2016년10월01일년 철도신호기사 필기시험 기출문제 답안

【1과목 : 20문제】 전자공학	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	③	①	④	③	②	③	②	④	②	②
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	③	①	③	③	①	④	④	④	②	①

【2과목 : 20문제】 회로이론 및 제어공학	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	③	②	②	②	③	①	①	③	④	③
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	④	②	③	④	①	①	③	①	①	③

【3과목 : 20문제】 신호기기	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	①	④	④	①	④	②	④	③	③	③
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	②	④	②	②	③	①	②	①	②	②

【4과목 : 20문제】 신호공학	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	④	②	②	②	④	④	④	④	④	①
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	③	①	①	④	④	①	①	③	③	②

전자문제집 CBT 홈페이지 : https://www.cbtestpro.kr

최신 수정 자료와 해설(오타・오답・규정변경)은 cbtestpro.kr 웹 및 앱에서 확인하세요.

기출문제의 저작권은 출제기관에 있습니다. cbtestpro.kr 및 관련 앱에서는 편집 및 재구성 작업만 하였음을 밝힙니다.

CBT기출문제

전자문제집 CBT

빠르고 효과적으로 배워 시험 합격을 노려라!

Download on the App Store

GET IT ON Google Play

【1과목】 전자공학 (20문제)

1. 진폭 변조도를 m이라 할 때 m>1이 되면 변조 일그러짐이 일어나는데 이를 무엇이라 하는가?

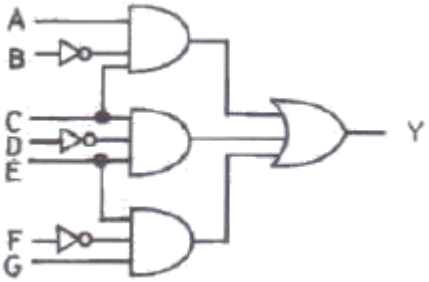
① 양변조

② 음변조

❸ 과변조

④ 고전력변조

2. 다음 논리 회로의 출력(Y)은?



❶ $Y = A\overline{B}C + C\overline{D}E + E\overline{F}G$

② $Y = A\overline{B}C + AB\overline{C} + \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}$

③ Y=A+B+C+D+E+F+G

④ Y=ABCDEFG

3. 주파수 변조(FM)에서 신호대 잡음비(S/N)를 향상시키기 위한 방법으로 거리가 먼 것은?

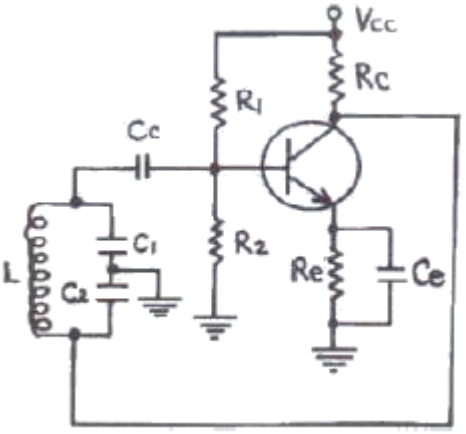
① 디엠파시스(de-emphasis)회로를 사용한다.

② 주파수 대역폭을 넓힌다.

③ 주파수 변조지수 mf를 크게 한다.

❹ 증폭도를 크게 높인다.

4. 다음 그림과 같은 회로의 용도는?



① 동조형 고주파 증폭기

② 하틀리 발진기

❸ 콜피츠 발진기

④ 부궤환 증폭기

5. LC 발진회로의 주파수 안정도를 높이기 위한 방법으로 적합한 것은?

① 바이어스를 걸어준다.

❷ 동조회로의 선택도 Q를 높인다.

③ 동조회로의 공진주파수를 높인다.

④ 동조회로의 R 성분을 키운다.

Download on the App Store 전자문제집 CBT(App Store) :[다운로드]
GET IT ON Google Play 전자문제집 CBT(Google Play) :[다운로드]

6. 다음 카르노 맵을 간략화한 결과는?

AB \ CD	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	0	0	1
11	1	1	0	1
10	1	1	0	1

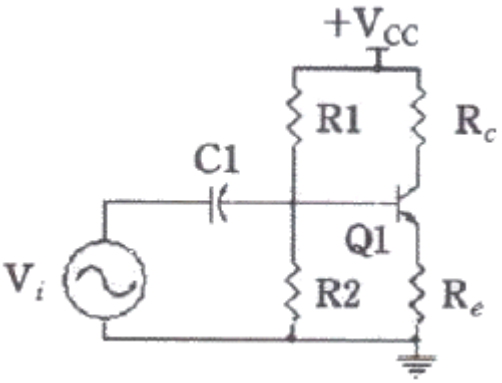
① $\overline{A}\,\overline{B}D + AC + C\overline{D}$

② $\overline{A}\,\overline{B}D + A\overline{C} + CD$

❸ $\overline{A}\,\overline{B}D + A\overline{C} + C\overline{D}$

④ $\overline{A}\,\overline{B}D + AC + CD$

7. 다음 회로의 안정계수를 구하면? (단, $+V_{CC}$=10V, R1=3kΩ, R2=2kΩ, β=100, R_e=3kΩ, R_c=3kΩ이다.)



① 10
❷ 1.4
③ 2.45
④ 101

8. 고정 바이어스 회로에서 베이스 저항이 420kΩ, 콜렉터 저항이 2kΩ, β가 90일 때 안정계수(S)는?

① 12
② 25
③ 50
❹ 91

9. 다음 중 R-L-C 직렬공진 회로의 선택도(Q)는? (단, ω_r은 공진 각주파수이다.)

① L/CR
❷ ωrL/R
③ 1/ωrC
④ √C/L

10. 전원 주파수 60Hz를 사용하는 정류회로에서 120Hz의 맥동 주파수를 나타내는 회로 방식은?

① 단상 반파 정류
❷ 단상 전파 정류
③ 3상 반파 정류
④ 3상 전파 정류

11. 푸시풀(Push Pull)증폭회로에 대한 설명으로 거리가 먼 것은?

① 비교적 출력이 크다.
② 전원 전압에 포함된 험(hum)이 상쇄된다.
❸ 출력전력이 주어진 경우 일그러짐이 커진다.
④ 우수차의 고조파는 서로 상쇄되어 출력에 나타나지 않는다.

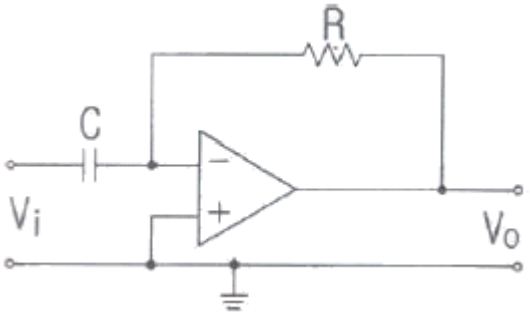
12. 맥류에서 교류성분은 제거하고 직류성분만 선택하는 회로는?

❶ 평활 회로
② 정류 회로
③ 맥류 회로
④ 증폭 회로

13. 수정발진기에서 안정된 발진을 계속하기 위한 수정의 임피던스는 어떻게 되어야 하는가?

① 용량성이어야 한다.
② 저항성이어야 한다.
❸ 유도성이어야 한다.
④ 저항성과 용량성이어야 한다.

14. 그림과 같은 연산 회로의 명칭으로 옳은 것은?

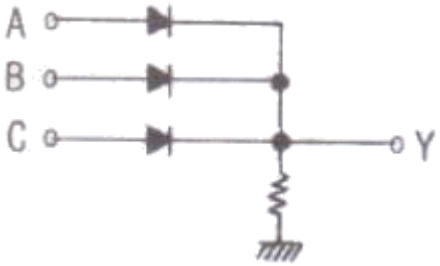


① 이상기
② 적분기
❸ 미분기
④ 가산기

15. 변조 신호주파수 400Hz, 전압 3V로 주파수를 변조하였을 때 변조지수가 50이었다. 이때 최대 주파수 편이는 몇 kHz인가?

❶ 20
② 50
③ 120
④ 300

16. 그림과 같은 회로의 논리 게이트는?



① AND
② NAND
③ NOR
❹ OR

17. 다음 논리식을 불대수 기본 법칙을 이용하여 간단하게 표현한 것은?

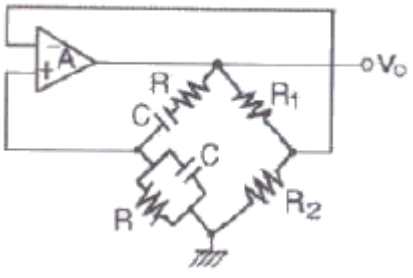
A(A+B+C)

① AB
② B
③ A+B+C
❹ A

18. 진폭변조파의 전압이 e=(100+20sin2π200t)sin2π10^5t[V]로 표시되었을 때 점유주파수 대역폭(Hz)은?

① 100
② 200
③ 300
❹ 400

19. 윈 브릿지(Wien Bridge) 발진회로에서 발진주파수(Hz)는?



① RC/2π2
❷ 1/2πRC
③ 1/πR2
④ 1/πRC

20. 전력증폭기의 출력측 기본파 전압이 50V, 제2 및 제3고조파 전압이 각각 4V, 3V일 때 왜율(%)은?

❶ 10
② 20
③ 30
④ 40

【2과목】 회로이론 및 제어공학 (20문제)

21. RL 직렬회로에서 다음과 같은 전압을 인가할 때 제3 고조파 전류의 실효값은 약 몇 A인가? (단, R=3Ω, ωL=4Ω이다.)

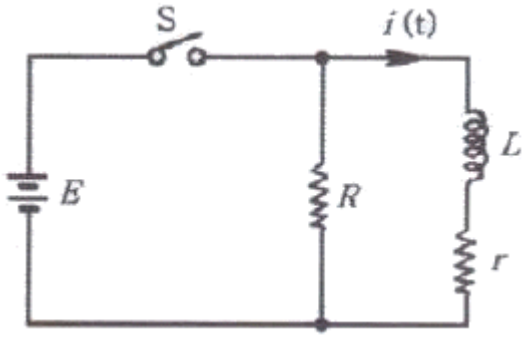
$$v = 50 + 40\sqrt{2}\sin\omega t + 100\sqrt{2}\sin(3\omega t + 30^\circ)[V]$$

① 2
② 4
❸ 8
④ 10

22. 선로의 임피던스 Z=R+jωL(Ω), 병렬 어드미턴스가 Y=G+jωC(S)일 때 선로의 저항 R과 컨덕턴스 G가 동시에 0이 되었을 때 전파정수는?

① $\sqrt{j\omega LC}$
❷ $j\omega\sqrt{LC}$
③ $j\omega\sqrt{\frac{C}{L}}$
④ $j\omega\sqrt{\frac{L}{C}}$

23. 정상상태에서 t=0인 순간 스위치 S를 열면 이 회로에 흐르는 전류 i(t)는?



① $\frac{E}{R}e^{-\frac{R+r}{L}}$

❷ $\frac{E}{r}e^{-\frac{R+r}{L}t}$

③ $\frac{E}{R}e^{-\frac{L}{R+r}t}$

④ $\frac{E}{r}e^{-\frac{L}{R+r}t}$

24. 어떤 회로망의 4단자 정수 중에서 A=8, B=j2, D=3+j2이면 이 회로망의 C는?

① 24+j14

❷ 8-j11.5

③ 4+j6

④ 3-j4

25. $\int_0^t f(t)dt$ 를 라플라스 변환하면?

① s2F(s)

② sF(s)

❸ $\frac{1}{s}F(s)$

④ $\frac{1}{s^2}F(s)$

26. 각 상의 전류가 다음과 같을 때 영상 대칭분 전류(A)는?

$i_a = 30\sin\omega t(A)$
$i_b = 30\sin(\omega t - 90^\circ)(A)$
$i_c = 30\sin(\omega t + 90^\circ)(A)$

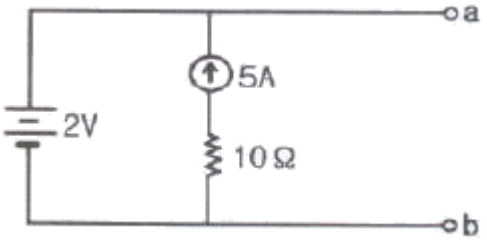
❶ 10sinωt

② 30sinωt

③ $10\sin\frac{\omega t}{3}$

④ $\frac{30}{\sqrt{3}}\sin(\omega t + 45^\circ)$

27. 다음 회로에서 a-b 사이의 단자전압 V_{ab}(V)는?



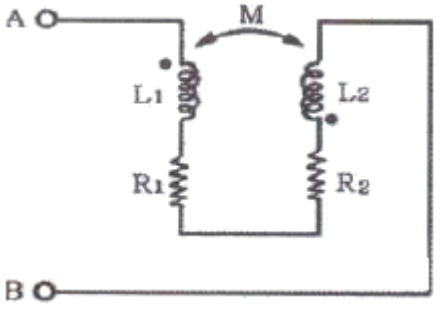
❶ +2

② -2

③ +5

④ -5

28. 다음 회로의 A-B 간의 합성 임피던스 Z_0는?



① R1+R2+jwM

② R1+R2-jwM

❸ R1+R2+jw(L1+L2+2M)

④ R1+R2+jw(L1+L2-2M)

29. 대칭 12상 교류 성형(Y)결선에서 상전압이 50V일 때 선간전압은 약 몇 V인가?

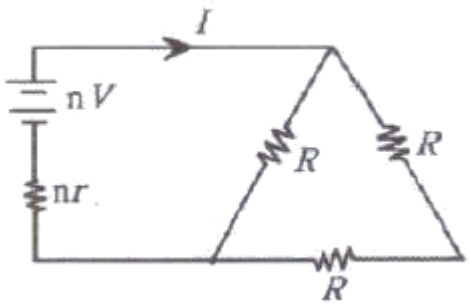
① 86.6

② 43.3

③ 28.8

❹ 25.9

30. 3개의 같은 저항 RΩ을 그림과 같이 Δ결선하고, 기전력 V(V), 내부저항 r(Ω)인 전지를 n개 직렬 접속했다. 이때 전지 내에 흐르는 전류가 I(A)라면 저항 R(Ω)은?



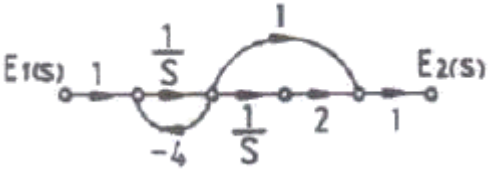
① $\frac{3}{2}n\left(\frac{V}{I}+r\right)$

② $\frac{2}{3}n\left(\frac{V}{I}+r\right)$

❸ $\frac{3}{2}n\left(\frac{V}{I}-r\right)$

④ $\frac{2}{3}n\left(\frac{V}{I}-r\right)$

31. 그림과 같은 신호 흐름선도의 전달함수는?(오류 신고가 접수된 문제입니다. 반드시 정답과 해설을 확인하시기 바랍니다.)



① $\frac{E_2(s)}{E_1(s)}=\frac{s-4}{s(s-2)}$

② $\frac{E_2(s)}{E_1(s)}=\frac{s-2}{s(s-4)}$

③ $\frac{E_2(s)}{E_1(s)}=\frac{s+4}{s(s+2)}$

❹ $\frac{E_2(s)}{E_1(s)}=\frac{s+2}{s(s+2)}$

32. 전자계전기를 사용할 때 장점이 아닌 것은?

① 온도특성이 양호하다.

❷ 접점의 동작속도가 빠르다.

③ 과부하에 견디는 힘이 크다.

④ 동작상태의 확인이 용이하다.

33. 주어진 계통의 특성방정식이 $s^4+6s^3+11s^2+6s+K=0$이다. 안정하기 위한 K의 범위는?

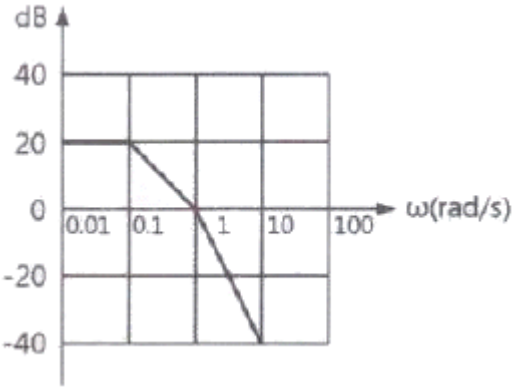
① $K < 20$

② $0 < K < 20$

❸ $0 < K < 10$

④ $K < 0, K > 20$

34. 그림과 같은 보드 선도를 갖는 계의 전달함수는?



① $G(s)=\frac{10}{(s+1)(s+10)}$

② $G(s)=\frac{20}{(s+1)(5s+1)}$

③ $G(s)=\frac{5}{(s+1)(10s+1)}$

❹ $G(s)=\frac{10}{(S+1)(10s+1)}$

35. $G(s)=e^{-Ls}$에서 ω=100rad/s일 때 이득(dB)은?

❶ 0

② 20

③ 30

④ 40

36. $\frac{d^3}{dt^3}c(t)+8\frac{d^2}{dt^2}c(t)+19\frac{d}{dt}c(t)+12c(t)=6u(t)$

의 미분방정식을 상태방정식

$\frac{dx(t)}{dt}=Ax(t)+Bu(t)$

로 표현할 때 옳은 것은?

❶ $A=\begin{bmatrix}0&1&0\\0&0&1\\-12&-19&-8\end{bmatrix}, B=\begin{bmatrix}0\\0\\6\end{bmatrix}$

② $A=\begin{bmatrix}0&1&0\\0&0&1\\-8&-19&-12\end{bmatrix}, B=\begin{bmatrix}0\\0\\6\end{bmatrix}$

③ $A=\begin{bmatrix}0&1&0\\0&0&1\\-12&-19&-8\end{bmatrix}, B=\begin{bmatrix}6\\0\\0\end{bmatrix}$

④ $A=\begin{bmatrix}0&1&0\\0&0&1\\-8&-19&-12\end{bmatrix}, B=\begin{bmatrix}6\\0\\0\end{bmatrix}$

37. 제어량을 어떤 일정한 목표값으로 유지하는 것을 목적으로 하는 제어법은?

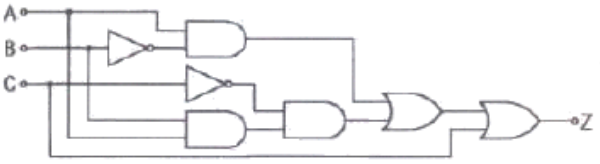
① 추종제어

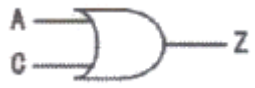
② 비율제어

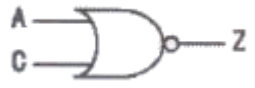
❸ 정치제어

④ 프로그램제어

38. 그림과 등가인 논리회로는?



❶ 

② 

③ 

④ 

39. 보드선도에서 이득곡선이 0dB인 선을 지날 때의 주파수에서 양의 위상여유가 생기고 위상곡선이 -180를 지날 때 양의 이득여유가 생긴다면 이 폐루프 시스템의 안정도는 어떻게 되겠는가?

❶ 항상 일정
② 항상 불안정
③ 조건부 안정
④ 안정성 여부를 판가름할 수 없다.

40. 1/s-α을 z변환하면?

① 1/1-zeαT
② 1/1+zeαt
❸ 1/1-z-1eαt
④ 1/1-z-1e-αT

【3과목】 신호기기 (20문제)

41. 직류 전동기의 속도 제어법이 아닌 것은?

❶ 2차 여자법
② 계자 제어법
③ 전압 제어법
④ 저항 제어법

42. 변압기의 내부 고장 보호에 쓰이는 계전기는?

① 접지 계전기
② 역상 계전기
③ 과전압 계전기
❹ 비율차동 계전기

43. 유도전동기의 기동법에서 농형 유도전동기 기동법이 아닌 것은?

① Y-Δ 기동
② 리액터 기동
③ 직입 기동방식
❹ 2차 임피던스 기동

44. SCR에 대한 설명으로 옳은 것은?

❶ PNPN구조를 갖는 □층 반도체 소자
② 제어 기능을 갖는 쌍방향성의 3단자 소자
③ 스위칭 기능을 갖는 쌍방향성의 3단자 소자
④ 증폭 기능을 갖는 쌍방향성의 3단자 소자

45. 3상 유도전동기에서 2차측 저항을 2배로 하면 최대 토크는 어떻게 변하는가?

① 2배 증가
② 1/2로 감소
③ √2배 증가
❹ 변하지 않음

46. 계전기의 접점에 대한 설명으로 틀린 것은?

① C는 공통접점이다.
❷ N은 가동접점, C는 고정접점이다.
③ N은 정위 또는 여자, 동작접점이다.
④ R은 반위 또는 무여자, 낙하접점이다.

47. 전기선로전환기 설치 위치 중 적당한 것은?

① 기본 레일과 선로전환기 중심거리는 1.4m이다.
② 쇄정용 밀착 조정관과 레일 밑과의 여유거리는 20m이상이다.
③ 레일 내측에서 선로전환기 중심까지 1000㎜이상이다.
❹ 레일 내측에서 선로전환기 중심까지 1200㎜이상이다.

48. 전동차단기의 동작 전원이 정전되었을 때에는 차단기가 열린 위치에서 중력에 의해 약 몇 초 이내에 수평 위치까지 닫혀야 되는가?

① 5초
② 8초
❸ 10초
④ 12초

49. 건널목 전동차단기의 제어전압은 정격값의 몇 배로 유지하여야 하는가?

① 0.8~1.0배
② 0.8~1.3배
❸ 0.9~1.2배
④ 1.0~1.3배

50. 신호용 정류기의 무부하 전압 120V, 전부하 전압 95V일 때의 전압 변동률은 몇 %인가?

① 21
② 25
❸ 26
④ 32

51. 직류 분권전동기의 기동 시 계자저항기의 저항 값은 어떻게 하여야 하는가?

① 떼어 놓는다.
❷ 0으로 놓는다.
③ 최대로 놓는다.
④ 중으로 놓는다.

52. 전기 선로전환기의 제어 계전기에 사용되는 계전기는?

① 완동 계전기
② 완방 계전기
③ 무극선조 계전기
❹ 자기유지 계전기

53. 건널목 제어자 401형의 출력조정용 가변인덕턴스의 탭(Tap)은 몇 단계로 되어 있는가?

① 5
❷ 10
③ 15
④ 20

54. NS형 선로전환기에 사용되는 삽입형 제어 계전기로서 유극 2위식 자기유지형 계전기의 정격으로 알맞은 것은?

① 직류 12V, 20mA, 200Ω
❷ 직류 24V, 120mA, 200Ω
③ 직류 12V, 20mA, 100Ω
④ 직류 24V, 120mA, 100Ω

55. 변압기 시험 중 정수 측정에 필요 없는 것은?

① 단락시험
② 무부하시험
❸ 절연내력시험
④ 저항측정시험

56. 단상 50kVA, 1차 3300V, 2차 220V, 60Hz변압기가 있다. 1차 권수 600회, 철심의 유효 단면적 160cm^{2}의 변압기 철심의 자속밀도는 약 몇 Wb/m^{2}인가?

❶ 1.3
② 1.7
③ 2.3
④ 2.7

57. WLR 계전기는 어떤 계전기를 쇄정해 주는가?

① 궤도 계전기
❷ 전철제어 계전기
③ 전철선별 계전기
④ 진로조사 계전기

58. 3상 유도전동기의 회전자 철손이 작은 이유는?

❶ 2차 주파수가 낮기 때문
② 2차가 권선형 이기 때문
③ 효율, 역률이 나쁘기 때문
④ 성층 철심을 사용하기 때문

59. 단상 유도 전동기의 기동방법 중 기동 토크가 가장 큰 것은?

① 분상 기동형
❷ 반발 기동형
③ 반발 유도형
④ 콘덴서 기동형

60. 어떤 변압기의 1차 환산임피던스 Z_{12}=400Ω이고, 이것을 2차로 환산하면 Z_{21}=1Ω이 된다. 2차 전압이 300V이면 1차 전압(V)은?

① 4500
❷ 6000
③ 7500
④ 8000

【4과목】 신호공학 (20문제)

61. 차상선로전환기에 대한 설명으로 거리가 먼 것은?

① 동작 시분은 2초 이내이다.
② 첨단의 텅레일이 5mm이내로 벌어지면 적색등이 점멸한다.
③ 수동리버로 전환 시험을 한다.
❹ 외함과 내부배선과의 절연저항은 10MΩ 이상이다.

62. 신호용 정류기의 정류회로 무부하 전압이 260V이고, 전부하 전압이 250V일 때 전압변동률(%)은?

① 2
❷ 4
③ 6
④ 8

63. 고속철도구간 보수자 선로횡단장치 시소 기준은?

① 15초
❷ 20초
③ 25초
④ 30초

64. 분기기의 크로싱 각과 분기기 번호 및 열차 제한속도와의 관계에 대한 설명으로 맞는 것은?

① 분기기 번호가 작을수록 크로싱 각이 크게 되어 열차의 제한 속도가 높아진다.
❷ 분기기 번호가 클수록 크로싱 각이 작게 되어 열차의 제한속도가 높아진다.
③ 분기기 번호가 작을수록 크로싱 각이 작게 되어 열차의 제한 속도가 낮아진다.
④ 분기기 번호가 클수록 크로싱 각이 크게 되어 열차의 제한속도가 낮아진다.

65. 교류 궤도회로의 단락감도 향상 방법으로 거리가 먼 것은?

① 궤도계전기에 직렬로 저항 또는 리액터를 삽입 한다.
② 레일을 용접 또는 장대 레일화하여 전압강하를 최소화한다.
③ 위상을 적당히 하여 열차단락 시의 회전역률을 최대 회전역률에서 이동시킨다.
❹ 송전 전압을 낮추고 저항 또는 리액터 값을 최소화한다.

66. 선로전환기의 정·반위 결정에 관한 내용 중 정위방향 결정방법으로 틀린 것은?

① 본선과 본선 또는 측선과 측선의 경우 주요한 방향
② 탈선 선로전환기는 탈선시키는 방향
③ 본선 또는 측선과 안전측선의 경우에는 안전측선의 방향
❹ 본선과 측선과의 경우에는 측선의 방향

67. 폐색방식 중 대용폐색방식이 아닌 것은?

① 지도 통신식
② 지도식
③ 통신식
❹ 통표식

68. 경부고속철도 LCP 제어 KEY로 취급할 수 있는 기능이 아닌 것은?

① 진로 제어
② 쇄정 취소
③ 선로전환기 제어
❹ 차축온도검지장치 제어

69. 경부고속철도 열차제어를 위하여 CTC 및 LCP에서 취급된 제어명령을 SSI를 통해 현장으로 전송하고 제어 확인된 표시정보를 수신하여 CTC나 LCP로 전송하는 기능을 수행하는 기기는?

① TFM
② TVM
③ CAMZ
❹ FEPOL

70. 고속철도 ATC 장치의 불연속 정보 내용이 아닌 것은?

❶ 전방진로의 선로조건, 분기기 개통방향 정보
② 전차선 절연구간 정보
③ 터널 진·출입 시 차량 내 기밀장치 동작
④ ATC 지역 진·출입 여부

71. 10/1000 이상의 상구배에 설치된 폐색신호기가 정지 신호를 현시할 경우 열차가 정지하지 않고 일정 속도로 진입할 수 있도록 지시하는 것은?

① 유도신호기
② 자동폐색식별표지
❸ 서행허용표지
④ 원방신호기

72. 선로이용률을 최대한 높이기 위한 열차 최소 운전시격 단축방안으로 거리가 먼 것은?

❶ 중계신호기 설치
② 구내 폐색신호기 설치
③ 도착선의 상호 사용
④ 유도신호기 사용

73. 경부고속철도구간 전자연동장치에서 1개의 선로 전환기 모듈(PM)이 최대로 제어할 수 있는 전기 선로전환기 수는?

❶ 4대
② 7대
③ 10대
④ 12대

74. 끌림검지장치에 대한 설명으로 거리가 먼 것은?

① 기지나 기존선에서 고속선으로 진입하는 개소에 설치한다.
② 검지기의 접속함은 레일 내측으로부터 2.3m 이상 이격한다.
③ 검지기는 궤간 사이와 레일 외부 양측에 설치하여 서로 전기적으로 연결한다.
❹ 레일 사이에 설치되는 검지기는 레일 밑면으로부터 상부까지는 4~7㎜를 이격한다.

75. 경부고속선에 사용 중인 MJ81형 전기 선로전환기의 전환력으로 맞는 것은?

① 2000~4000N
② 200~400N
③ 2000~400kgf
❹ 200~400kgf

76. 접근쇄정의 해정시분은 고속철도인 경우 얼마로 설정하는가?

❶ 3분
② 5분
③ 7분
④ 9분

77. 궤도회로의 단락감도는 그 궤도회로를 통과하는 열차에 대하여 임피던스 본드 및 AF궤도회로 구간은 맑은 날 몇 Ω이상을 확보하여야 하는가?

❶ 0.06
② 0.16
③ 0.01
④ 0.1

78. 5현시 자동구간에서 정거장 주본선에 정지하는 경우 장내신호기의 현시상태는?

① YG
② Y
❸ YY
④ 제한

79. 신호기기 부품의 고장률 산출식으로 옳은 것은?

① $\text{고장률} = \dfrac{\text{1개월의 장애건수}}{\text{24시간}\times\text{365일}}$

② $\text{고장률} = \dfrac{\text{설비수}\times\text{24시간}\times\text{365일}}{\text{1개월의장애건수}}$

❸ $\text{고장률} = \dfrac{\text{1년간의장애건수}}{\text{설비수}\times\text{24시간}\times\text{365일}}$

④ $\text{고장률} = \dfrac{\text{설비수}\times\text{24시간}\times\text{365일}}{\text{1년간의장애건수}}$

80. ATS지상자 경보지점 계산식으로 옳은 것은? (단, V: 폐색구간 운행속도의 최댓값[km/h], ℓ: 신호기에서 경보지점까지의 거리[m], 종별: 여객)

① $\ell = \dfrac{V}{15} + \dfrac{11V}{3.6}$

❷ $\ell = \dfrac{V^2}{20} + \dfrac{8V}{3.6}$

③ $\ell = \dfrac{0.7V^2}{20} + \dfrac{8V}{3.6}$

④ $\ell = \dfrac{0.5V^2}{15} + \dfrac{11V}{3.6}$