 1

(۴) $1/4$

۸۷- سیستم زیر را در نظر بگیرید:

$$G(s) = \frac{K}{(1 + T_1 s)(1 + T_2 s)}$$

قرار دهید: $I_1 = \int_0^\infty g(\tau) d\tau$, $I_2 = \int_0^\infty \tau g(\tau) d\tau$ که در آن $g(t)$ پاسخ ضربه سیستم است. $\frac{I_2}{I_1}$ کدام است؟

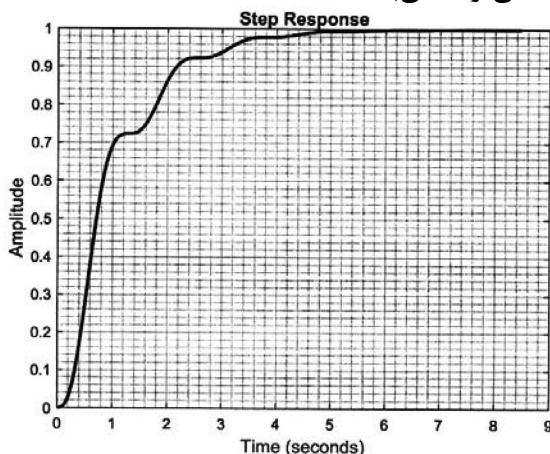
(۱) $2(T_1^2 + T_2^2 + T_1 T_2)$

(۲) $T_1^2 + T_2^2 + T_1 T_2$

(۳) $2(T_1 + T_2)^2$

(۴) $(T_1 + T_2)^2$

۸۸- پاسخ پله شکل زیر متناظر با کدام یک از توابع تبدیل داده شده می‌تواند می‌باشد؟



(۱) $G(s) = \frac{25}{(4s+1)(s^2+2s+25)}$

(۲) $G(s) = \frac{25}{(2s+1)(s^2+2s+25)}$

(۳) $G(s) = \frac{25}{(s+1)(s^2+2s+25)}$

(۴) $G(s) = \frac{100}{(s+4)(s^2+2s+25)}$

۸۹- یک سیستم کنترلی فاقد صفر، دارای یک قطب در سمت راست و یک قطب در سمت چپ محور موهومی است. نقطه انشعاب مکان هندسی ریشه‌ها در $s = ۰/۵$ واقع است و بهره در این نقطه برابر $۲/۲۵$ است. می‌خواهیم توسط یک کنترل کننده و فیدبک واحد منفی سیستم حلقه بسته را پایدار کنیم. کدام کنترل کننده پاسخ مسئله است؟

$$(۱) \frac{k(s-۲)}{s+۳}$$

$$(۲) \frac{k(s+۱)}{s+۱۰}$$

$$(۳) \frac{k(s+۳)}{s+۱}$$

$$(۴) \frac{k(s+۱۰)}{s+۲}$$

۹۰- سیستمی با تابع تبدیل حلقه باز $G(s) = \frac{k}{(s+۲)(s+۳)(s+p)}$ ؛ $p > ۳$ و $k > ۰$ و فیدبک واحد منفی در نظر

بگیرید. اگر برای $۰ < k < ۳۰$ ، زمان نشست با معیار ۲٪ در پاسخ پله کمتر از ۲ ثانیه باشد، مقدار p چقدر است؟

(۱) ۴

(۲) ۵

(۳) ۶

(۴) ۷

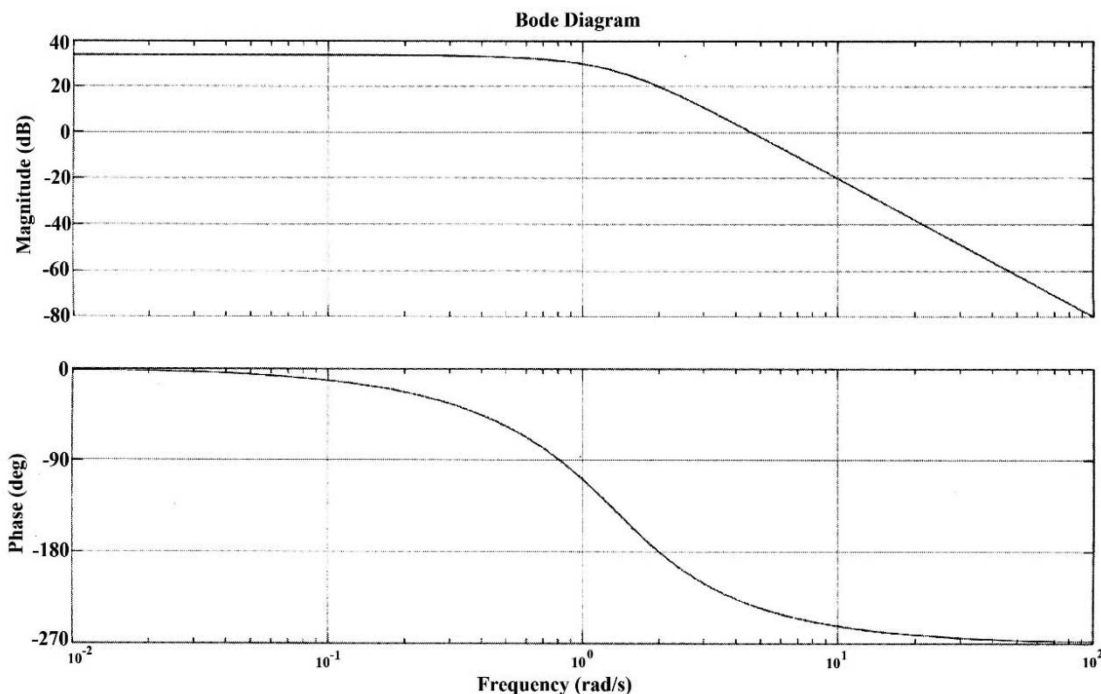
۹۱- در شکل زیر، نمودار بودی تابع تبدیل $G(s)$ رسم شده است. فرض کنید این تابع تبدیل در یک حلقه فیدبک واحد منفی با بهره مسیر مستقیم k قرار دارد. مقدار بیشینه k برای حفظ پایداری سیستم حلقه بسته کدام است؟

(۱) ۰/۰۱

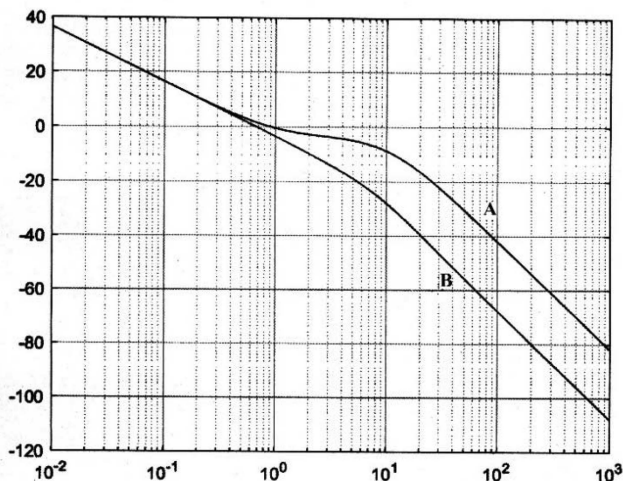
(۲) ۰/۱

(۳) ۱

(۴) ۲



۹۲- دو سیستم حلقه بسته پایدار A و B را در نظر بگیرید. دیاگرام اندازه پاسخ فرکانسی تابع تبدیل حلقه باز دو سیستم در شکل نمایش داده شده‌اند. کدام مورد درست نیست؟



(۱) با توجه به شیب منحنی اندازه در حوالی فرکانس گذر بهره، پایداری نسبی A از B بیشتر است.

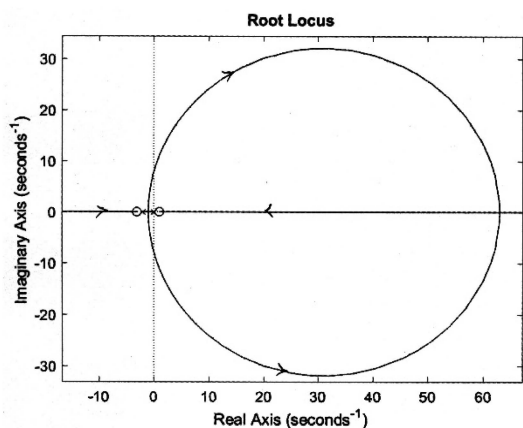
(۲) رفتار دو سیستم از منظر خطای حالت دائم به ورودی شیب یکسان است.

(۳) قابلیت حذف نویز دو سیستم یکسان است.

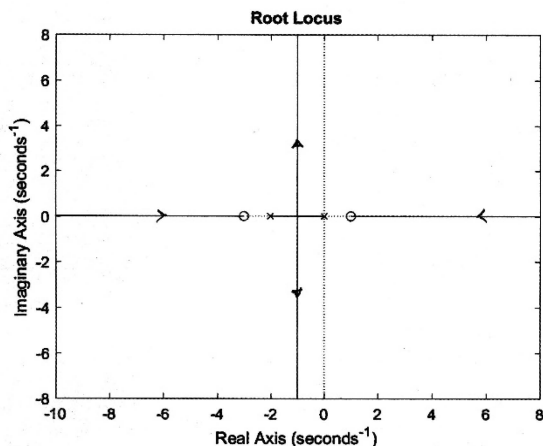
(۴) قابلیت حذف اغتشاش دو سیستم یکسان است.

۹۳- دیاگرام مکان هندسی ریشه‌های سیستم زیر کدام مورد است؟

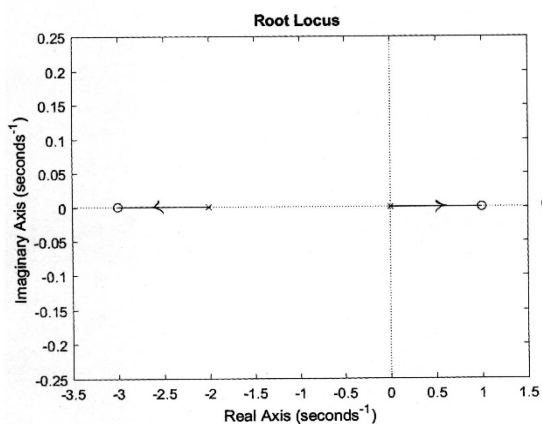
$$G(s) = K \frac{(s-1)(s+3)}{s(s+2)}, K < 0$$



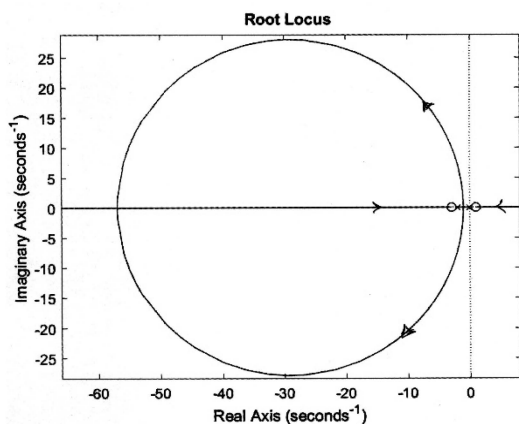
(۲)



(۱)

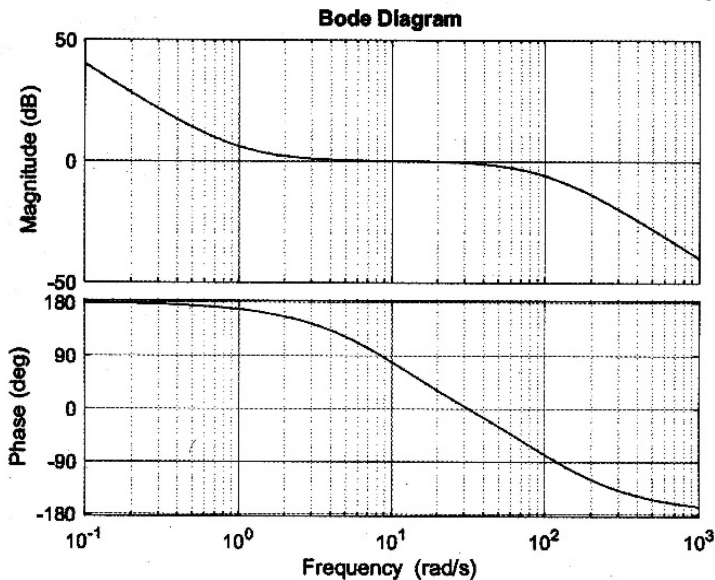


(۴)



(۳)

۹۴- تابع تبدیل متناظر با دیاگرام بودی زیر، کدام مورد است؟



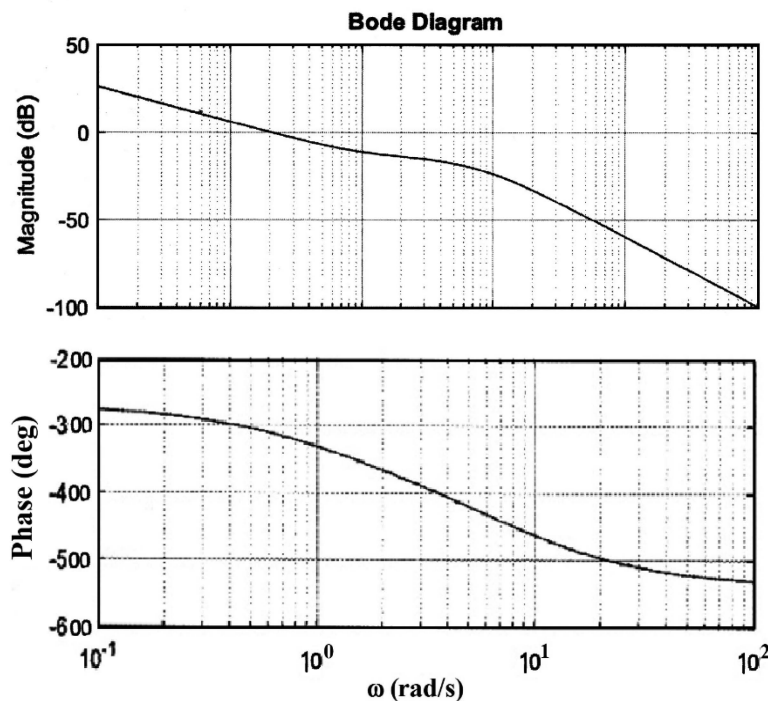
$$G(s) = K \frac{(1-s^2)(1-\sigma/s)}{s^2(1+\sigma/s)(1+\sigma/s)} \quad (1)$$

$$G(s) = K \frac{(1-s^2)}{s^2(1+\sigma/s)(1+\sigma/s)^2} \quad (2)$$

$$G(s) = K \frac{(1+s^2)(1-\sigma/s)}{s^2(1+\sigma/s)(1+\sigma/s)^2} \quad (3)$$

$$G(s) = K \frac{(1-s^2)(1-\sigma/s)}{s^2(1+\sigma/s)(1+\sigma/s)^2} \quad (4)$$

۹۵- یک سیستم فیدبک واحد که دیاگرام بودی تابع تبدیل حلقه باز آن در شکل نمایش داده شده است را در نظر بگیرید. ساده‌ترین کنترل کننده‌ای که قادر به پایداری سیستم و تأمین حد فاز دلخواه می‌باشد، کدام مورد است؟



(۱) تناسبی (P)

(۲) تناسبی - مشتقی (PD)

(۳) تناسبی - انتگرالی (PI)

(۴) تناسبی - مشتقی - انتگرالی (PID)

سیگنال‌ها و سیستم‌ها و مخابرات ۱:

۹۶- اگر رابطه بین تبدیل‌های فوریه ورودی و خروجی یک سیستم گسسته زمان به صورت رابطه زیر باشد، سیستم جزو کدام دسته است؟

$$Y(e^{j\Omega}) = j e^{-j\Omega} \frac{dX(e^{j\Omega})}{d\Omega} + X(e^{j\Omega})$$

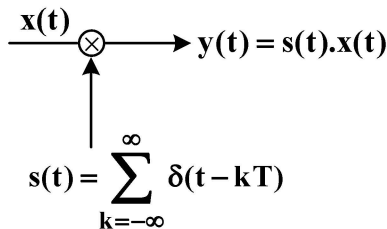
(۲) خطی - تغییرپذیر با زمان - علی

(۴) غیرخطی - تغییرپذیر با زمان - غیرعلی

(۱) خطی - تغییرپذیر با زمان - غیرعلی

(۳) خطی - تغییرناپذیر با زمان - علی

۹۷- سیستم زیر یک نمونه برداری ایده آل با قطاری از ضربه است که T ، دوره تناوب نمونه برداری است. کدام گزینه در خصوص این سیستم درست است؟



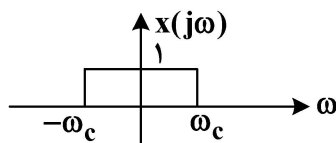
(۲) غیرخطی و تغییرناپذیر با زمان

(۱) خطی و تغییرناپذیر با زمان

(۴) غیرخطی و تغییرپذیر با زمان

(۳) خطی و تغییرپذیر با زمان

۹۸- تبدیل فوریه سیگنال $x(t) = \frac{\sin \omega_c t}{\pi t}$ در شکل زیر رسم شده است. مقدار عبارت انتگرالی



$$I = \int_0^{+\infty} \left(\frac{\sin(\pi t)}{\pi t} \right)^2 dt - \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\sin(\pi t)}{\pi t} e^{j\pi t} dt$$

(۲) ۱

(۱) $+\infty$

(۴) صفر

(۳) $\frac{1}{2}$

۹۹- ضرایب سری فوریه سیگنال گسسته زمان حقیقی $x[n]$ با دوره تناوب ۵ را a_k می نامیم. اگر با دوره تناوب ۱۰ برای این سیگنال، ضرایب سری فوریه را b_k بنامیم و با دوره تناوب ۱۵ برای این سیگنال، ضرایب سری فوریه را c_k بنامیم، کدام گزینه در خصوص این ضرایب نادرست است؟ (* علامت مزدوج است).

$$(۱) a_0 = b_0 = c_0$$

$$(۲) a_1 = b_4 = c_6$$

$$(۳) a_2 = b_4 = c_6$$

$$(۴) a_3 = b_4^* = c_9$$

۱۰۰- اگر تبدیل فوریه سیگنال پیوسته زمان $x(t) = u(t+1) + 2te^{-2t}u(t-2)$ را $X(j\omega)$ بنامیم، مقدار عبارت

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X^2(j\omega) d\omega + \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X^2(-j\omega) d\omega$$

(۱) صفر

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۴

۱۰۱- برای سیگنال گسسته زمان $x[n]$ با مقادیر کراندار و دارای تبدیل فوریه $X(e^{j\Omega})$ ، می دانیم:

$$\int_0^{\pi} X(e^{j\Omega}) d\Omega = \int_{\pi}^{2\pi} X(e^{j\Omega}) d\Omega$$

کدام گزینه در خصوص این سیگنال درست است؟

(۲) الزاماً فرد است.

(۱) می تواند حقیقی یا مختلط باشد.

(۴) الزاماً حقیقی است.

(۳) الزاماً زوج است.

۱۰۲- پاسخ یک سیستم پیوسته زمان که دارای معادله دیفرانسیل $\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 2 \frac{dy(t)}{dt} = \frac{dx(t)}{dt} + 2x(t)$ است، به ازای

سیگنال ورودی $x(t) = e^{2t}$ کدام گزینه است؟

$$\begin{array}{ll} (۱) \quad \frac{1}{2}u(-t) - \frac{1}{2}e^{2t}u(-t) & (۲) \quad -\frac{1}{2}u(t) + \frac{1}{2}e^{2t}u(t) \\ (۳) \quad -\frac{1}{2}u(t) - \frac{1}{2}e^{2t}u(-t) & (۴) \quad \frac{1}{2}e^{2t} \end{array}$$

۱۰۳- برای سیگنال پیوسته زمان $x(t)$ با تبدیل فوریه $X(j\omega)$ ، می‌دانیم که در محدوده فرکانسی $|\omega| > 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ تبدیل فوریه

آن $X(j\omega) = 0$ است. از روی این سیگنال، چند سیگنال زیر به دست آمده است. در نمونه برداری ایده آل (و بازسازی با فیلتر پایین گذر)، نرخ نایکوئیست برای کدام یک از سیگنال‌های $x_1(t)$ تا $x_4(t)$ از همه بیشتر است؟

$$x_1(t) = \frac{dx(t)}{dt}$$

$$x_2(t) = x^2(t)$$

$$x_3(t) = x(3t)$$

$$x_4(t) = x\left(\frac{t}{3}\right)$$

$$(۱) \quad x_1(t) \quad (۲) \quad x_2(t)$$

$$(۳) \quad x_3(t) \quad (۴) \quad x_4(t)$$

۱۰۴- برای یک سیستم پیوسته زمان علی با تابع تبدیل $H(s)$ و پاسخ ضربه $h(t)$ ، داریم: $H(s) = \frac{4s^4 + 3s^3 + 2s^2 + s + 2}{s^4 + 2}$

مقدار $h(0^+)$ کدام است؟

$$(۱) \quad ۳ \quad (۲) \quad ۲$$

$$(۳) \quad ۱ \quad (۴) \quad \text{صفر}$$

۱۰۵- برای یک سیستم گسسته زمان علی با تابع تبدیل $H(z)$ و پاسخ ضربه $h[n]$ ، داریم: $H(z) = \frac{1 + 2z^{-1}}{1 + z^{-5} + z^{-10}}$

مقدار $h[1]$ کدام است؟

$$(۱) \quad ۱ \quad (۲) \quad ۲$$

$$(۳) \quad -۱ \quad (۴) \quad \text{صفر}$$

۱۰۶- برای سیگنال $v(t)$ با فرم زیر، $Rv(\tau)$ تابع خود هم بستگی چه عبارتی است؟

$$v(t) = \delta(t) + \delta(t - 3)$$

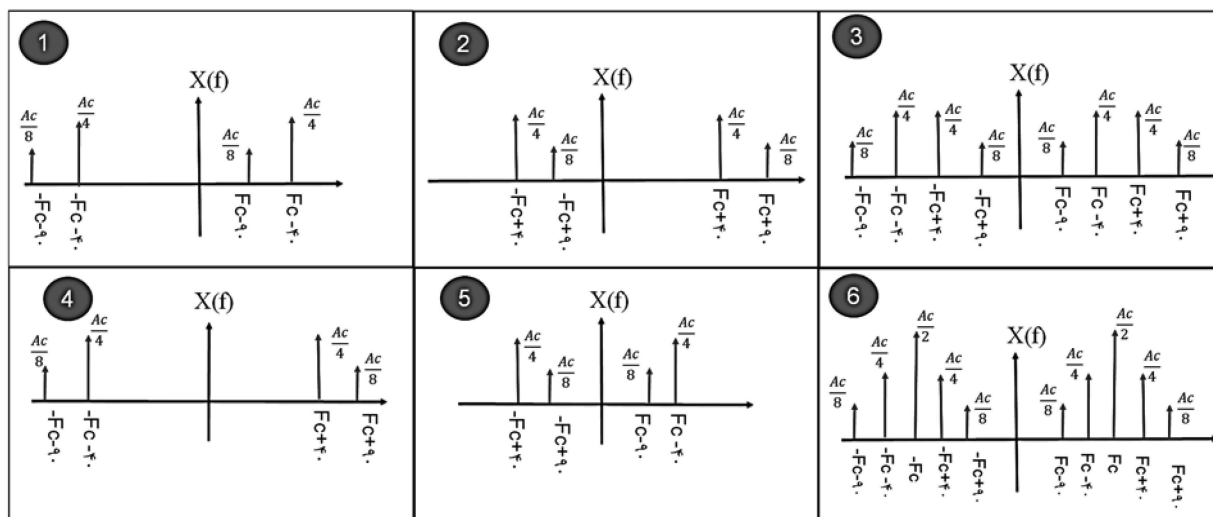
$$(۱) \quad \delta(t + 6) + \delta(t - 6)$$

$$(۲) \quad \delta(t - 3) + \delta(t + 3)$$

$$(۳) \quad 2\delta(t) + \delta(t - 6) + \delta(t + 6)$$

$$(۴) \quad 2\delta(t) + \delta(t - 3) + \delta(t + 3)$$

۱۰۷- سیگنال به فرم $x(t) = \cos 2\pi f_c t + \frac{1}{2} \cos 2\pi f_m t$ توسط مدولاتورهای دامنه نرمال، SSB و DSB در فرکانس F_c و با دامنه A_c ارسال شده است. کدام مورد درخصوص طیف فرکانسی خروجی مدولاتور درست است؟



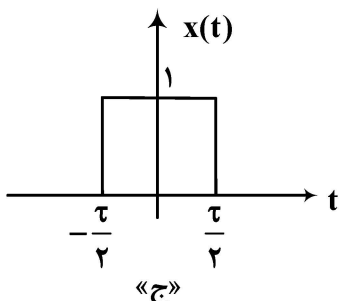
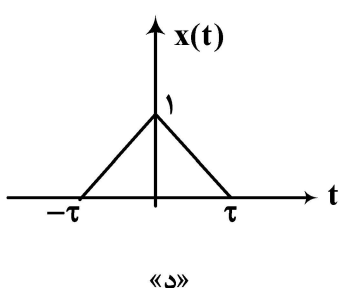
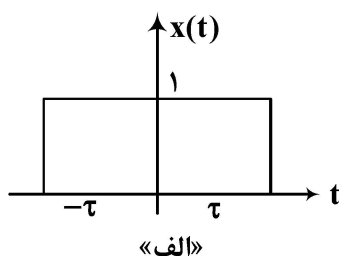
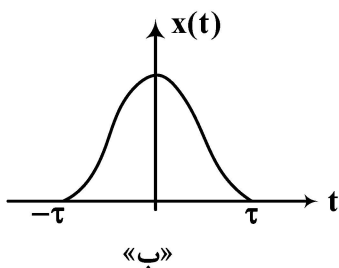
(۱) شکل سوم طیف AM نرمال شکل پنجم USSB و شکل چهارم LSSB است.

(۲) شکل ششم طیف AM نرمال شکل دوم USSB و شکل چهارم LSSB است.

(۳) شکل سوم طیف DSB شکل پنجم LSSB و شکل چهارم USSB است.

(۴) شکل ششم طیف DSB شکل پنجم USSB و شکل چهارم LSSB است.

۱۰۸- کدام سیگنال، پهنای باند مؤثر کمتری دارد؟



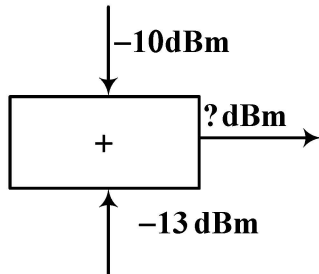
(۲) «ب»

(۴) «د»

(۱) «الف»

(۳) «ج»

۱۰۹- دو سیگنال مستقل با توان -10 dBm و -13 dBm در یک مدار جمع‌کننده با هم جمع می‌شوند، توان سیگنال خروجی چند dBm است؟



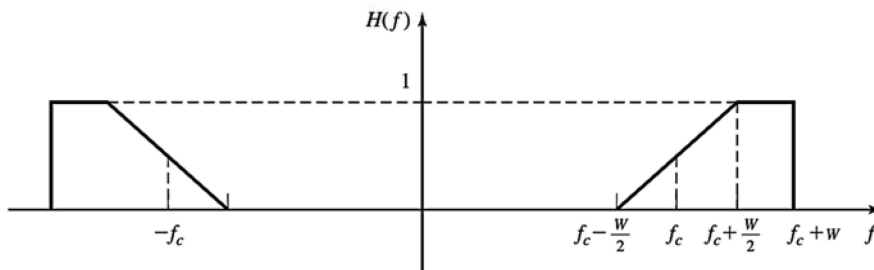
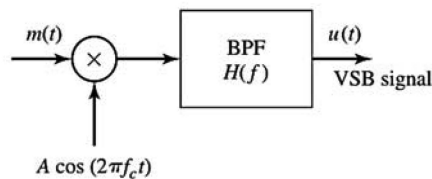
(۱) $-6/5$

(۲) $-8/24$

(۳) -18

(۴) -23

۱۱۰- اگر ورودی یک مدولاتور VSB مشابه شکل زیر، که در آن $A_C = 1$ و $f_c = 800\text{ Hz}$ و $W = 200\text{ Hz}$ ، یک سیگنال پیام به صورت $m(t) = 2 \cos(1000\pi t) + \cos(3000\pi t)$ باشد، سیگنال خروجی کدام گزینه است؟



(۱) $u(t) = 2 \cos(1700\pi t) + \cos(1900\pi t) + \cos(2100\pi t)$

(۲) $u(t) = 0.5 \cos(750\pi t) + 0.5 \cos(850\pi t) + \cos(950\pi t)$

(۳) $u(t) = 0.5 \cos(1500\pi t) + 1.5 \cos(1700\pi t) + \cos(1900\pi t)$

(۴) $u(t) = 0.5 \cos(1500\pi t) + \cos(1700\pi t) + \cos(1900\pi t) + 0.5 \cos(2100\pi t)$

الکترومغناطیس:

۱۱۱- ناحیه بین $-1 < z < 1$ از فضا از ماده‌ای با ضریب حساسیت مغناطیسی $\chi_m = z + \frac{z^3}{3}$ پر شده است. میدان

مغناطیسی یکنواخت $B = B_0 \hat{x}$ به ماده اعمال شده است. چگالی جریان مقید در صفحه $z = -1$ برابر با کدام گزینه است؟

(۱) $J_{ms} = -\frac{B_0}{\mu_0} \hat{y}$

(۲) $J_{ms} = +\frac{B_0}{\mu_0} \hat{y}$

(۳) $J_{ms} = +\frac{4}{3} \frac{B_0}{\mu_0} \hat{x}$

(۴) $J_{ms} = -\frac{4}{3} \frac{B_0}{\mu_0} \hat{y}$

۱۱۲- یک صفحه بی‌نهایت با چگالی بار یکنواخت ρ_s در فاصله d از یک صفحه تخت هادی بی‌نهایت زمین شده قرار دارد. هر دو

صفحه موازی صفحه xOy هستند. میدان الکتریکی در صفحه $z = \frac{d}{2}$ از هادی برابر با کدام گزینه است؟

(۱) $E = 0$

(۲) $E = \hat{z} \frac{\rho_s}{\epsilon_0}$

(۳) $E = -\hat{z} \frac{\rho_s}{\epsilon_0}$

(۴) $E = \hat{z} \frac{2\rho_s}{\epsilon_0}$

۱۱۳- مطابق شکل، بار خطی $\rho_L (\frac{C}{m})$ به طول بی‌نهایت در مرکز یک استوانه بسیار طویل سه‌لایه قرار دارد.

ضریب‌گذردهی الکتریکی در فاصله $0 < r < 0.5$ برابر با ϵ_0 ، در فاصله $0.5 < r < 1$ برابر با $2\epsilon_0$ و در فاصله $1 < r$

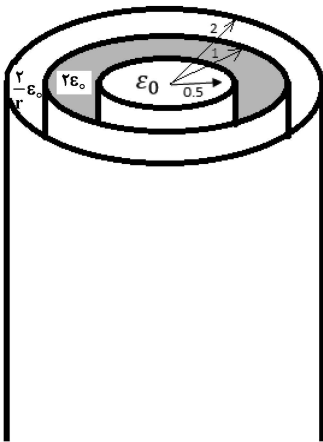
برابر با $2\epsilon_0$ است. چگالی بار سطحی مقید در مرز $r = 1$ برابر با کدام مورد داده شده است؟

(۱) صفر

(۲) $\frac{2\rho_L}{\pi}$

(۳) $\frac{\rho_L}{4\pi}$

(۴) $\frac{\rho_L}{2\pi}$



۱۱۴- دو رسانا در محیطی با ضریب هدایت $10^{-4} \frac{\Omega}{m}$ و ضریب‌گذردهی الکتریکی 80 قرار دارد. مقاومت بین دو هادی

$100 k\Omega$ است. ظرفیت الکتریکی بین دو رسانا، چند pF (پیکوفاراد) است؟

(۱) ۱۷۶

(۲) ۷۱

(۳) ۵۹

(۴) ۳۰

۱۱۵- در شکل زیر، تابع پتانسیل یک متغیره نشان داده شده است، در نظر بگیرید. در کدام نقطه، دامنه شدت میدان

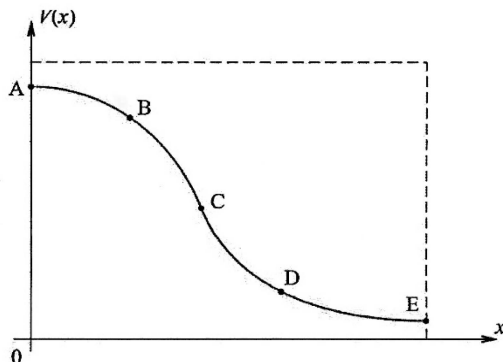
الکتریکی بیشینه است؟

(۱) A و E

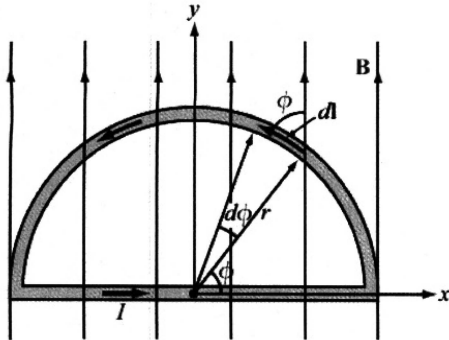
(۲) B

(۳) C

(۴) D



۱۱۶- اگر میدان اعمالی به یک قاب نیم‌دایره‌ای، که جریان I را حمل می‌کند، مطابق شکل داده شده باشد، نیروی مغناطیسی وارد بر بخش نیم دایره‌ای برابر با کدام گزینه است؟



(۱) $2IRB_0\hat{z}$

(۲) $-IRB_0\hat{z}$

(۳) $IRB_0\hat{z}$

(۴) $-2IRB_0\hat{z}$

۱۱۷- N حلقه دایروی با جریان I به‌طور هم سطح و هم مرکز کنار هم قرار گرفته‌اند. شعاع حلقه اول برابر با R ، شعاع حلقه دوم $2R$ و همین‌طور شعاع حلقه N م برابر R^{N-1} است. شدت میدان مغناطیسی در مرکز این حلقه‌ها برابر با کدام گزینه است؟

(۱) $\frac{\mu_0 I}{R} (1 - \frac{1}{N})$

(۲) $\frac{\mu_0 I}{R} (1 - \frac{1}{2^N})$

(۳) $\frac{2\mu_0 I}{R} (1 - \frac{1}{N})$

(۴) $\frac{2\mu_0 I}{R} (1 - \frac{1}{2^N})$

۱۱۸- جریان سیمی I بر روی محور z قرار دارد. اگر ضریب نفوذپذیری مغناطیسی نسبی چهار ربع فضا به‌ترتیب μ_{r1} ، $2\mu_{r1}$ ، $3\mu_{r1}$ و $4\mu_{r1}$ باشد، چگالی شار مغناطیسی در ربع (۱) برابر با کدام گزینه است؟

(۱) $B = a_\phi \frac{5\mu_0\mu_r I}{24\pi r}$

(۲) $B = a_\phi \frac{24\mu_0\mu_r I}{25\pi r}$

(۳) $B = a_\phi \frac{25\mu_0\mu_r I}{24\pi r}$

(۴) $B = a_\phi \frac{\mu_0\mu_r I}{2\pi r}$

۱۱۹- یک سولنوئید با هسته هوا و بسیار بلند، با شعاع 1cm دارای 1000 دور در متر است. این سولنوئید حامل جریان $i = 10 \sin(100t)$ میلی‌آمپر است. دامنه میدان الکتریکی در $r = 0.5\text{cm}$ چند برابر μ_0 است؟

(۱) ۲

(۲) $2/5$

(۳) 0.5

(۴) ۱۰

- ۱۲۰- بار $Q = +1\mu C$ در مرکز یک کره عایقی به شعاع $r = 1m$ با ضریب دی‌الکتریک نسبی $\epsilon_r = 2$ قرار دارد. این کره توسط هوا محصور شده است. کدام گزینه در خصوص این مسأله درست است؟
- (۱) D_r در مرکز ($r = 1m$) پیوسته است.
- (۲) $|E_r|$ در مرکز ($r = 1m$) ماکزیمم است.
- (۳) دامنه چگالی بار پلاریزاسیون درون کره، به صورت خطی با شعاع افزایش می‌یابد.
- (۴) دامنه بردار پلاریزاسیون در $r = 2m$ بیشتر از دامنه بردار پلاریزاسیون در $r = 0.5$ است.

مقدمه‌ای بر مهندسی زیست پزشکی:

- ۱۲۱- کدام علم توجه بیشتری به بررسی و تعیین ابعاد و اندازه‌های بدن می‌پردازد؟
- (۱) آنترپوژی (۲) کینزیولوژی (۳) ارگونومی (۴) آنترپومتری
- ۱۲۲- در یک تقویت‌کننده، امپدانس ورودی ۲ مگا اهم و ظرفیت خازنی ۳۰۰ پیکوفاراد است. فرکانس قطع چند اهم است؟ ($3\pi \approx 10$)
- (۱) ۴۰۰۰ (۲) ۴۰۰ (۳) ۲۵۰ (۴) ۵۰
- ۱۲۳- کدام عامل در شرایط استراحت پتانسیل الکتریکی طرفین غشا، سلول‌های تحریک‌پذیر را منفی نگه می‌دارد؟
- (۱) پمپ‌های یونی (۲) پتانسیل عمل (۳) تحریک الکتریکی (۴) مبادله کننده‌های یونی
- ۱۲۴- کدام تکنیک، جریان‌های هر کدام از کانال‌های یونی را به صورت مجزا ثبت و اندازه‌گیری می‌کند؟
- (۱) Voltage Clamp (۲) Patch Clamp (۳) Space Clamp (۴) Current Clamp
- ۱۲۵- کدام بخش از شکل موج ECG، قله بزرگتری دارد؟
- (۱) P (۲) Q (۳) R (۴) S
- ۱۲۶- کدام سیگنال، تغییرات پتانسیل الکتریکی قرنیه و شبکیه چشم را بیان می‌کند؟
- (۱) EOG (۲) ERG (۳) EGG (۴) EEG
- ۱۲۷- در یک فیلتر مرتبه یک که از یک مقاومت ۵۰ مگا اهم و یک خازن ۳۰ نانوفاراد تشکیل شده است، ثابت زمانی این فیلتر چند میلی ثانیه است؟
- (۱) ۵۰۰۰ (۲) ۱۵۰۰ (۳) ۵ (۴) ۱/۵

- ۱۲۸- زمانی که یک تقویت کننده عملیاتی در محدوده خطی خود قرار دارد، ولتاژ دو پایانه ورودی نسبت به هم چگونه است؟
 (۱) ورودی معکوس کننده کمتر است.
 (۲) ورودی معکوس کننده بیشتر است.
 (۳) صفر هستند.
 (۴) برابر هستند.
- ۱۲۹- چه مقادیری برای نسبت حذف بهره مد مشترک (CMMR) برای تقویت کننده های زیستی توصیه می شود؟
 (۱) یک
 (۲) پایین
 (۳) بالا
 (۴) صفر
- ۱۳۰- در یک دستگاه پزشکی که توصیف ریاضی آن با معادله دیفرانسیل مرتبه دوم انطباق دارد، در کدام حالت میرایی بیشتری دارد؟
 (۱) $\zeta = 1$
 (۲) $\zeta = 0$
 (۳) $\zeta < 1$
 (۴) $\zeta > 1$

