

전력공학 답안

제1편 송배전공학

제1장 전선로

1. ④
(풀이)전선에 전류가 흐르면 열이 발생하며 이 열을 줄열이라 한다.
2. ①
3. ②
4. ②
5. ②
6. ④
7. ①
8. ④
9. ①
10. ③
11. ④
12. ④
13. ①
14. ③
15. ②
16. ③
17. ②
18. ②
19. ②
20. ①
21. ④
22. ③
23. ①
24. ④
25. ②
26. ④

제2장 선로정수 및 코로나

27. ②
28. ③
29. ①
30. ④
31. ④
32. ②
33. ③
34. ③
35. ④

36. ①
37. ③
38. ③
39. ①
40. ④
41. ③
42. ②
43. ①
44. ②
45. ④
46. ②
47. ②
48. ②
49. ②
50. ②
51. ②
52. ④
53. ④
54. ④
55. ④
56. ①
57. ①
58. ④
59. ③
60. ④
61. ①
62. ④
63. ④
64. ①
65. ③
66. ②
67. ②
68. ①
69. ②
70. ③
71. ③
72. ④
73. ①
74. ③
75. ④
76. ①
77. ①
78. ③

제3장 송전선로의 계산

79. ③

80. ①

81. ①

82. ④

(풀이)

$$E_s = AE_r + BI_r \text{ (무 부하시 ; } I_r = 0)$$

$$E_s = AE_r \therefore E_r = \frac{E_s}{A} = \frac{154}{0.9} \approx 171[kV]$$

83. ③

84. ③

85. ②

86. ①

87. ②

88. ④

89. ③

90. ②

91. ③

92. ③

93. ②

94. ④

95. ③

제4장 안 정 도

96. ④

97. ①

98. ④

99. ③

100. ②

101. ④

102. ①

103. ④

104. ①

105. ②

106. ①

107. ①

108. ④

109. ②

110. ③

111. ④

112. ①

113. ②

114. ③

115. ②

116. ③

117. ③

118. ③

119. ④

120. ④

121. ②

122. ①

123. ④

124. ②

125. ④

126. ②

127. ④

128. ④

129. ①

제5장 고 장 해 석

130. ②

131. ④

132. ②

133. ②

134. ③

135. ③

136. ③

137. ④

138. ②

139. ③

140. ③

141. ④

142. ①

143. ③

144. ②

145. ①

146. ④

147. ①

148. ①

149. ③

150. ④

151. ①

152. ②

153. ①

154. ②

155. ③

제6장 중성점 접지방식

156. ④

157. ②

158. ③

159. ④

- 160. ①
- 161. ④
- 162. ③
- 163. ②
- 164. ④
- 165. ④
- 166. ④
- 167. ②
- 168. ①
- 169. ③
- 170. ③
- 171. ②
- 172. ③
- 173. ①
- 174. ④
- 175. ②
- 176. ②
- 177. ②
- 178. ①
- 179. ②
- 180. ①
- 181. ③
- 182. ①
- 183. ①
- 184. ①
- 185. ④
- 186. ④
- 187. ④
- 188. ①
- 189. ②
- 190. ①
- 191. ②
- 192. ①
- 193. ④
- 194. ②
- 195. ①
- 196. ④
- 197. ④
- 198. ③
- 199. ③
- 200. ①
- 201. ④

(풀이) $I_g = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{1}{\omega L} - 3\omega C \right) V$

- 202. ④
- 203. ②
- 204. ①
- 205. ②
- 206. ③
- 207. ③
- 208. ①
- 209. ④
- 210. ③
- 211. ③
- 212. ③
- 213. ④
- 214. ③
- 215. ③
- 216. ③
- 217. ④
- 218. ①
- 219. ①
- 220. ③
- 221. ①

(풀이) $e_2 = \frac{2Z_2}{Z_1 + Z_2} \cdot e_1$
 $= \frac{2 \times 50}{400 + 50} \times 50 \approx 17.8 [kV]$

제2편 배전공학
제1장 수전설비개요

- 222. ①
- 223. ④
- 224. ②
- 225. ④
- 226. ①
- 227. ③
- 228. ③
- 229. ②
- 230. ②
- 231. ①
- 232. ④

- 233. ④
- 234. ④
- 235. ②
- 236. ②
- 237. ②
- 238. ①
- 239. ①
- 240. ①
- (풀이) 리클로저(recloser)
- 선로에 고장이 발생 하였을 때 고장 전류를 검출하여 지정된 시간 내에 고속 차단하고 자동 재폐로 동작을 수행하여 고장 구간을 분리하거나 재송전하는 장치이다.
- 241. ④
- 242. ①
- 243. ②
- 244. ②
- 245. ④
- 246. ②
- 247. ④
- 248. ③
- 249. ④
- 250. ③
- 251. ①
- 252. ②
- 253. ①
- 254. ④
- 255. ③
- 256. ①
- 257. ③
- 258. ①
- 259. ①
- 260. ③
- 261. ②
- 262. ④
- 263. ②
- 264. ②
- 265. ①
- 266. ②
- 267. ①
- 268. ④

제2장 수전설비 계산

- 269. ③
- 270. ④
- 271. ④
- 272. ②

(풀이)

부하율 :

$$F = \frac{\text{평균 전력}}{\text{최대 전력}} \times 100 = \frac{72}{24} \times 100 = 33.3[\%]$$

$$\text{역률} : \cos\theta = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times I} \times 100$$

$$= \frac{9 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 220 \times 35} \times 100 = 74.2[\%]$$

- 273. ②
- 274. ②
- 275. ②
- 276. ③
- 277. ③
- 278. ③
- 279. ②
- 280. ①
- 281. ②
- 282. ②
- 283. ④
- 284. ③
- 285. ②
- 286. ①
- 287. ④
- 288. ③
- 289. ③
- 290. ③
- 291. ④
- 292. ③
- 293. ④
- 294. ①
- 295. ①
- 296. ③
- 297. ④
- 298. ③
- 299. ②
- 300. ④
- 301. ④
- 302. ②

- 303. ①
- 304. ④
- 305. ③
- 306. ②
- 307. ③
- 308. ④
- 309. ②
- 310. ④
- 311. ①
- 312. ②
- 313. ③
- 314. ①
- 315. ③
- 316. ②
- 317. ②
- 318. ①
- 319. ②
- 320. ①
- 321. ③
- 322. ②

(풀이)

	전압강하	전력손실
말단 집중 부하	1	1
균등 부하	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$

- 323. ①
- 324. ①
- 325. ③

제3편 발전공학

- 326. ①
- 327. ①
- 328. ④
- 329. ④
- 330. ④
- 331. ④
- 332. ③
- 333. ④
- 334. ②
- 335. ④
- 336. ①
- 337. ④
- 338. ③
- 339. ①

- 340. ②
- 341. ③
- 342. ①
- 343. ④
- 344. ②
- 345. ③
- 346. ②
- 347. ①
- 348. ③
- 349. ①
- 350. ②
- 351. ①
- 352. ②
- 353. ②
- 354. ②
- 355. ④
- 356. ①
- 357. ④
- 358. ④
- 359. ④
- 360. ③
- 361. ①
- 362. ③
- 363. ①
- 364. ①
- 365. ③
- 366. ①
- 367. ②
- 368. ③
- 369. ③
- 370. ②
- 371. ②
- 372. ②
- 373. ②
- 374. ③
- 375. ②
- 376. ④
- 377. ①
- 378. ②
- 379. ①
- 380. ④
- 381. ③
- 382. ②
- 383. ②

- 384. ④
- 385. ④
- 386. ④
- 387. ③
- 388. ②
- 389. ④
- 390. ④
- 391. ②
- 392. ③
- 393. ①
- 394. ①
- 395. ④
- 396. ③
- 397. ①
- 398. ①
- 399. ②
- 400. ②
- 401. ④
- 402. ②
- 403. ③
- 404. ①
- 405. ①
- 406. ②
- 407. ④

회로이론 답안

1. ③

(풀이) $V =$ 일정,

$I = 20\%$ 증가 $\Rightarrow 120\% \Rightarrow 1.2$ 배 이므로

$$R = \frac{V}{I} \propto \frac{1}{I} = \frac{1}{1.2} = 0.83\text{배가 된다.}$$

2. ②

(풀이) 병렬부분의 저항값은

$$\frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2 [\Omega] \text{이므로}$$

$$V_o = \frac{V_1}{2} = \frac{24}{2} = 12 [V]$$

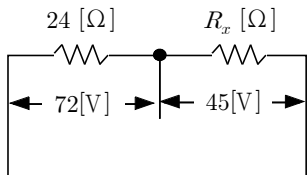
3. ②

(풀이) 회로도를 그리면 아래와 같다.

$$24[\Omega] \text{에 흐르는 전류 } I = \frac{72}{24} = 3[A]$$

R_x 와 $24[\Omega]$ 이 직렬연결이므로 전류는

$$\text{일정하므로 } R_x = \frac{45}{3} = 15 [\Omega] \text{가 된다.}$$



4. ②

(풀이) 합성저항 $R = 2.8 + \frac{2 \times 3}{2 + 3} = 4[\Omega]$,

전체전류 $I = \frac{V}{R} = \frac{200}{4} = 50 [A]$

$2 [\Omega]$ 에 흐르는 전류는 전류분배법칙에

의하여 $I_1 = \frac{3}{2 + 3} \times 50 = 30 [A]$

5. ③

(풀이) $P \propto V^2$ 이므로

$$P = 0.8^2 = 0.64 \text{ 배.}$$

$$\therefore P' = 0.64 \times 1000 = 640 [kW]$$

6. ②

(풀이) 전류계 두 대가 병렬연결이므로

전류계의 각 저항을 구하면

$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{70 \times 10^{-3}}{10} = 7 \times 10^{-3} [\Omega],$$

$$R_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{60 \times 10^{-3}}{10} = 6 \times 10^{-3} [\Omega]$$

전류분배법칙에 의하여

A_2 전류계에 흐르는 전류

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I = \frac{7}{7 + 6} \times 13 = 7[A]$$

7. ②

(풀이) 전류비 $I_1 : I_2 = 1 : 2$ 이므로

저항비 $r_1 : r_2 = 2 : 1$ 에서

$$r_1 = 2r_2 \Rightarrow \text{① 식}$$

$$\text{합성저항 } R = \frac{V}{I} = \frac{48}{4} = 12 [\Omega] \text{가}$$

되고 회로도에서 합성저항을 구하면

$$R = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} + 4 = 12$$

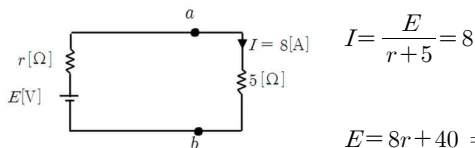
$$\Rightarrow \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} = 8 \Rightarrow \text{② 식}$$

①식을 ②식에 대입하면

$$r_2 = 12 [\Omega], r_1 = 24 [\Omega]$$

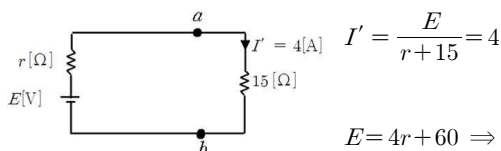
8. ①

(풀이)



$$I = \frac{E}{r + 5} = 8$$

$$E = 8r + 40 \Rightarrow \text{① 식}$$



$$I' = \frac{E}{r + 15} = 4$$

$$E = 4r + 60 \Rightarrow \text{② 식}$$

이므로 $E = 8r + 40 = 4r + 60, r = 5[\Omega], E = 80[V]$

가 된다.

해설 및 답안

9. ④

(풀이) 최대측정한도전압 $V_a = 50$ [V],
 측정코자하는 전압 $V = 150$ [V],
 전압계 내부저항 $r_a = 5000$ [Ω]이므로

$$\text{배율기의 배율 } m = \frac{V}{V_a} = 1 + \frac{R_s}{r_a} \text{ 에}$$

주어진 수치를 대입하면

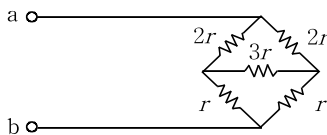
$$\frac{150}{50} = 1 + \frac{R_s}{5000} \text{ 이므로}$$

배율기 저항 $R_s = 10000$ [Ω]이 된다.

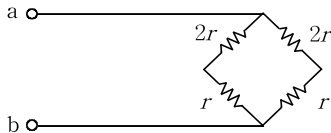
10. ②

11. ②

(풀이) 위 그림은 휘스톤 브릿지 회로로
 등가변환 되며 다음과 같다



<그림 1>



<그림 2>

<그림1>에서 브릿지 평형이 되면 증양은
 개방상태가 되어 <그림 2>로 변환되며
 이때의 합성저항 R_{ab} 는

$$\therefore R_{ab} = \frac{3}{2} r [\Omega]$$

12. ③

(풀이) 순시전압

$$v = 141 \sin\left(377t - \frac{\pi}{6}\right) = V_m \sin(\omega t - \theta)$$

이므로 각주파수 $\omega = 2\pi f = 377$ [rad/sec]

에서 주파수 $f = \frac{377}{2\pi} = 60$ [Hz]

13. ③

(풀이) 정현파 교류의 실효값

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} = \sqrt{i^2 \text{의 한주기 평균값}}$$

14. ③

(풀이) 정현파 교류의 평균값

$$V_a = \frac{2}{\pi} V_m = 0.637 V_m \text{ [V]}$$

정현파 교류의 실효값

$$V = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707 V_m \text{ [V]}$$

15. ③

(풀이) 정현파에서

$$\text{평균값 } V_a = \frac{2 V_m}{\pi} \text{ 이므로}$$

$$\text{최대값 } V_m = \frac{\pi}{2} V_a = \frac{\pi}{2} \times 191 = 300 \text{ [V]}$$

16. ②

(풀이) 정현파에서 평균값

$$V_a = \frac{2 V_m}{\pi} = \frac{2\sqrt{2} V}{\pi} = \frac{2\sqrt{2} \times 314}{\pi} = 283 \text{ [V]}$$

17. ④

$$\text{(풀이) 정현반파의 평균값 } I_a = \frac{I_m}{\pi},$$

$$\text{정현반파의 실효값 } I = \frac{I_m}{2}$$

18. ②

$$\text{(풀이) 톱니파의 평균값 } I_a = \frac{I_m}{2},$$

$$\text{톱니파의 실효값 } I = \frac{I_m}{\sqrt{3}} = \frac{100}{\sqrt{3}} = 57.7$$

19. ②

(풀이) 삼각파의 평균값

$$V_a = \frac{V_m}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ [V]}$$

20. ①

$$\text{(풀이) 파형률} = \frac{\text{실효값}}{\text{평균값}}, \text{ 파고율} = \frac{\text{최대값}}{\text{실효값}}$$

21. ②

(풀이)

① 실효값의 정의식

③ 정현파의 실효값 $V = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{\text{최대값}}{\sqrt{2}}$

④ $\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \times \text{평균값} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \times \frac{2V_m}{\pi}$
 $= \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \text{실효값}$

22. ②

23. ③

(풀이) 정현파의 파형률 = $\frac{\text{실효값}}{\text{평균값}}$
 $= \frac{\frac{V_m}{\sqrt{2}}}{\frac{2}{\pi} V_m} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.111$

24. ④

(풀이) 톱니파의 파형률 = $\frac{\text{실효값}}{\text{평균값}}$
 $= \frac{\frac{V_m}{\sqrt{3}}}{\frac{2}{\pi} V_m} = \frac{\pi}{2\sqrt{3}} = 1.155$

25. ③

(풀이) 정현파의 실효값 전류 I , 평균값 전류 I_a 라

하며 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$, $I_a = \frac{2I_m}{\pi}$ 이므로

파고율 = $\frac{\text{최대값}}{\text{실효값}} = \frac{I_m}{\frac{I_m}{\sqrt{2}}} = \sqrt{2} = 1.41$

파형율 = $\frac{\text{실효값}}{\text{평균값}} = \frac{\frac{I_m}{\sqrt{2}}}{\frac{2I_m}{\pi}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$

26. ③

(풀이)

반파정류의 파고율 = $\frac{\text{평균값}}{\text{실효값}} = \frac{V_m}{\frac{V_m}{2}} = 2$

27. ④

(풀이) 구형파는 최대값, 실효값, 평균값이 모두 같으므로 파형률과 파고율이 모두 1.0이다.

28. ②

(풀이) 구형파는 파고율과 파형율이 모두 1 이므로 파고율 + 파형율 = 2

29. ①

(풀이) 열선형 계기는 실효값, 가동 코일형 계기는 평균값을 지시하므로 구형반파에서

실효값 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$,

평균값 $I_a = \frac{I_m}{2}$ 이므로

$I_a = \frac{I_m}{2} = \frac{\sqrt{2}I}{2} = \frac{10}{\sqrt{2}} = 7.07[\text{A}]$

30. ②

(풀이) 정현반파 부분의

평균값 = $\frac{I_m}{\pi} = \frac{5}{\pi} = 1.59 [\text{A}]$

구형반파 부분의

평균값 = $\frac{\frac{I_m}{2}}{2} = \frac{2.5}{2} = 1.25[\text{A}]$ 이므로

전체 평균값은

$I_a = 1.59 - 1.25 = 0.34[\text{A}]$

31. ②

(풀이)

$I_1 + I_2 = 20\left(\cos\frac{\pi}{3} + j\sin\frac{\pi}{3}\right)$
 $+ 10\left(\cos\frac{\pi}{6} - j\sin\frac{\pi}{6}\right)$
 $= 18.66 + j12.32$

32. ②

(풀이)

$\theta_1 = \tan^{-1}\frac{4}{3} = 53^\circ$, $\theta_2 = \tan^{-1}\frac{3}{4} = 37^\circ$

I_1 과 I_2 를 변형하면

해설 및 답안

$$I_1 = 10(\cos \theta_1 + j \sin \theta_1) = 6 + j8,$$

$$I_2 = 10(\cos \theta_2 + j \sin \theta_2) = 8 + j6$$

$$\therefore I = I_1 + I_2 = 6 + j8 + 8 + j6 = 14 + j14$$

33. ④

(풀이) $\frac{A_1}{A_2} = \frac{20 \angle 60^\circ}{5 \angle 30^\circ} = 4 \angle 30^\circ$

$$= 4(\cos \frac{\pi}{6} + j \sin \frac{\pi}{6})$$

34. ①

(풀이) Z_1 과 Z_2 가 병렬연결이므로

단자전압 $V_1 = V_2$ 이므로

$$\sqrt{3} + jy = |V| \angle 30^\circ$$

$$= |V|(\cos 30^\circ + j \sin 30^\circ) = \frac{|V|\sqrt{3}}{2} + j \frac{|V|}{2}$$

$$\sqrt{3} = \frac{|V|\sqrt{3}}{2}, \quad y = \frac{|V|}{2}$$

$$\Rightarrow |V| = 2, \quad y = 1$$

35. ②

(풀이) 임피던스 $Z = \frac{E}{I} = \frac{100 + j20}{4 + j3}$

$$= \frac{(100 + j20)(4 - j3)}{(4 + j3)(4 - j3)} = \frac{460 - j220}{25}$$

$$= 18.4 - j8.8 [\Omega]$$

36. ②

(풀이) 전압과 전류의 위상차가 없으므로 순저항 회로가 된다.

37. ②

(풀이)

$$\text{전압 } v(t) = V_m \cos \omega t = V_m \sin(\omega t + 90^\circ)$$

$$\text{전류 } i(t) = I_m \sin \omega t \text{ 이므로}$$

전류가 전압보다 위상이 90° 앞서므로 L [H]만의 회로이다.

38. ④

(풀이) 코일 즉, 유도성 부하에서는 전류가 전압보다 90° 뒤진다.

39. ④

(풀이) 인덕턴스 $L = 0.1$ [H],

유도성 리액턴스 $X_L = 377$ [Ω]이므로

주파수는 $X_L = \omega L = 2\pi f L$ [Ω] 에서

$$f = \frac{X_L}{2\pi L} = \frac{377}{2\pi \times 0.1} = 600$$
[Hz]

40. ②

(풀이) 코일의 단자전압 $e = L \frac{di}{dt}$ [V]이므로

$$\text{전류 } i = \frac{1}{L} \int e dt$$
[A]

41. ②

(풀이) 코일의 단자전압 $e = L \frac{di}{dt}$ [V]이므로

전류가 일정하면 전류의 변화 $di = 0$ 이므로 전압이 0이된다.

42. ③

(풀이)

$L = 0.1$ [H], $V = 100$ [V], $f = 60$ [Hz]

이므로 코일에 흐르는 전류는

$$I = \frac{V}{X_L} = \frac{V}{\omega L} = \frac{100}{2\pi \times 60 \times 0.1} = 2.65$$
[A]

43. ④

(풀이) $L = 20$ [mH], $V = 50$ [V],

$f = 60$ [Hz]일 때 코일에 축적되는

평균 자기 에너지는 $W_L = \frac{1}{2} L I^2$ [J] 이므로

전류를 먼저 구하면

$$I = \frac{V}{X_L} = \frac{V}{\omega L}$$

$$= \frac{50}{2\pi \times 60 \times 20 \times 10^{-3}} = 6.63$$
[A]

$$W_L = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-3} \times 6.63^2 = 0.44$$
[J]

44. ③

(풀이) 콘덴서 C 에서의

전압 $v(t) = \frac{1}{C} \int i(t) dt$ 이므로

$$v(t) = \frac{1}{C} \int I_0 e^{st} dt = \frac{I_0}{sC} e^{st} \text{ 가}$$

되므로 임피던스는

$$Z = \frac{v(t)}{i(t)} = \frac{\frac{I_0 e^{st}}{sC}}{I_0 e^{st}} = \frac{1}{sC} [\Omega]$$

45. ②

(풀이) $C = 3[\mu\text{F}]$, $X_C = 50 [\Omega]$ 일 때

$$\text{용량성 리액턴스 } X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} [\Omega]$$

이므로

$$\begin{aligned} \text{주파수 } f &= \frac{1}{2\pi C X_C} \\ &= \frac{1}{2\pi \times 3 \times 10^{-6} \times 50} = 1.06 \times 10^3 [\text{Hz}] \end{aligned}$$

46. ④

(풀이) C 만의 회로, $V = 100[\text{V}]$,

$f = 60[\text{Hz}]$, $I = 60[\text{mA}]$ 일 때

$$\text{용량 리액턴스 } X_C = \frac{V}{I} = \frac{1}{\omega C} \text{ 이므로}$$

$$\begin{aligned} \text{정전용량 } C &= \frac{I}{\omega V} = \frac{60 \times 10^{-3}}{2\pi \times 60 \times 100} \\ &= 1.59 \times 10^{-6} = 1.59 [\mu\text{F}] \end{aligned}$$

47. ③

(풀이) 유도성 리액턴스

$$X_L = \omega L = 2\pi f L = 3 [\Omega] \text{ 에서}$$

자기인덕턴스는

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{3}{2\pi \times 60} \times 10^3 = 8[\text{mH}]$$

용량성 리액턴스

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = 3 [\Omega] \text{ 에서}$$

정전용량은

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2\pi \times 60 \times 3} \times 10^6 = 884[\mu\text{F}]$$

48. ③

(풀이) C 만의 회로에서는 전류가 전압보다

위상이 90° 앞서므로 순시전류는

$$i = I_m \sin(\omega t + 90^\circ) = \frac{E_m}{X_C} \sin(\omega t + 90^\circ)$$

$$= \frac{E_m}{\frac{1}{\omega C}} \sin(\omega t + 90^\circ)$$

$$= \omega C E_m \sin(\omega t + 90^\circ)$$

49. ②

(풀이) 코일의 단자전압 $v_L = L \frac{di}{dt} [\text{V}]$ 이므로

전류 i 가 급격히($t=0$ 인 순간) 변화하면

v_L 이 ∞ 가 되어 과전압이 걸린다.

콘덴서에 흐르는 전류 $i_c = C \frac{dv}{dt} [\text{A}]$

이므로 전압 v 가 급격히($t=0$ 인 순간)

변화하면 i_c 가 ∞ 가 되어 과전류가 흐른다.

50. ①

(풀이) 직렬연결시 합성

$$\text{임피던스 } Z_0 = Z_1 + Z_2$$

$$= (2 + j11) + (4 - j3) = 6 + j8 [\Omega]$$

$$\therefore I = \frac{V}{Z_0} = \frac{100}{6 + j8} = \frac{100}{\sqrt{6^2 + 8^2}} = 10[\text{A}]$$

51. ③

(풀이) $R = 100 [\Omega]$, $C = 30 [\mu\text{F}]$, 직렬

회로, $f = 60 [\text{Hz}]$, $V = 100 [\text{V}]$ 일 때

전류는

$$\begin{aligned} \frac{I}{Z} = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} &= \frac{V}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}} \\ &= \frac{100}{\sqrt{100^2 + \left(\frac{1}{2 \times 3.14 \times 60 \times 30 \times 10^{-6}}\right)^2}} \\ &= 0.75[\text{A}] \end{aligned}$$

52. ③

(풀이) $R = 50 [\Omega]$, $L = 200[\text{mH}]$, 직렬 회로,

$f = 50[\text{Hz}]$ 일 때 $R - L$ 직렬 회로의

해설 및 답안

역률은

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} \\ &= \frac{50}{\sqrt{50^2 + (2 \times 3.14 \times 50 \times 200 \times 10^{-3})^2}} \\ &= 0.623 \\ &= 62.3 [\%] \end{aligned}$$

53. ③

(풀이) R - C 직렬회로이므로 역률은

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} = \frac{9}{\sqrt{9^2 + 2^2}} \\ &= 0.976 \end{aligned}$$

54. ②

(풀이) R-L 직렬회로에서 역률 $\cos \theta = \frac{R}{Z}$

이므로 저항

$$\begin{aligned} R &= Z \cos \theta = \frac{v}{i} \cos \theta = \frac{100}{2} \times \cos 45^\circ \\ &= \frac{50}{\sqrt{2}} [\Omega] \end{aligned}$$

55. ②

(풀이) R - L - C 직렬회로이므로 합성 임피던스는

$$\begin{aligned} Z &= R + j(X_L - X_C) = 30 + j(70 - 30) \\ &= 30 + j40 = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50 [\Omega] \end{aligned}$$

$$\text{최대전류 } I_m = \frac{V_m}{Z} = \frac{100}{50} = 2 [\text{A}]$$

56. ③

(풀이) 직렬 합성정전용량

$$C_{\text{직렬}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = 3.75 [\text{F}]$$

병렬연결시 합성정전용량

$$C_{\text{병렬}} = C_1 + C_2 = 16 [\text{F}]$$

위 두식을 동시에 만족하는 값은 ③번이 된다.

57. ④

(풀이) R - L - C 병렬회로에서는 단자전압이 일정하므로 각 소자에 흐르는 전류를 구하면

$$I_R = \frac{V}{R} = \frac{120}{15} = 8 [\text{A}] ,$$

$$I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{120}{12} = 10 [\text{A}]$$

$$I_C = \frac{V}{X_C} = \frac{120}{30} = 4 [\text{A}] \text{이므로}$$

전체전류

$$\begin{aligned} I &= I_R + j(I_C - I_L) = 8 + j(4 - 10) \\ &= 8 - j6 = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 [\text{A}] \end{aligned}$$

$$\text{역률 } \cos \theta = \frac{I_R}{I} = \frac{8}{10} = 0.8 = 80 [\%]$$

58. ③

(풀이) R - L 병렬회로에서는 단자전압이 일정하므로 각 소자에 흐르는 전류를 구하면

$$I_R = \frac{V}{R} = \frac{120}{30} = 4 [\text{A}] ,$$

$$I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{120}{40} = 3 [\text{A}]$$

전체전류

$$I = I_R - jI_L = 4 + j3 = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 [\text{A}] \text{가 된다.}$$

$$\text{역률 } \cos \theta = \frac{I_R}{I} = \frac{4}{5} = 0.8$$

59. ③

(풀이) $e_s(t) = 3e^{-5t} = 3e^{j\theta} = 3e^{j\omega t}$ 일 때 R - C 병렬회로에서의 합성 임피던스는

$$\begin{aligned} Z &= \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{R \cdot \frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} \\ &= \frac{R}{1 + j\omega CR} \Big|_{j\omega = -5} = \frac{R}{1 - 5RC} [\Omega] \end{aligned}$$

60. ①

(풀이) R - C 병렬회로에서의 합성 어드미턴스는

$$\begin{aligned} Y &= Y_1 + Y_2 = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} = \frac{1}{R} + \frac{1}{\frac{1}{j\omega C}} \\ &= \frac{1}{R} + j\omega C = \frac{1}{R}(1 + j\omega CR) [\text{S}] \end{aligned}$$

61. ④

(풀이)

$$I_1 = \frac{100}{5} = 20[A]$$

$$I_2 = \frac{100}{8+j6} = \frac{100(8-j6)}{(8+j6)(8-j6)} = 8-j6[A]$$

$$\therefore I = I_1 + I_2 = 20 + 8 - j6 = 28 - j6[A]$$

62. ③

(풀이) 전압분배법칙을 이용하면

$$\begin{aligned} V_{cd} &= V_c - V_d = \frac{j4}{3+j4} \times 200 - \frac{j3}{4+j3} \times 200 \\ &= 56[V] \end{aligned}$$

63. ②

(풀이) $R-L-C$ 직렬 회로에서 전압과 전류가 동상인 경우는 공진시 이므로

$$X_L = X_C, \omega L = \frac{1}{\omega C}, \omega^2 LC = 1$$

64. ①

(풀이) 직렬공진시 임피던스의 허수부가 0 이 되므로 임피던스가 최소가 되어 전류가 최대로 된다.

65. ①

(풀이) 병렬 공진시 회로의 어드미턴스의 허수부가 0이므로 최소가 되어 전류도 최소가 된다.

66. ②

(풀이) 직렬 공진 회로의 선택도는 공진 곡선의 첨예도를 의미할 뿐만 아니라 공진시 전압 확대비이고 또한 공진시 저항에 대한 리액턴스의 비이다.

$$Q = \frac{V_L}{V} = \frac{V_C}{V} = \frac{X_L}{R} = \frac{X_C}{R} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

67. ②

(풀이) $R = 10[\Omega]$, $L = 10[\text{mH}]$, $C = 1[\mu\text{F}]$ 일 때 직렬공진시 첨예도는

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{10} \sqrt{\frac{10 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-6}}} = 10$$

68. ①

(풀이) 병렬 공진 회로의 선택도는 공진 곡선의 첨예도를 의미할 뿐만 아니라 공진시 전류 확대비이고 또한 공진시 리액턴스에 대한 저항의 비이다.

$$Q = \frac{I_L}{I} = \frac{I_C}{I} = \frac{R}{X_L} = \frac{R}{X_C} = R \sqrt{\frac{C}{L}}$$

이므로 저항 R 이 증가하면 선택도 Q 가 커진다.

또한 병렬공진시 주파수는

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} [\text{Hz}] \text{이므로}$$

저항 R 과는 무관하므로 일정하다.

69. ③

(풀이) 공진시 어드미턴스 $Y = \frac{CR}{L}$ 이므로 임피던스

$$Z = \frac{L}{RC} = \frac{5 \times 10^{-6}}{10 \times 100 \times 10^{-12}} = 5000[\Omega] = 5[\text{k}\Omega]$$

70. ③

$$(풀이) e = 100 \sin(100\pi t + \frac{\pi}{6})[V]$$

$$i = 10 \cos(100\pi t - \frac{\pi}{3})$$

$$= 10 \sin(100\pi t - \frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2})[A]$$

일 때 유효전력은

$$P = VI \cos \theta = \frac{100}{\sqrt{2}} \times \frac{10}{\sqrt{2}} \cos 0^\circ = 500[W]$$

71. ②

(풀이) $V = 100 \angle 60^\circ[V]$, $I = 20 \angle 30^\circ[A]$ 일 때 유효전력은

$$\begin{aligned} P &= VI \cos \theta = 100 \times 20 \times \cos 30^\circ \\ &= 1000 \sqrt{3} [W] \end{aligned}$$

72. ④

(풀이) $v = 50 \sin(\omega t + \theta)[V]$,

$i = 4 \sin(\omega t + \theta - 30^\circ)[A]$ 일 때 무효전력은

$$\begin{aligned} P_r &= VI \sin \theta = \frac{50}{\sqrt{2}} \times \frac{4}{\sqrt{2}} \sin 30^\circ \\ &= 50[\text{Var}] \end{aligned}$$

73. ②

(풀이) $V = 100 \angle \frac{\pi}{3} = 100 \angle 60^\circ$

$$I = 10\sqrt{3} + j10$$

$$= \sqrt{(10\sqrt{3})^2 + 10^2} \angle \tan^{-1} \frac{10}{10\sqrt{3}}$$

$$= 20 \angle 30^\circ$$

일 때 무효전력은

$$P_r = VI \sin \theta = 100 \times 20 \times \sin 30^\circ$$

$$= 1000 \text{ [Var]}$$

74. ④

(풀이) $\cos \theta = 0.7, V = 100 \text{ [V]}, I = 5 \text{ [A]}$

일 때 피상전력은

$$P_a = V \cdot I = 100 \times 5 = 500 \text{ [VA]}$$

75. ②

(풀이) $V = 100 \text{ [V]}, I = 20 \text{ [A]}, P = 1.2 \text{ [kW]}$

일 때 리액턴스는 무효 전력

$$P_r = \sqrt{P_a^2 - P^2} = I^2 X \text{ 이므로}$$

$$X = \frac{\sqrt{P_a^2 - P^2}}{I^2}$$

$$= \frac{\sqrt{(100 \times 20)^2 - (1.2 \times 10^3)^2}}{20^2} = 4 \text{ [\Omega]}$$

76. ④

(풀이) $P_a = 22 \text{ [KVA]}, \cos \theta = 0.8$ 일 때 무효전력은

$$\sin \theta = \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0.8^2} = 0.6$$

이므로

$$P_r = VI \sin \theta = P_a \sin \theta = 22 \times 0.6$$

$$= 13.2 \text{ [KVar]}$$

참고] $\cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1$

77. ①

(풀이)

$$V = 100 \text{ [V]}, P = 300 \text{ [W]}, P_r = 400 \text{ [Var]}$$

일 때 전류는 피상전력

$$P_a = \sqrt{P^2 + P_r^2} = VI \text{ [VA] 에서}$$

$$I = \frac{\sqrt{P^2 + P_r^2}}{V} = \frac{\sqrt{300^2 + 400^2}}{100} = 5 \text{ [A]}$$

78. ③

(풀이) $P = 80 \text{ [W]}, P_r = 60 \text{ [Var]}$ 일 때 역률은

$$\cos \theta = \frac{P}{P_a} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + P_r^2}} = \frac{80}{\sqrt{80^2 + 60^2}}$$

$$= 0.8 = 80 \text{ [%]}$$

79. ③

(풀이) $R - X$ 직렬회로에서의 소비전력은

$$P = VI \cos \theta = I^2 R = \frac{R V^2}{R^2 + X^2} \text{ [W]}$$

80. ①

(풀이) $R = 3 \text{ [\Omega]}, X_L = 4 \text{ [\Omega]}, V = 100 \text{ [V]}$

일 때 $R - X_L$ 직렬회로에서의 소비전력은

$$P = \frac{R V^2}{R^2 + X^2} = \frac{100^2 \times 3}{3^2 + 4^2} = 1200 \text{ [W]}$$

$$= 1.2 \text{ [KW]}$$

81. ②

(풀이) $R = 3 \text{ [\Omega]}, L = 106 \text{ [mH]},$

$$V = 100 \text{ [V]}, f = 60 \text{ [Hz]} \text{ [V] 일 때}$$

$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$

$$= 2\pi \times 60 \times 106 \times 10^{-3} \approx 40 \text{ [\Omega]}$$

$R - X_L$ 직렬회로에서의 소비전력은

$$P = \frac{R V^2}{R^2 + X^2} = \frac{100^2 \times 30}{30^2 + 40^2} = 120 \text{ [W]}$$

82. ②

(풀이) $R = 12 \text{ [\Omega]}, L = 13.3 \text{ [mH]},$

$$V = 130 \text{ [V]}, f = 60 \text{ [Hz]} \text{ [V] 일 때}$$

$$X_L = \omega L = 2\pi f L = 2\pi \times 60 \times 13.3 \times 10^{-3}$$

$$\approx 5 \text{ [\Omega]}$$

$R - X_L$ 직렬회로에서의 소비전력은

$$P_r = \frac{X_L V^2}{R^2 + X_L^2} = \frac{130^2 \times 5}{12^2 + 5^2} = 500 \text{ [Var]}$$

$$= 0.5 \text{ [KVar]}$$

83. ②

(풀이) 회로도에서 소비전력

$$P = \frac{R V^2}{R^2 + X_L^2} = \frac{1}{2} \frac{V^2}{R} \text{의 관계이므로}$$

이를 정리하면

$$\frac{R}{R^2 + X_L^2} = \frac{1}{2R}, R^2 + X_L^2 = 2R^2,$$

$$X_L^2 = R^2, X_L = R = \omega L = 2\pi f L$$

이므로 인덕턴스는

$$L = \frac{R}{2\pi f} = \frac{600}{2\pi \times 60} = 1.59 \text{ [H]}$$

84. ②

(풀이) 무효 전력

$$P_r = \sqrt{P_a^2 - P^2} = \frac{V^2}{X_L} = \frac{V^2}{\omega L} \text{ 이므로}$$

$$L = \frac{V^2}{\omega \sqrt{P_a^2 - P^2}} = \frac{V^2}{2\pi f \sqrt{P_a^2 - P^2}}$$

$$= \frac{240^2}{2\pi \times 60 \sqrt{(240 \times 5)^2 - 720^2}} = \frac{1}{2\pi} \text{ [H]}$$

85. ③

(풀이) 복소전력

$$P_a = \overline{V}I = P \pm jP_r \text{ [VA]에서 (+) :}$$

용량성부하, (-) : 유도성부하

86. ②

$$(풀이) P_a = \overline{V}I = (100 - j20)(8 + j6)$$

$$= 920 + j440$$

87. ①

$$(풀이) V = 100 + j30 \text{ [V],}$$

$$I = 16 + j3 \text{ [A]일 때 복소전력을 구하면}$$

$$P_a = \overline{V}I = (100 + j30)(16 + j3)$$

$$= 1690 - j180 = P - jP_r \text{ [VA]}$$

88. ①

(풀이) 전류계법의 역할

$$\cos\theta = \frac{A_1^2 - A_2^2 - A_3^2}{2A_2A_3}$$

$$= \frac{10^2 - 4^2 - 7^2}{2 \times 4 \times 7} = 0.625$$

$$\text{3전류계법의 전력 } P = \frac{R}{2}(A_1^2 - A_2^2 - A_3^2)$$

$$= \frac{25}{2}(10^2 - 4^2 - 7^2) = 437.5 \text{ [W]}$$

89. ①

(풀이) 3전압계법의 역할

$$\cos\theta = \frac{V_3^2 - V_1^2 - V_2^2}{2V_1V_2}$$

3전압계법의 전력

$$P = \frac{1}{2R}(V_3^2 - V_1^2 - V_2^2) \text{ [W]}$$

90. ②

(풀이) 전원과 부하에 순저항만 존재할 때 최대 전력 전달 조건은 전원 내부 저항과 부하 저항이 같은 경우 이다.

91. ①

$$(풀이) P = I^2 R_L = \left(\frac{E}{R + R_L}\right)^2 R_L \text{ [W]에서}$$

최대 전력 전달조건은 $R_L = R$

일 때이므로 이를 대입하면

$$P = \left(\frac{E}{R + R_L}\right)^2 R_L = \left(\frac{E}{R + R}\right)^2 R = \frac{E^2}{4R} \text{ [W]}$$

92. ①

(풀이) 전원 전압이 정현파이고 그 실효값은

$$V = \frac{V_o}{\sqrt{2}} \text{ 이므로 최대전력은}$$

부하임피던스 Z_L 이 내부임피던스의

공액복소수 $\overline{Z_o}$ 와 같을 경우이며 이때

최대전력값은

$$P_{\max} = \frac{V^2}{4R_0} = \frac{\left(\frac{V_o}{\sqrt{2}}\right)^2}{4R_0} = \frac{V_o^2}{8R_0} \text{ [W]}$$

93. ②

(풀이) 부하저항이 $R_L = 3R_0$ 일 때의 소비전력은

$$P_L = I^2 R_L \left(\frac{V_g}{R_0 + R_L} \right)^2 \cdot R_L$$

$$= \left(\frac{E}{R_0 + 3R_0} \right)^2 \times 3R_0 = \frac{3}{16} \cdot \frac{E^2}{R_0} [\text{W}]$$

최대전력 $P_{\max} = \frac{E^2}{4R_0} [\text{W}]$ 이므로

$$\therefore \frac{P_L}{P_{\max}} = \frac{\frac{3}{16} \cdot \frac{E^2}{R_0}}{\frac{1}{4} \cdot \frac{E^2}{R_0}} = \frac{12}{16} = 0.75 [\text{배}]$$

94. ①

(풀이) $dt = 0.5 [\text{msec}]$, $di = 5 [\text{A}]$, $e = 20 [\text{V}]$

일 때 자기인덕턴스는 $e = L \frac{di}{dt} [\text{V}]$ 이므로

$$L = \frac{e \times dt}{di} = \frac{20 \times 0.5 \times 10^{-3}}{5} \times 10^3 = 2 [\text{mH}]$$

95. ①

(풀이) $M = 100 [\text{mH}]$, $dt = 0.3 [\text{sec}]$

, $di_1 = 18 - 3 = 15 [\text{A}]$ 일 때

2차 유기전압은

$$e_2 = M \frac{di_1}{dt} = 100 \times 10^{-3} \times \frac{18 - 3}{0.3} = 5 [\text{V}]$$

96. ①

(풀이) $\frac{di_1}{dt} = 120 [\text{A/sec}]$, $e_2 = 15 [\text{V}]$ 일 때

상호인덕턴스는 $e_2 = M \frac{di_1}{dt} [\text{V}]$ 이므로

$$M = \frac{e_2}{\frac{di_1}{dt}} = \frac{15}{120} = 0.125 [\text{H}]$$

97. ③

(풀이) 그림은 차동결합이므로

$$e_2 = -M \frac{di_1}{dt} = -\omega M I_m \cos \omega t$$

$$= \omega M I_m \sin(\omega t - 90^\circ) [\text{V}]$$

참고] $\frac{d}{dt} \sin \omega t = \cos \omega t \times \omega$

98. ②

(풀이) 결합계수 $k = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}$

99. ②

(풀이) $L_1 = 20 [\mu\text{H}]$, $L_2 = 50 [\mu\text{H}]$,

$M = 5.6 [\mu\text{H}]$ 일 때 결합계수는

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} = \frac{5.6}{\sqrt{20 \times 50}} = 0.1778$$

100. ①

(풀이) 그림은 직렬연결시 차동결합이므로

$$L = L_1 + L_2 - 2M = 4 + 6 - 2 \times 3 = 4 [\text{H}]$$

101. ③

(풀이) 그림은 $R-L$ 직렬연결이고

가동결합이므로 합성임피던스는

$$Z = R_o + j\omega L_o$$

$$= R_1 + R_2 + j\omega (L_1 + L_2 + 2M)$$

$$= 4 + 9 + j100(6 + 7 + 2 \times 5) \times 10^{-3}$$

$$= 13 + j2.3 [\Omega]$$

102. ②

(풀이) 그림은 병렬연결시 가동결합이므로

합성인덕턴스는 $L_o = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 - 2M} [\text{H}]$

103. ④

(풀이) 합성인덕턴스의 최대값은 두 개의

코일을 가동결합으로 하며, 합성인덕턴스의

최소값은 차동결합으로 얻는다. 최대값,

최소값을 각각 $L_{o\max}$, $L_{o\min}$ 라 하면

$$L_{o\max}$$

$$= L_1 + L_2 + 2M = L_1 + L_2 + 2K\sqrt{L_1 L_2}$$

$$= 5 + 5 + 2 \times 0.8 \times \sqrt{5 \times 5} = 18 [\text{mH}]$$

$$L_{o\min}$$

$$= L_1 + L_2 - 2M = L_1 + L_2 - 2K\sqrt{L_1 L_2}$$

$$= 5 + 5 - 2 \times 0.8 \times \sqrt{5 \times 5} = 2 [\text{mH}]$$

104. ④

(풀이) 직렬연결시 합성 인덕턴스

$$L_0 = L_1 + L_2 \pm 2M = L_1 + L_2 \pm k\sqrt{L_1L_2} [\text{H}]$$

이고 결합계수만 변화할수 있으므로

$k = 0.9$ 대입하였을 때 최대, 최소값이 된다.

$$L_0 = L_1 + L_2 \pm 2k\sqrt{L_1L_2}$$

$$= 10 + 10 \pm 2 \times 0.9 \times 10$$

$$= 20 \pm 18 [\text{mH}]$$

$$\frac{L_{\text{최대}}}{L_{\text{최소}}} = \frac{38}{2} = \frac{19}{1}$$

105. ④

(풀이) 이상 변압기의 권선비

$$n = \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{i_2}{i_1} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$$

106. ①

(풀이) 이상 변압기의 권선비 n 은

$$n = \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{i_2}{i_1} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$$

$$\text{이므로 } Z_1 = Z_2 n^2 = 900 \times \left(\frac{1}{3}\right)^2 = 100 [\Omega]$$

가 된다.

107. ④

(풀이) $2 + j4 = Z_1$, $3 + j2 = Z_3$, $2 - j3 = Z_2$

라 하면 브릿지 평형 조건 $Z_1 Z_2 = Z_3 Z_4$

이므로 Z_4 는

$$Z_4 = \frac{Z_1 Z_2}{Z_3} = \frac{(2 + j4)(2 - j3)}{3 + j2}$$

$$= \frac{(2 + j4)(2 - j3)(3 - j2)}{(3 + j2)(3 - j2)}$$

$$= \frac{52 - j26}{13} = 4 - j2$$

108. ②

(풀이) 이상적전압원 : 내부저항 = $0[\Omega]$,

이상적전류원 : 내부저항 = $\infty[\Omega]$

109. ④

(풀이) 키르히호프의 법칙은 집중 정수

회로에서 선형, 비선형, 시변, 시불변에

무관하게 항상 성립된다.

110. ③

(풀이) 키르히호프의 전류 법칙에 따라

$$\sum \text{유입 전류} = \sum \text{유출 전류} \text{ 이므로}$$

$$i_1 + i_2 + i_4 = i_3 + i_5$$

$$\Rightarrow 5 + 3 + 2 = 2 + i_5$$

$$\Rightarrow i_5 = 8 [\text{A}]$$

111. ④

(풀이) 등가전류 $I = \frac{V}{R} = \frac{6}{2} = 3 [\text{A}]$,

등가저항 $R = 2 [\Omega]$

112. ③

(풀이) 전류원 2[A] 개방시 $0.5[\Omega]$ 에 흐르는

$$\text{전류 } I_1 = \frac{0.6}{0.6 + 0.5 + 0.4} \times 6 = \frac{3.6}{1.5} [\text{A}]$$

전류원 6[A] 개방시 $0.5[\Omega]$ 에 흐르는 전류

$$I_2 = \frac{0.4}{0.6 + 0.5 + 0.4} \times 2 = \frac{0.8}{1.5} [\text{A}]$$

이므로 $0.5[\Omega]$ 에 흐르는 전체전류는

$$I = I_1 + I_2 = \frac{3.6}{1.5} + \frac{0.8}{1.5} = \frac{4.4}{1.5} [\text{A}]$$

$0.5[\Omega]$ 에 걸리는 전압

$$V = IR = \frac{4.4}{1.5} \times 0.5 = 1.47 [\text{V}]$$

113. ②

114. ②

(풀이) 중첩의 원리는 선형 회로인 경우에만 적용한다.

115. ③

(풀이) 테브난의 정리와 쌍대의 관계는 노오펜의 정리이다.

116. ②

(풀이) 중첩의 원리를 이용하여 전압원을

단락시켜 전류원에 의한 전류를 구하고

전류원을 개방시켜 전압원에 의한 전류를

구하여 합하면 저항에 흐르는 전류를

구할 수 있다.

전압원 단락시 전류 I_1 , 전류원 개방시 전류

해설 및 답안

I_2 라 하면
 $I_1 = 10 + 2 + 3 = 15 [A]$, $I_2 = 0 [A]$
 $\therefore I_1 + I_2 = 15 + 0 = 15 [A]$

117. ②
 (풀이) 중첩의 원리에 의하여 전류원 개방시 10[V]에 의한 전류

$$I_1 = \frac{10}{5+20} = 0.4 [A]$$

전압원 단락시 2[A]에 의한 전류

$$I_2 = \frac{5}{5+20} \times 3 = 0.6 [A]$$

$$\therefore I = I_1 + I_2 = 0.4 + 0.6 = 1.0 [A]$$

118. ③
 (풀이) 중첩의 원리에 의하여 전류원 개방시 6[V]의 전압원에 의한

$$\text{합성저항 } R = 2 + \frac{2 \times 2}{2 + 2} = 3 [\Omega]$$

$$\text{전체전류 } I = \frac{V}{R} = \frac{6}{3} = 2 [A]$$

1[Ω]에 흐르는 전류

$$I_1 = \frac{2}{2 + 2} \times 2 = 1 [A]$$

전압원 단락시 9[A]의 전류원에 의한 1[Ω]에 흐르는 전류

$$I_2 = \frac{1}{\frac{2 \times 2}{2 + 2} + 1 + 1} \times 9 = 3 [A]$$

I_1 과 I_2 의 전류의 방향이 반대이므로

$$\therefore I = I_1 + I_2 = 1 - 3 = -2 [A]$$

119. ①
 (풀이) 중첩의 원리에 의하여 전류원 개방시 6[V]의 전압원에 의한 전류

$$I_1 = \frac{6}{3+3} = 1 [A]$$

전압원 단락시 6[A]의 전류원에 의한 전류

$$I_2 = \frac{3}{3+3} \times 6 = 3 [A]$$

$$\therefore I = I_1 + I_2 = 1 + 3 = 4 [A]$$

그러므로 $V_{ab} = I \cdot R = 4 \times 3 = 12 [V]$

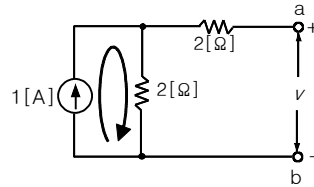
120. ③
 (풀이) 테브난의 정리에 의해서 테브난의 등가저항은 전압원단락, 전류원 개방시 개방단에서 본 등가저항이므로

$$R = 0.8 + \frac{2 \times 3}{2 + 3} = 2 [\Omega] \text{이고}$$

테브난의 등가전압은 개방단자 사이에 걸리는 전압이므로

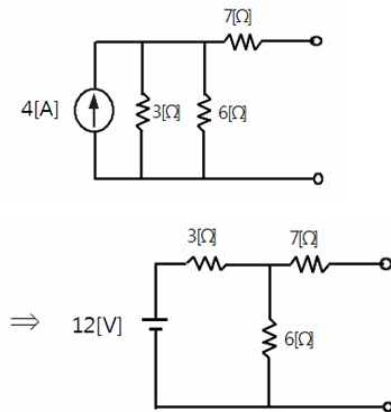
$$V = \frac{3}{2 + 3} \times 10 = \frac{30}{5} = 6 [V] \text{가 된다.}$$

121. ①
 (풀이)



옆의 회로망에서 전류는 폐회로쪽으로만 흐르므로 개방단자 사이에 걸리는 전압은 $V = IR = 1 \times 2 = 2 [V]$ 가 된다.

122. ②
 (풀이) 전류원을 전압원으로 변경하면 아래와 같다.



테브난의 정리에 의하여 등가전압

$$V_T = \frac{6}{3+6} \times 12 = 8 [V]$$

테브난의 등가임피던스

$$Z_0 = 7 + \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 9 [\Omega]$$

123. ③

(풀이) 테브난의 정리에 의해서 테브난의 등가저항은 전압원단락, 전류원 개방시 개방단에서 본 등가저항이므로 $R_T = 0.8 [\Omega]$ 이고 테브난의 등가전압은 개방단자 사이에 걸리는 전압이므로 $8 [\Omega]$ 에 걸리는 전압이므로 $V_T = IR = 2 \times 8 = 16 [V]$ 가 된다.

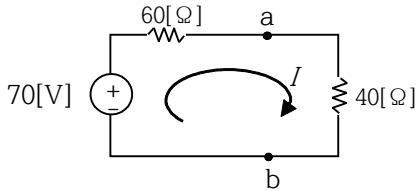
124. ②

(풀이) 테브난의 정리에 의하여

$$I = \frac{V_T}{Z_T + Z_L} = \frac{100}{15 + 10} = 4 [A]$$

125. ③

(풀이) 테브난의 등가회로를 그리면 아래와 같다.



$$I = \frac{V}{R} = \frac{70}{60 + 40} = 0.7 [A]$$

126. ④

(풀이) 테브난의 정리에 의해서 테브난의 등가저항은 전압원단락, 전류원 개방시 개방단에서 본 등가저항이므로

$$R_T = \frac{4 \times 6}{4 + 6} + \frac{6 \times 4}{6 + 4} = 4.8 [\Omega] \text{ 이고}$$

테브난의 등가전압은 개방단자 사이에 걸리는 전압이므로 $V_T = V_b - V_a$

$$= \frac{6}{4+6} \times 10 - \frac{4}{6+4} \times 10 = 2 [V] \text{ 가 되어}$$

$0.2 [\Omega]$ 에 흐르는 전류는

$$I = \frac{V_T}{R_{ab} + R_T} = \frac{2}{0.2 + 4.8} = 0.4 [A]$$

가 된다.

127. ②

(풀이) 밀만의 정리에 의하여

$$V_{ab} = \frac{\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{\frac{9}{3} + \frac{12}{6}}{\frac{1}{3} + \frac{1}{6}} = 10 [V]$$

128. ③

(풀이) 밀만의 정리를 적용하면

$$V_{ab} = \frac{\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{\frac{110}{1} + \frac{120}{2} + \frac{0}{5}}{\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{5}} = \frac{1700}{17} = 100 [V]$$

129. ④

(풀이) 밀만의 정리를 이용하면

$$V_{ab} = \frac{\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3} + \frac{E_4}{R_4}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{\frac{12}{2} - \frac{4}{4} + \frac{24}{8} + \frac{112}{16}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16}} = 16 [V]$$

130. ①

(풀이) 대칭(평형) 3상일 때 중성점전압

$$E_o = E_1 + E_2 + E_3 = 0 \text{ 이 된다.}$$

131. ③

(풀이) Y결선, $V_p = 100 [V]$ 일 때

선간전압은

$$V_l = \sqrt{3} V_p = \sqrt{3} \times 100 = 173 [V]$$

132. ②

(풀이) $Z = 6 + j8 [\Omega]$, Y결선,

$V_l = 220 [V]$ 일 때 선전류는

$$I_l = I_p = \frac{V_p}{Z} = \frac{\frac{V_l}{\sqrt{3}}}{Z} = \frac{\frac{220}{\sqrt{3}}}{\sqrt{6^2 + 8^2}} \approx 12.7 [A]$$

133. ③

(풀이) Δ 결선 $V_l = 200 [V]$, $Z = 6 + j8 [\Omega]$ 인 경우

선전류[A]는 Δ 결선이므로 상전류

$$I_p = \frac{V_p}{Z} = \frac{V_l}{Z} = \frac{200}{\sqrt{6^2 + 8^2}} = 20 [A]$$

이므로 선전류는

$$I_l = \sqrt{3} I_p = 20 \sqrt{3} [A] \text{ 가 된다.}$$

해설 및 답안

134. ②

(풀이) Δ 결선의 선전류는 $I_l = \sqrt{3} I_p \angle -30^\circ$

이므로

$$I_c = \sqrt{3} I_{ca} \angle -30^\circ = \sqrt{3} \cdot 4 \angle -276^\circ \angle -30^\circ = 6.93 \angle -306^\circ$$

135. ②

(풀이) $Z = 16 + j12 = \sqrt{16^2 + 12^2} = 20[\Omega]$,

Y결선, $I_p = 10$ [A]에서 Y결선시 선간전압은

$$V_l = \sqrt{3} V_p = \sqrt{3} I_p Z = \sqrt{3} \times 10 \times 20 = 346.4[V]$$

136. ①

(풀이) 성형결선(Y 결선), 선간 전압

$$V_l = 300[V], \text{ 선전류 } I_l = 40[A], \text{ 역률}$$

$\cos\theta = 0.8$ 일 때 한상의 임피던스

$$Z = \frac{V_P}{I_P} = \frac{V_l}{I_l} = \frac{300}{40} = 4.33[\Omega]$$

역률이 0.8 일 때 무효율 $\sin\theta = 0.6$ 이므로

$$\sin\theta = \frac{X}{Z} \text{에서}$$

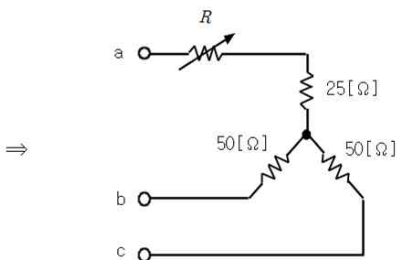
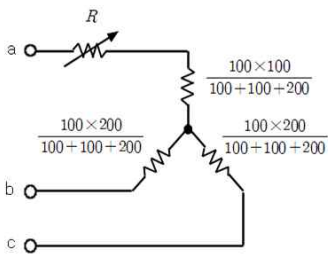
$$X = Z \sin\theta = 4.33 \times 0.6 = 2.59 [\Omega]$$

137. ②

(풀이) 3상 회로의 각 선전류가 모두

같아지려면 각 상의 저항이 모두 같아야

하므로 등가회로를 그려서 이를 알 수 있다.



등가회로 (b)에서 각 상의 저항을

R_a, R_b, R_c 라 하면

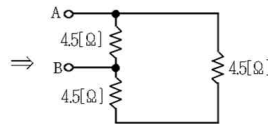
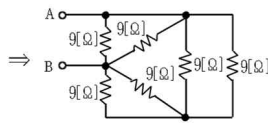
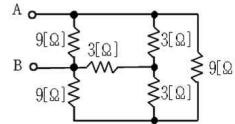
$$R_a = R + 25[\Omega], R_b = 50[\Omega], R_c = 50[\Omega]$$

$R_a = R_b = R_c$ 인 경우

$$\therefore R = 25[\Omega]$$

138. ③

(풀이)



Y 결선된 3[Ω] 저항을 Δ 결선으로 변환하면

합성저항은 3배 증가되어 9[Ω]으로 바뀐다.

$$R_{AB} = \frac{4.5 \times (4.5 + 4.5)}{4.5 + (4.5 + 4.5)} = 3[\Omega]$$

139. ③

(풀이) Y결선시 n상에 대한 선간전압

$$V_l = 2 V_p \sin \frac{\pi}{n} \angle \frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{2}{n}\right) [V] \text{ 이므로}$$

$$\therefore \frac{V_l}{V_p} = 2 \sin \frac{\pi}{n}$$

140. ①

(풀이) Y 결선시 대칭 n 상에서 선간 전압은

상전압보다 위상이 $\frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{2}{n}\right)$ [rad]만큼

앞선다.

141. ④

(풀이) 상수 $n = 12$, Y 결선,

$V_p = 100$ [V]일 때

선간전압은

$$V_l = 2 \sin \frac{\pi}{n} V_p = 2 \sin \frac{\pi}{12} \times 100 = 51.76[V]$$

142. ③

(풀이) 상수 $n = 6$, Δ 결선, $I_p = 120[\text{A}]$ 일 때
선전류는

$$I_l = 2I_p \sin \frac{\pi}{n} = 2 \times 120 \times \sin \frac{\pi}{6} = 120[\text{A}]$$

143. ③

(풀이) Y 결선시 대칭 n 상에서 선간 전압은
상전압보다 위상이 $\frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{2}{n}\right)$ [rad]만큼

앞서므로

$$\therefore \theta = \frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{2}{n}\right) = \frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{2}{5}\right) = 54^\circ$$

144. ④

(풀이) 3상, $V_l = 200[\text{V}]$, $\cos \theta = 0.8$,

$P = 10[\text{KW}]$ 이므로

$$\text{소비전력 } P = \sqrt{3} V_l I_l \cos \theta$$

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} V_l \cos \theta} = \frac{10 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 200 \times 0.8} = 36.08[\text{A}]$$

145. ②

(풀이) 3상, $V_l = 200[\text{V}]$, $\cos \theta = 0.8$,

$P = 10[\text{KW}]$ 이므로

$$\text{소비전력 } P = \sqrt{3} V_l I_l \cos \theta$$

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} V_l \cos \theta} = \frac{10 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 200 \times 0.8}$$

$= 36.08[\text{A}]$ 가 된다. 그러므로 부하가

뒤진역률(유도성)을 가지므로

$$I = I(\cos \theta - j \sin \theta)$$

$$= 36.08(0.8 - j0.6) = 28.8 - j21.6$$

146. ③

(풀이)

$$Z = 3 + j4 = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5[\Omega],$$

Δ 결선, $V_l = 200[\text{V}]$ 일 때

상전류

$$I_p = \frac{V_p}{Z} = \frac{V_l}{Z} = \frac{200}{5} = 40[\text{A}]$$

유효전력

$$P = 3I^2 R = 3 \times 40^2 \times 3 = 14400[\text{W}] = 14.4[\text{kW}]$$

147. ④

(풀이)

$$Z = 24 + j7 = \sqrt{24^2 + 7^2} = 25[\Omega],$$

Y결선, $V_l = 100[\text{V}]$ 일 때

상전류

$$I_p = \frac{V_p}{Z} = \frac{V_l}{\sqrt{3} Z} = \frac{100}{\sqrt{3} \times 25} = 2.3[\text{A}]$$

유효전력

$$P = 3I^2 \cdot R = 3 \times 2.3^2 \times 24 = 381[\text{W}]$$

148. ②

(풀이) 3상, $V_l = 200[\text{V}]$, $I_l = 10[\text{A}]$,

$P = 4[\text{kW}]$ 일 때

Y결선시 선전류와 상전류는 같으므로

$$P = 3I_p^2 R = 3I_l^2 R[\text{W}] \text{에서}$$

$$\text{저항 } R = \frac{P}{3I_l^2} = \frac{4 \times 10^3}{3 \times 10^2} = 13.3[\Omega]$$

149. ④

(풀이)

$$Z = 3 + j4 = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5[\Omega],$$

Y결선, $I_p = 20[\text{A}]$ 일 때

무효전력

$$P = 3I^2 \cdot X = 3 \times 20^2 \times 4 = 4800[\text{Var}]$$

150. ③

(풀이) 3상, $V_l = 200[\text{V}]$, $I_l = 8.6[\text{A}]$,

$P_r = 1788[\text{Var}]$ 일 때

무효전력 $P_r = \sqrt{3} V_l I_l \sin \theta$ [Var]이므로

무효율

$$\sin \theta = \frac{P_r}{\sqrt{3} V_l I_l} = \frac{1788}{\sqrt{3} \times 200 \times 8.6} = 0.6$$

이므로 역률

$$\cos \theta = \sqrt{1 - \sin^2 \theta} = \sqrt{1 - 0.6^2} = 0.8$$

해설 및 답안

151. ④

(풀이)

$$Z = 3 + j4 = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 [\Omega],$$

Y결선, $I_p = 20$ [A]일 때

무효전력

$$P = 3I^2 \cdot Z = 3 \times 20^2 \times 5 = 6000 [\text{VA}]$$

152. ④

(풀이) 대칭3상 선간전압을 V [V], 3상 부하 저항 R [Ω]일 때

Δ 결선시 선전류

$$I_{\Delta} = \sqrt{3} I_p = \sqrt{3} \frac{V}{R} [\text{A}]$$

Y결선시 선전류

$$I_Y = I_p = \frac{V_p}{R} = \frac{\frac{V}{\sqrt{3}}}{R} = \frac{V}{\sqrt{3}R} [\text{A}]$$

$$\frac{I_{\Delta}}{I_Y} = \frac{\frac{\sqrt{3}V}{R}}{\frac{V}{\sqrt{3}R}} = 3$$

153. ④

(풀이) Δ 결선시 소비전력

$$\begin{aligned} P_{\Delta} &= 3I_p^2 R = 3 \left(\frac{V_p}{R} \right)^2 R \\ &= 3 \left(\frac{V_L}{R} \right)^2 R = 3 \frac{V_L^2}{R} [\text{W}] \end{aligned}$$

Y결선시 소비전력

$$\begin{aligned} P_Y &= 3I_p^2 R = 3 \left(\frac{V_p}{R} \right)^2 R \\ &= 3 \left(\frac{V_L}{\sqrt{3}R} \right)^2 R = \frac{V_L^2}{R} [\text{W}] \end{aligned}$$

이므로 $P_Y = \frac{1}{3} P_{\Delta}$ 이 된다.

154. ②

(풀이) n 상의 유효전력

$$P = \frac{n}{2 \sin \frac{\pi}{n}} V_l I_l \cos \theta [\text{W}]$$

155. ③

(풀이) Δ 결선 한상의 전류

$$I_{p1} = \frac{V}{R} [\text{A}] \text{이므로}$$

$$3\text{상전력 } P_1 = 3I_{p1}^2 R = \frac{3V^2}{R} [\text{W}]$$

1선이 단선시 단상이 되므로 합성저항

$$R_o = \frac{R \times 2R}{R + 2R} = \frac{2}{3} R [\Omega] \text{이므로}$$

단선시 단상전력

$$P_2 = \frac{V^2}{R_o} = \frac{V^2}{\frac{2}{3}R} = \frac{3}{2} \frac{V^2}{R} [\text{W}]$$

$$\therefore \frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{3}{2} \frac{V^2}{R}}{\frac{3}{R}} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ 배}$$

156. ①

(풀이) 2전력계법에 의한 유효 전력

$$P = P_1 + P_2 = 500 + 300 = 800 [\text{W}]$$

157. ③

(풀이) 2전력계법에 의한 피상전력은

$$\begin{aligned} P_a &= 2\sqrt{P_1^2 + P_2^2} - P_1 P_2 \\ &= 2\sqrt{800^2 + 1600^2} - 800 \times 1600 = 2771 [\text{VA}] \end{aligned}$$

158. ③

(풀이) 유효전력 $P = P_1 + P_2$,

무효전력 $P_r = \sqrt{3} (P_1 - P_2)$ 이므로

2전력계법에 의한 역률

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \frac{P}{P_a} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + P_r^2}} \\ &= \frac{P_1 + P_2}{2\sqrt{P_1^2 + P_2^2 - P_1 P_2}} \end{aligned}$$

159. ③

(풀이) 2전력계법에 의한 역률

$$\cos \theta = \frac{P_1 + P_2}{2\sqrt{P_1^2 + P_2^2 - P_1 P_2}} \text{에서}$$

$P_1, P_2 = 2P_1$ 이면

$$\cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866 = 86.6 [\%]$$

160. ①

(풀이) 2전력계법에 의한

$$\text{역률} \cos \theta = \frac{P_1 + P_2}{2\sqrt{P_1^2 + P_2^2 - P_1 P_2}} \text{ 에서}$$

$$P_1 = P, P_2 = 0 \text{ 이면}$$

$$\cos \theta = \frac{1}{2} = 0.5$$

161. ④

(풀이) 2전력계법에서

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \frac{P}{P_a} = \frac{P_1 + P_2}{2\sqrt{P_1^2 + P_2^2 - P_1 P_2}} \\ &= \frac{200 + 400}{2\sqrt{200^2 + 400^2 - 200 \times 400}} = 0.866 \end{aligned}$$

162. ④

(풀이) 1전력계법에 의한 유효전력은

$$P = 2W = \sqrt{3} VI \text{ 이므로}$$

$$I = \frac{2W}{\sqrt{3} V} [\text{A}]$$

163. ②

(풀이)

$$V \text{ 결선시 이용률} : 0.866 = 86.6 [\%]$$

$$V \text{ 결선시 출력비} : 0.577 = 57.7 [\%]$$

164. ②

(풀이) V 결선시 출력

$$P_v = \sqrt{3} K = \sqrt{3} \times 100 = 100\sqrt{3} [\text{KVA}]$$

165. ②

(풀이) 대칭 : 원형회전자계

비대칭 : 타원회전자계

166. ②

(풀이) 불평형(비대칭) 3상의 전류

$$\text{a상의 전류 } I_a = I_o + I_1 + I_2 ,$$

$$\text{b상의 전류 } I_b = I_o + a^2 I_1 + a I_2$$

$$\text{c상의 전류 } I_c = I_o + a I_1 + a^2 I_2 \text{ 이므로}$$

공통인 성분은 영상분(I_o)이다.

167. ②

(풀이) $Y - Y$ 결선의 3상 3선식(비접지식) : 영상분이 없다.

168. ④

169. ④

170. ①

(풀이) 불평형 3상 회로 비접지식 회로에서는 영상분이 존재하지 않는다.

171. ③

(풀이) 불평형(비대칭) 3상의 전류

$$\text{a상의 전류 } I_a = I_o + I_1 + I_2 ,$$

$$\text{b상의 전류 } I_b = I_o + a^2 I_1 + a I_2$$

$$\text{c상의 전류 } I_c = I_o + a I_1 + a^2 I_2$$

172. ①

(풀이) 불평형(비대칭) 3상의 전압

$$\text{a상의 전압 } V_a = V_o + V_1 + V_2$$

$$\text{b상의 전압 } V_b = V_o + a^2 V_1 + a V_2$$

$$\text{c상의 전압 } V_c = V_o + a V_1 + a^2 V_2 \text{ 이므로}$$

a상의 전압

$$V_a = V_o + V_1 + V_2$$

$$= -8 + j3 + 6 - j8 + 8 + j12 = 6 + j7$$

가 된다.

173. ③

(풀이)

$$\text{영상 전압 } V_0 = \frac{1}{3}(V_a + V_b + V_c)$$

$$\text{정상 전압 } V_1 = \frac{1}{3}(V_a + a V_b + a^2 V_c)$$

$$\text{역상 전압 } V_2 = \frac{1}{3}(V_a + a^2 V_b + a V_c)$$

174. ③

175. ②

176. ②

(풀이) 정상 전압

$$V_1 = \frac{1}{3}(V_a + aV_b + a^2V_c)$$

$$= \frac{1}{3}(V_a + V_b \angle 120^\circ + V_c \angle -120^\circ)$$

참고]

$$a = 1 \angle 120^\circ = 1 \angle -240^\circ = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$a^2 = 1 \angle 240^\circ = 1 \angle -120^\circ = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

177. ④

(풀이) 영상분 전류 $I_o = \frac{1}{3}(I_a + I_b + I_c)$

정상분 전류

$$I_1 = \frac{1}{3}(I_a + aI_b + a^2I_c)$$

$$= \frac{1}{3}(I_a + I_b \angle 120^\circ + I_c \angle -120^\circ)$$

역상분 전류

$$I_2 = \frac{1}{3}(I_a + a^2I_b + aI_c)$$

$$= \frac{1}{3}(I_a + I_b \angle -120^\circ + I_c \angle 120^\circ)$$

178. ①

(풀이) 영상분 전압

$$V_o = \frac{1}{3}(V_a + V_b + V_c)$$

$$= \frac{1}{3}(3 + 2 - j3 + 4 + j3) = 3 \text{ [V]}$$

179. ②

(풀이) 영상분 전류

$$I_0 = \frac{1}{3}(I_a + I_b + I_c)$$

$$= \frac{1}{3}(15 + j2 - 20 - j14 - 3 + j10)$$

$$= \frac{1}{3}(-8 - j2) = -2.67 - j0.67$$

180. ②

(풀이) 영상분어드미턴스

$$Y_o = \frac{1}{3}(Y_a + Y_b + Y_c)$$

$$= \frac{1}{3}(0.3 + 0.3 - j0.3) = 0.2 - j0.1 \text{ [S]}$$

참고] 유도성 서셉턴스는 $-j$ 로 표현됨에 유의할 것.

181. ①

(풀이) 영상분 전류

$$i_0 = \frac{1}{3}(i_a + i_b + i_c)$$

$$= \frac{1}{3}\{30\sin\omega t + 30\sin(\omega t - 90^\circ) + 30\sin(\omega t + 90^\circ)\}$$

$$= \frac{30}{3}\{\sin\omega t + \sin\omega t \cos(-90^\circ) + \cos\omega t \sin(-90^\circ)$$

$$+ \sin\omega t \cos 90^\circ + \cos\omega t \sin 90^\circ\} = 10\sin\omega t$$

182. ①

(풀이) 정상분전류 $I_1 = \frac{1}{3}(I_a + aI_b + a^2I_c)$

$$= \frac{1}{3}\left\{7 + j2 + \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(-8 - j10)\right.$$

$$\left. + \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(-4 + j6)\right\}$$

$$= 8.95 + j0.17 = \sqrt{8.94^2 + 0.17^2} = 8.93 \text{ [A]}$$

183. ①

(풀이) 역상분전류 $I_2 = \frac{1}{3}(I_a + a^2I_b + aI_c)$

$$= \frac{1}{3}\left\{15 + j2 + \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(-20 - j14)\right.$$

$$\left. + \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(-3 + j10)\right\}$$

$$= 1.91 + j6.24 \text{ [A]}$$

184. ④

(풀이) a상 기준 대칭분 전압

$$V_o = 0, \quad V_1 = V_a, \quad V_2 = 0$$

185. ②

(풀이) a상 기준 대칭분 전압

$$V_o = 0, \quad V_1 = V_a, \quad V_2 = 0$$

186. ③

(풀이) 불평형률 = $\frac{\text{역상전압}}{\text{정상전압}} \times 100 [\%]$

187. ③

(풀이) 불평형률 = $\frac{\text{역상 전압}}{\text{정상 전압}} = \frac{50}{200} = 0.25$

188. ②

(풀이)

① 선간전압이 120, 100, 100 [V]이면

불평형률은 약 13[%]

② 선간전압이 80, 50, 50 [V]이면 불평형률은 약 39.6[%]

189. ①

190. ④

(풀이) 대칭 3상 교류발전기 기본식

$$\text{영상분 } V_o = -Z_o I_o$$

$$\text{정상분 } V_1 = E_a - Z_1 I_1$$

$$\text{역상분 } V_2 = -Z_2 I_2$$

191. ①

(풀이) 지락전류 및 조건

① 1선지락전류 및 조건

$$\begin{cases} I_0 = I_1 = I_2 = \frac{1}{3} I_a \\ I_a = \frac{3E_a}{Z_0 + Z_1 + Z_2} \end{cases}$$

② 2선지락 조건 $V_0 = V_1 = V_2 \neq 0$

192. ④

193. ③

194. ④

(풀이)

$$\begin{aligned} P_a &= P + jP_r = \overline{V_a} I_a + \overline{V_b} I_b + \overline{V_c} I_c \\ &= 3\overline{V_0} I_0 + 3\overline{V_1} I_1 + 3\overline{V_2} I_2 \end{aligned}$$

195. ③

(풀이) 푸리에 분석은 비정현파를 여러 개의 정현파의 합으로 표시한다.

196. ①

(풀이) 비정현파 교류는 직류분, 기본파, 고조파성분의 합으로 구성되어 있다.

197. ①

(풀이) 주기적인 비정현파는 일반적으로 푸리에 급수에 의해 표시되므로 무수히 많은 주파수의 합성이다.

198. ④

(풀이) 직류분은 평균값을 말하므로 구형반파에 대한 직류분

$$a_o = I_a = \frac{I_m}{2} = \frac{10}{2} = 5 [\text{A}]$$

199. ④

(풀이) 직류분은 평균값을 말하므로 정현반파에 대한 직류분

$$a_o = V_a = \frac{V_m}{\pi} [\text{V}]$$

200. ②

(풀이) 정현 대칭 조건은 $f(t) = -f(-t)$

201. ③

(풀이) 반파대칭 조건은

$$y(x) = -y\left(\frac{T}{2} + t\right), \quad y(x) = -y(\pi + t)$$

202. ③

(풀이) 반파 대칭에서는 반주기마다 크기는 같고 직류분 $a_o = 0$ 이고 홀수항의 a_n 및 b_n 만 존재한다.

203. ④

(풀이) 왜형파의 실효값은 각 고조파 실효값 제곱의 합의 제곱근이다.

204. ③

(풀이)

$$v = \sqrt{2} \cdot 100\sin\omega t + \sqrt{2} \cdot 50\sin 2\omega t + \sqrt{2} \cdot 30\sin 3\omega t [\text{V}]$$

에서 실효전압은

$$V = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2} = \sqrt{100^2 + 50^2 + 30^2} = 115.8 [\text{V}]$$

205. ③

(풀이) $v(t) = 50 + 30 \sin \omega t [\text{V}]$ 에서 실효전압은

$$V = \sqrt{V_0^2 + V_1^2} = \sqrt{50^2 + \left(\frac{30}{\sqrt{2}}\right)^2} = 54.3 [\text{V}]$$

206. ②

(풀이)

$i = 30 \sin \omega t + 50 \sin(3\omega t + 60^\circ)$ 에서 실효전류는

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_3^2} = \sqrt{\left(\frac{30}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{50}{\sqrt{2}}\right)^2} = 41.2 [\text{A}]$$

207. ②

(풀이)

$$v = 3 + 10\sqrt{2} \sin \omega t + 4\sqrt{2} \sin\left(3\omega t + \frac{\pi}{3}\right) + 10\sqrt{2} \sin\left(5\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$$

에서 실효전압은

$$V = \sqrt{V_0 + V_1^2 + V_3^2 + V_5^2} = \sqrt{3^2 + 10^2 + 4^2 + 10^2} = 15 [\text{V}]$$

208. ③

(풀이)

$$L = 1 [\text{H}],$$

$$i = 5 + 10\sqrt{2} \sin 100t + 5\sqrt{2} \sin 200t [\text{A}] \text{일 때 전류의 실효값은}$$

$$I = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_2^2} = \sqrt{5^2 + 10^2 + 5^2} = \sqrt{150} [\text{A}]$$

가 된다.

이때 코일에 축적되는 에너지는

$$W = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times (\sqrt{150})^2 = 75 [\text{J}]$$

가 된다.

209. ④

(풀이)

$$v = 100\sqrt{2} \sin \omega t + 75\sqrt{2} \sin 3\omega t + 20\sqrt{2} \sin 5\omega t [\text{V}], R-L \text{ 직렬,}$$

$$R = 4 [\Omega], \omega L = 1 [\Omega] \text{에서}$$

3고조파 임피던스

$$Z_3 = R + j3\omega L = 4 + j1 \times 3$$

$$= 4 + j3 = 5 [\Omega]$$

$$3\text{고조파 전류 } I_3 = \frac{V_3}{Z_3} = \frac{75}{5} = 15 [\text{A}]$$

210. ①

(풀이) $R=4[\Omega], \omega L=1[\Omega], R-L \text{ 직렬,}$

$$v = 141.4 \sin \omega t + 42.4 \sin 3\omega t [\text{V}] \text{에서}$$

기본파 임피던스

$$Z_1 = R + j\omega L = 3 + j4 = 5 [\Omega]$$

3고조파 임피던스

$$Z_3 = R + j3\omega L = 3 + j3 \times 4$$

$$= 3 + j12 = \sqrt{3^2 + 12^2} = 12.37 [\Omega]$$

$$\text{기본파 전류 } I_1 = \frac{V_1}{Z_1} = \frac{100}{4} = 20 [\text{A}]$$

3고조파 전류

$$I_3 = \frac{V_3}{Z_3} = \frac{30}{12.37} = 2.43 [\text{A}]$$

전류의 실효값

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_3^2} = \sqrt{20^2 + 2.43^2} = 20.15 [\text{A}]$$

211. ③

(풀이) $R = 3 [\Omega], \omega L = 4 [\Omega], R-L \text{ 직렬,}$

$$v = 60 + \sqrt{2} \cdot 100 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right) [\text{V}] \text{에서}$$

$$\text{직류분 임피던스 } Z_0 = R = 3 [\Omega]$$

기본파 임피던스

$$Z_1 = R + j\omega L$$

$$= 3 + j4 = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 [\Omega]$$

직류분 전류 $I_o = \frac{V_o}{Z_o} = \frac{60}{3} = 20$ [A]

기본파 전류 $I_1 = \frac{V_1}{Z_1} = \frac{100}{5} = 20$ [A]

전류의 실효값

$$I = \sqrt{I_o^2 + I_1^2} = \sqrt{20^2 + 20^2} = 28.3$$
 [A]

212. ①

(풀이) 왜형률 = $\frac{\text{전 고조파의 실효값}}{\text{기본파의 실효값}}$

213. ④

(풀이)

$$i = 30 \sin \omega t + 10 \cos 3\omega t + 5 \sin 5\omega t$$

에서

$$\text{왜형률} = \frac{\sqrt{I_3^2 + I_5^2}}{I_1} = \frac{\sqrt{10^2 + 5^2}}{30} = 0.37$$

214. ③

(풀이)

$$v = 100 \sqrt{2} \sin \omega t$$

$$+ 50 \sqrt{2} \sin 2\omega t + 30 \sqrt{2} \sin 3\omega t \text{ 일 때}$$

$$\text{왜형률} = \frac{\text{전 고조파의 실효값}}{\text{기본파의 실효값}}$$

$$= \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2}}{V_1} = \frac{\sqrt{50^2 + 30^2}}{100} = 0.5$$

215. ②

(풀이) $V_3 = 0.4 V_1$, $V_5 = 0.3 V_1$ 일 때

전압의 왜형률

$$\text{왜형률} = \frac{\sqrt{V_3^2 + V_5^2}}{V_1}$$

$$= \frac{\sqrt{(0.4 V_1)^2 + (0.3 V_1)^2}}{V_1} = 0.5$$

216. ③

(풀이) 직렬공진시 허수부가 0이어야 하므로

$$nwL = \frac{1}{nwC}, \quad w = \frac{1}{n\sqrt{LC}} \text{ 이므로}$$

제 n 차 고조파의 공진 주파수

$$f_o = \frac{1}{2\pi n\sqrt{LC}} \text{ [Hz] 가 된다.}$$

217. ④

(풀이) 비정현파 무효전력

$$P_r = \sum_{n=1}^{\infty} V_n I_n \sin \theta_n \text{ [Var]}$$

218. ④

(풀이) 전압과 전류의 같은성분이 없으므로 소비전력은 0이 된다.

219. ②

(풀이) $v = 100 + 50 \sin 377t$ [V],

$i = 10 + 3.54 \sin(377t - 45^\circ)$ [A]에서의

소비전력은

$$P = V_o I_o + V_1 I_1 \cos \theta_1$$

$$= 100 \times 10 + \frac{50}{\sqrt{2}} \times \frac{3.54}{\sqrt{2}} \cos 45^\circ$$

$$= 1062.5$$
 [W]

220. ④

(풀이)

$$v = 100 \sin \omega t$$

$$+ 40 \sin 2\omega t + 30 \sin(3\omega t + 60^\circ) \text{ [V],}$$

$$i = 10 \sin(\omega t - 60^\circ)$$

$$+ 2 \sin(3\omega t + 105^\circ) \text{ [A]}$$

일 때 평균전력은

$$P = V_1 I_1 \cos \theta_1 + V_3 I_3 \cos \theta_3$$

$$= \frac{100}{\sqrt{2}} \times \frac{10}{\sqrt{2}} \cos 60^\circ + \frac{30}{\sqrt{2}} \times \frac{2}{\sqrt{2}} \cos 45^\circ$$

$$= 271.2 \text{ [W]가 된다.}$$

221. ②

(풀이)

$$v = 100 \sin \omega t - 50 \sin(3\omega t + 30^\circ)$$

$$+ 20 \sin(5\omega t + 45^\circ) \text{ [V]}$$

$$i = 20 \sin(\omega t + 30^\circ)$$

$$+ 10 \sin(3\omega t - 30^\circ) + 5 \cos 5\omega t$$

$$= 20 \sin(\omega t + 30^\circ) + 10 \sin(3\omega t - 30^\circ)$$

$$+ 5 \sin(5\omega t + 90^\circ) \text{ [A]}$$

라면 전력[W]은

$$P = V_1 I_1 \cos \theta_1 + V_3 I_3 \cos \theta_3 + V_5 I_5 \cos \theta_1$$

$$= \frac{1}{2} (100 \times 20 \cos 30^\circ - 50 \times 10 \cos 60^\circ + 20 \times 50 \cos 45^\circ) = 776.4 [\text{W}]$$

가 된다.

222. ④

(풀이) $R = 5[\Omega]$,

$i = 5 + 14.14 \sin 100t + 7.07 \sin 200t$ 일 때

평균전력은 $P = I^2 R [\text{W}]$ 이므로

전류의 실효값

$$I = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_2^2} = \sqrt{5^2 + 10^2 + 5^2}$$

$$= \sqrt{150} [\text{A}]$$

$$\text{평균전력 } P = (\sqrt{150})^2 \times 5 = 750 [\text{W}]$$

223. ①

(풀이)

$$v = 100 \sin(\omega t + 30^\circ) - 50 \sin(3\omega t + 60^\circ) + 25 \sin 5\omega t [\text{V}]$$

$$i = 20 \sin(\omega t - 30^\circ) + 15 \sin(3\omega t + 30^\circ) + 10 \cos(5\omega t - 60^\circ) [\text{A}]$$

$$= 20 \sin(\omega t - 30^\circ) + 15 \sin(3\omega t + 30^\circ) + 10 \sin(5\omega t - 60^\circ + 90^\circ) [\text{A}]$$

라면 유효전력

$$P = V_1 I_1 \cos \theta_1 + V_3 I_3 \cos \theta_3 + V_5 I_5 \cos \theta_1$$

$$= \frac{1}{2} (100 \times 20 \cos 60^\circ - 50 \times 15 \cos 30^\circ + 25 \times 10 \cos 30^\circ) = 283.5 [\text{W}]$$

피상전력

$$P_a = VI = \sqrt{V_1^2 + V_3^2 + V_5^2} \cdot \sqrt{I_1^2 + I_3^2 + I_5^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{100}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{50}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{25}{\sqrt{2}}\right)^2} \cdot \sqrt{\left(\frac{20}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{15}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{10}{\sqrt{2}}\right)^2}$$

$$= 1542 [\text{VA}]$$

224. ①

(풀이)

유효전력

$$P = V_1 I_1 \cos \theta_1 + V_3 I_3 \cos \theta_3$$

$$= \frac{1}{2} (20 \times 30 \cos 0^\circ + 30 \times 20 \cos 0^\circ) = 600 [\text{W}]$$

피상전력

$$P_a = VI = \sqrt{V_1^2 + V_3^2} \cdot \sqrt{I_1^2 + I_3^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{20}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{30}{\sqrt{2}}\right)^2} \cdot \sqrt{\left(\frac{30}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{20}{\sqrt{2}}\right)^2}$$

$$= 650 [\text{VA}]$$

225. ④

(풀이) 상회전(상순)에 따른 고조파 차수

① $3n + 1$: 상회전이 기본파와 동일

$\Rightarrow 1, 4, 7, 10, \dots$ 고조파

② $3n - 1$: 상회전이 기본파와 반대

$\Rightarrow 2, 5, 8, 11, \dots$ 고조파

③ $3n$: 각 상이 동위상

$\Rightarrow 3, 6, 9, \dots$ 고조파

226. ③

227. ②

228. ③

(풀이) 구동점 임피던스 영점은 $Z(s) = 0$ 인

경우이므로 분자가 0인 s 이며 임피던스가

$0[\Omega]$ 이므로 회로를 단락한 상태이다.

229. ③

(풀이) 구동점 임피던스 극점은

$Z(s) = \infty$ 가 되는 경우이므로 분모가 0인

s 이며 임피던스가 $\infty[\Omega]$ 이므로 회로를

개방한 상태가 되어 전류는 흐르지 못한다.

230. ②

(풀이) 극점은 $Z(s) = \infty$ 인 값으로 분모가 0이 되는 값을 찾으면 된다.

$$\therefore s = -3, -4$$

231. ③

(풀이)

$$Z(s) = \frac{s \times \frac{1}{s}}{s + \frac{1}{s}} + \frac{s \times \frac{1}{s}}{s + \frac{1}{s}} = \frac{2s}{s^2 + 1} [\Omega]$$

232. ①

(풀이)

$$Z(s) = \frac{\frac{2}{s} \cdot (1 + 2s)}{\frac{2}{s} + 2s + 1} = \frac{2 \cdot (2s + 1)}{2s^2 + s + 2}$$

233. ①

(풀이)

$$\begin{aligned} Z(s) &= \frac{4s + 2}{s} = 4 + \frac{2}{s} \\ &= 4 + \frac{1}{\frac{1}{2}s} = R + \frac{1}{Cs} [\Omega] \end{aligned}$$

234. ①

(풀이)

$$\begin{aligned} Z(\lambda) &= \frac{4\lambda}{\lambda^2 + 9} = \frac{1}{\frac{\lambda}{4} + \frac{9}{4\lambda}} \\ &= \frac{1}{\frac{1}{4}\lambda + \frac{1}{\frac{4}{9}\lambda}} = \frac{1}{C\lambda + \frac{1}{L\lambda}} [\Omega] \end{aligned}$$

235. ④

(풀이) 직류 전원이므로

$$\begin{aligned} f &= 0, \quad \therefore s = j\omega = j2\pi f = 0 \\ Z &= \frac{s + 30}{s^2 + 2RLs + 1} \Big|_{s=0} = 30 [\Omega] [\Omega] \\ \therefore V &= Z \cdot I = 30 \times 30 = 900 [\text{V}] \end{aligned}$$

236. ①

(풀이) Z 가 주파수에 무관계하에 되려면 정저항 회로이므로

$$\therefore R^2 = Z_1 Z_2 = j\omega L \times \frac{1}{j\omega C} = \frac{L}{C}$$

237. ④

$$\begin{aligned} \text{(풀이)} \quad R^2 &= \frac{L}{C}, \quad R = \sqrt{\frac{L}{C}} \\ \text{이므로} \therefore R &= \sqrt{\frac{4 \times 10^{-3}}{0.1 \times 10^{-6}}} = 200 [\Omega] \end{aligned}$$

238. ④

(풀이) $R^2 = \frac{L}{C}$, $R = \sqrt{\frac{L}{C}}$ 이므로

$$C = \frac{L}{R^2} = \frac{100 \times 10^{-3}}{10^2} \times 10^6 = 10^3 [\mu\text{F}]$$

239. ④

(풀이) 정저항 회로의 조건

$R^2 = \frac{L}{C}$, $R = \sqrt{\frac{L}{C}}$ 이므로

$$L = CR^2 = 100 \times 10^{-6} \times 10^2 = 0.01 [\text{H}]$$

240. ②

(풀이) 정저항 회로가 되기 위해서는 합성 임피던스의 허수부가 0이 되면 되므로

$$\begin{aligned} Z &= \frac{10 \times j5}{10 + j5} - j \frac{1}{\omega C} \\ &= \frac{j50(10 - j5)}{(10 + j5)(10 - j5)} - j \frac{1}{\omega C} = 2 + j4 - j \frac{1}{\omega C} \\ \therefore \frac{1}{\omega C} &= 4 \text{가 된다.} \end{aligned}$$

241. ③

(풀이) 회로의 합성 임피던스를 Z 라 하여 $Z = R$ 이 되기 위한 식을 유도하면

$$\begin{aligned} Z &= \frac{(R + Z_1)(R + Z_2)}{(R + Z_1) + (R + Z_2)} = R \\ R^2 + Z_1 R + Z_2 R + Z_1 Z_2 &= 2R^2 + Z_1 R + Z_2 R \\ \therefore Z_1 Z_2 &= R^2 \end{aligned}$$

242. ③

243. ②

$$\text{(풀이)} \quad Z_{11} = \frac{V_1}{I_1} \Big|_{I_2=0} = \frac{(3 + 5)I_1}{I_1} = 8$$

별해] T형 회로에서 임피던스 파라미터 찾는 방법

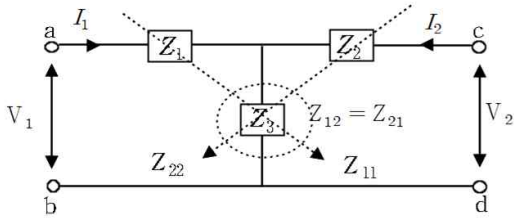
① $Z_{11} \Rightarrow$ 앞쪽 임피던스와 중앙 임피던스를 더한다. $\Rightarrow Z_{11} = Z_1 + Z_3$

② $Z_{22} \Rightarrow$ 뒤쪽 임피던스와 중앙 임피던스를 더한다. $\Rightarrow Z_{22} = Z_2 + Z_3$

③ $Z_{12} = Z_{21} \Rightarrow$ 중앙 임피던스를 취한다.

해설 및 답안

$\Rightarrow Z_{12} = Z_{21} = Z_3$



$Z_{11} = 3 + 5 = 8 [\Omega]$

244. ①

(풀이) 임피던스 파라미터

$Z_{11} = \frac{V_1}{I_1} \Big|_{I_2=0} = \frac{(5+3)I_1}{I_1} = 8$

$Z_{12} = \frac{V_1}{I_2} \Big|_{I_1=0} = \frac{3I_2}{I_2} = 3$

$Z_{21} = \frac{V_2}{I_1} \Big|_{I_2=0} = \frac{3I_1}{I_1} = 3$

$Z_{22} = \frac{V_2}{I_2} \Big|_{I_1=0} = \frac{3I_2}{I_2} = 3$

245. ④

(풀이) $Z_{22} = 4 + 3 = 7 [\Omega]$

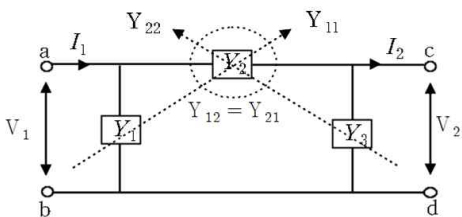
246. ③

(풀이) π 형 회로에서 어드미턴스 파라미터 찾는 방법

① $Y_{11} \Rightarrow$ 앞쪽 어드미턴스와 중앙 어드미턴스를 더한다. $\Rightarrow Y_{11} = Y_1 + Y_2$

② $Y_{22} \Rightarrow$ 뒤쪽 어드미턴스와 중앙 어드미턴스를 더한다. $\Rightarrow Y_{22} = Y_3 + Y_2$

③ $Y_{12} = Y_{21} \Rightarrow$ 중앙 어드미턴스를 취한다. $\Rightarrow Y_{12} = Y_{21} = Y_2$

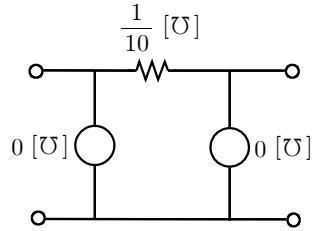


$\therefore Y_{22} = 6 + 3 = 9 [U]$

247. ③

248. ②

(풀이)



어드미턴스 파라미터 고치면 옆의 그림과 같으므로

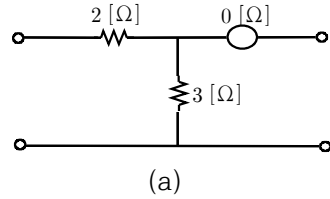
$Y_{11} = 0 + \frac{1}{10} = \frac{1}{10} [U]$,

$Y_{12} = Y_{21} = \frac{1}{10} [U]$

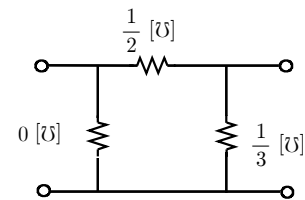
$Y_{22} = 0 + \frac{1}{10} = \frac{1}{10} [U]$

249. ③

(풀이)



(a)



(b)

그림 (a)에서 $Z_{21} = 3 [\Omega]$

그림 (b)에서 $Y_{21} = -\frac{1}{2} [U]$

250. ③

251. ②

252. ③

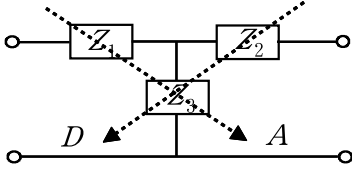
(풀이) $\begin{bmatrix} AB \\ CD \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & Z \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

253. ①

(풀이) $\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ Y & 1 \end{bmatrix}$

254. ④

(풀이) T 형 회로의 4단자 정수



$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + \frac{Z_1}{Z_3} & Z_1 + Z_2 + \frac{Z_1 Z_2}{Z_3} \\ \frac{1}{Z_3} & 1 + \frac{Z_2}{Z_3} \end{bmatrix}$$

255. ②

(풀이) $A = 1 + \frac{Z_3}{Z_2}, B = Z_1 + Z_3 + \frac{Z_1 Z_3}{Z_2}$

$C = \frac{1}{Z_2}, D = 1 + \frac{Z_3}{Z_2}$

256. ④

(풀이) $A = 1 + \frac{Z_1}{Z_3}, B = Z_1 + Z_2 + \frac{Z_1 Z_2}{Z_3}$

$C = \frac{1}{Z_3}, D = 1 + \frac{Z_2}{Z_3}$

257. ①

(풀이) $D = 1 + \frac{j\omega L}{1} = 1 - \omega^2 LC$

258. ④

(풀이) T 형 회로의 4단자정수

$C = \frac{1}{Z_2} = \frac{1}{\frac{1}{j\omega C}} = j\omega C$

259. ①

(풀이)

$A = D = 1 + \frac{300}{450} = \frac{5}{3},$

$C = \frac{1}{450}, B = 300 + 300 + \frac{300 \times 300}{450} = 800$

260. ③

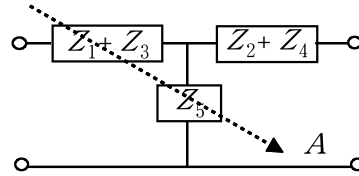
(풀이)

$A = 1 + \frac{Z_1}{Z_2}, C = \frac{1}{Z_2},$

$B = Z_1 + 0 + \frac{Z_1 \times 0}{Z_2} = Z_1, D = 1 + \frac{0}{Z_2} = 1$

261. ④

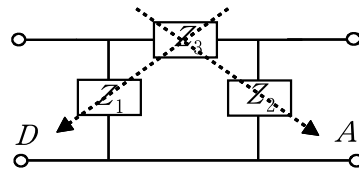
(풀이) T 형으로 등가변환하면 아래와 같으므로



$A = 1 + \frac{Z_1 + Z_3}{Z_5} = \frac{Z_1 + Z_3 + Z_5}{Z_5}$

262. ④

(풀이) π형회로의 4단자정수



$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + \frac{Z_3}{Z_2} & Z_3 \\ \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{Z_1 Z_2} & 1 + \frac{Z_3}{Z_1} \end{bmatrix}$$

263. ②

(풀이)
$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + \frac{Z_2}{Z_3} & Z_2 \\ \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{Z_1 Z_3} & 1 + \frac{Z_2}{Z_1} \end{bmatrix}$$

264. ②

(풀이)
$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + \frac{Z_2}{Z_3} & Z_2 \\ \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{Z_1 Z_3} & 1 + \frac{Z_2}{Z_1} \end{bmatrix}$$

265. ②

(풀이)
$$C = \frac{1}{\frac{1}{j\omega C}} = j\omega C$$

266. ①

(풀이) 권수비 $a = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n}{1} = n$ 이므로

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & 0 \\ 0 & \frac{1}{n} \end{bmatrix}$$

267. ③

(풀이)

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 10 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \frac{1}{10} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 & 1 \\ 0 & \frac{1}{10} \end{bmatrix}$$

268. ③

(풀이) 자이레이터에서 전력은 변압기에서와 같이 어떤 순간에서도 유출입하는 그 합은

0이 되며 $\frac{V_1}{I_2} = \frac{V_2}{I_1} = r$ 의 관계를

가지므로
$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & r \\ \frac{1}{r} & 0 \end{bmatrix}$$

269. ④

(풀이) 4단자 정수의 성질 $AD - BC = 1$ 이므로

$$C = \frac{AD-1}{B} = \frac{8(3+j2)-1}{j2} = 8 - j11.5$$

270. ①

(풀이)

1) 1차 영상 임피던스 $Z_{01} = \sqrt{\frac{AB}{CD}}$

2) 2차 영상 임피던스 $Z_{02} = \sqrt{\frac{BD}{AC}}$

271. ④

(풀이)

1차 영상임피던스 $Z_{01} = \sqrt{\frac{AB}{CD}} [\Omega]$,

2차 영상임피던스 $Z_{02} = \sqrt{\frac{DB}{CA}} [\Omega]$

이므로 $\frac{Z_{01}}{Z_{02}} = \frac{\sqrt{\frac{AB}{CD}}}{\sqrt{\frac{DB}{CA}}} = \frac{A}{D}$ 가 된다.

272. ②

(풀이) $Z_{01} \cdot Z_{02} = \frac{B}{C}$, $\frac{Z_{01}}{Z_{02}} = \frac{A}{D}$ 에서

$$Z_{01} = \frac{A}{D} \quad Z_{02} = \frac{\frac{15}{4}}{\frac{1}{5}} \times \frac{12}{5} = \frac{180}{20} = 9 [\Omega]$$

273. ①

(풀이) $Z_{01} \cdot Z_{02} = \frac{B}{C}$ 에서

$$Z_{02} = \frac{\frac{5}{3}}{\frac{20}{3} \times 1} = \frac{1}{4} [\Omega]$$

274. ④

(풀이) 4단자 정수 $A = 1 + \frac{4}{5} = \frac{9}{5}$,

$B = 4$, $C = \frac{1}{5}$, $D = 1$ 이므로

1차 영상 임피던스

$$Z_{01} = \sqrt{\frac{AB}{CD}} = \sqrt{\frac{\frac{9}{5} \times 4}{\frac{1}{5} \times 1}} = 6$$

2차 영상 임피던스

$$Z_{02} = \sqrt{\frac{BD}{AC}} = \sqrt{\frac{4 \times 1}{\frac{9}{5} \times \frac{1}{5}}} = \frac{10}{3}$$

275. ③

(풀이)

$$Z_{01} = Z_{02} \text{이므로}$$

$$Z_{01} = \sqrt{\frac{AB}{CD}}, Z_{02} = \sqrt{\frac{BC}{AC}} \text{에서 } A = D$$

276. ③

(풀이) 대칭 T 형에는 $A = D$ 이므로

$$Z_{01} = \sqrt{\frac{AB}{CD}} = \sqrt{\frac{B}{C}}$$

277. ①

(풀이) $Z_{01} = \sqrt{\frac{AB}{CD}}$ 에서 대칭 T형

$$\text{회로에서는 } A = D \text{이므로 } Z_{01} = \sqrt{\frac{B}{C}}$$

$$\text{이고 회로에서 } C = \frac{1}{450},$$

$$B = \frac{300 \times 450 + 300 \times 300 + 300 \times 450}{450} = 800$$

$$\therefore Z_{01} = \sqrt{\frac{800}{\frac{1}{450}}} = 600 [\Omega]$$

278. ③

(풀이) 4단자 회로에서 전달 정수

$$\begin{aligned} \theta &= \log_e (\sqrt{AD} + \sqrt{BC}) \\ &= \cosh^{-1} \sqrt{AD} = \sinh^{-1} \sqrt{BC} \end{aligned}$$

279. ④

(풀이) 4단자 정수를 구하면 회로가 대칭이므로

$$A = D = 1 + \frac{R_1}{R_3} = 1 + \frac{300}{450} = \frac{5}{3}$$

$$\begin{aligned} B &= R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_3} \\ &= 300 + 300 + \frac{300 \times 300}{450} = 800 \end{aligned}$$

$$C = \frac{1}{R_3} = \frac{1}{450}$$

$$\begin{aligned} \therefore \theta &= \log_e (\sqrt{AD} + \sqrt{BC}) \\ &= \left(\sqrt{\frac{5}{3} \times \frac{5}{3}} + \sqrt{\frac{800}{450}} \right) = \log_e 3 \end{aligned}$$

280. ③

(풀이) 영상파라미터와 4단자 정수와의 관계

$$\textcircled{1} A = \sqrt{\frac{Z_{01}}{Z_{02}}} \cosh \theta$$

$$\textcircled{2} B = \sqrt{Z_{01} Z_{02}} \sinh \theta$$

$$\textcircled{3} C = \frac{1}{\sqrt{Z_{01} Z_{02}}} \sinh \theta$$

$$\textcircled{4} D = \sqrt{\frac{Z_{02}}{Z_{01}}} \cosh \theta \text{이다.}$$

281. ③

(풀이)

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{\frac{Z_{02}}{Z_{01}}} \cosh \theta = \sqrt{\frac{2}{50}} \cosh 0^\circ \\ &= \frac{1}{5} = 0.2 \end{aligned}$$

282. ④

283. ②

(풀이)

$$\text{직렬임피던스 } Z = R + j\omega L [\Omega / \text{m}],$$

$$\text{병렬어드미턴스 } Y = G + j\omega C [\text{S} / \text{m}] \text{일 때}$$

$$\text{특성임피던스 } Z_0 = \sqrt{\frac{Z}{Y}} = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} [\Omega]$$

로 표시된다.

284. ③

(풀이) 특성 임피던스

$$Z_0 = \sqrt{\frac{Z}{Y}} = \sqrt{\frac{r + j\omega L}{g + j\omega C}} [\Omega]$$

285. ①

(풀이) 특성 임피던스

$$\begin{aligned} Z_0 &= \sqrt{\frac{Z}{Y}} = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} \\ &= \sqrt{\frac{0.2 + j377 \times 1.4 \times 10^{-3}}{j377 \times 0.0085 \times 10^{-6}}} \\ &= \sqrt{16.5 - j6.2} \times 10^2 [\Omega] \end{aligned}$$

286. ④

(풀이) 특성 임피던스

$$Z_0 = \sqrt{\frac{Z}{Y}} = \sqrt{\frac{R+j\omega L}{G+j\omega C}} \text{ 에서}$$

$R = G = 0$ 이 되면

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ 로 표시된다.}$$

287. ④

(풀이)

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{2 \times 10^{-6}}{6 \times 10^{-12}}} = 577 [\Omega]$$

288. ③

(풀이)

$$Z = R + j\omega L [\Omega/m],$$

$$Y = G + j\omega C [S/m]$$

일 때 선로의 전파 정수 γ 는

$$\gamma = \sqrt{ZY} = \sqrt{(R+j\omega L)(G+j\omega C)}$$

$$= \alpha + j\beta$$

단, α 감쇠정수, β 위상정수

289. ④

(풀이) 선로의 직렬 임피던스 Z 는

$$\gamma Z_0 = \sqrt{ZY} \sqrt{\frac{Z}{Y}} = Z$$

290. ②

(풀이) 무손실 선로 : 손실이 없는 선로

① 조건 $R = G = 0$

② 특성임피던스 $Z_0 = \sqrt{\frac{Z}{Y}} = \sqrt{\frac{L}{C}} [\Omega]$

③ 전파정수 $\gamma = \sqrt{Z \cdot Y} = j\omega \sqrt{LC}$
 (\therefore 감쇠정수 $\alpha = 0$, 위상정수 $\beta = \omega \sqrt{LC}$)

④ 전파속도

$$v = \frac{\omega}{\beta} = \frac{2\pi f}{\beta} = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \lambda f [m/sec]$$

291. ②

(풀이)

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{96 \times 10^{-3}}{0.6 \times 10^{-6}}} = 400 [\Omega]$$

292. ②

293. ③

(풀이) 무손실 선로에서 감쇠정수 $\alpha = 0$

294. ①

(풀이) 저항 R 과 컨덕턴스 G 가 동시에 0 인 경우 무손실 선로이므로

전파정수 $\gamma = j\omega \sqrt{LC}$ 이 된다.

295. ①

(풀이) 무손실 선로에서의 위상속도 전파속도

$$v = \frac{\omega}{\beta} = \frac{2\pi f}{\beta} = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \lambda f [m/sec]$$

296. ②

(풀이) 전파속도

$$v = \frac{\omega}{\beta} = \frac{2\pi f}{\beta} = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \lambda f [m/sec]$$

에서 파장은 $\lambda = \frac{2\pi}{\beta} [m]$

297. ②

(풀이) $\lambda = \frac{2\pi}{\beta} = \frac{2\pi}{\frac{\pi}{4}} = 8 [m]$

298. ①

(풀이) 전파속도

$$v = \frac{\omega}{\beta} = \frac{2\pi f}{\beta} = \frac{2\pi \times 1 \times 10^6}{\frac{\pi}{8}} = 1.6 \times 10^7 [m/sec]$$

299. ①

(풀이) 무왜형 선로 : 파형의 일그러짐이 없는 선로

① 조건 $LG = RC$

② 특성임피던스 $Z_0 = \sqrt{\frac{Z}{Y}} = \sqrt{\frac{L}{C}} [\Omega]$

③ 전파정수

$$r = \sqrt{Z \cdot Y} = \sqrt{RG} + j\omega \sqrt{LC}$$

(\therefore 감쇠정수 $\alpha = \sqrt{RG}$,

위상정수 $\beta = \omega \sqrt{LC}$)

④ 전파속도

$$v = \frac{\omega}{\beta} = \frac{2\pi f}{\beta} = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \lambda f [m/sec]$$

300. ④

(풀이) 무왜형 선로에서 특성임피던스

$$Z_o = \sqrt{\frac{L}{C}} [\Omega]$$

301. ③

(풀이) $\frac{R}{L} = \frac{G}{C}$ 인 조건은

무왜형 선로이므로 전파정수

$$\gamma = \sqrt{RG + j\omega\sqrt{LC}}$$

302. ③

(풀이) 무왜형선로가 되기 위한 조건은

$$LG = RC \text{ 이므로 컨덕턴스 } G = \frac{RC}{L}$$

이므로 주어진 수치를 대입하면

$$G = \frac{0.5 \times 6 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-6}} = 3 [\text{U/km}]$$

303. ③

(풀이) 무손실 선로에서 감쇠정수 $\alpha = 0$

304. ③

(풀이) $A = \cosh rl, B = Z_o \sinh rl,$

$$C = \frac{1}{Z_o} \sinh rl, D = \cosh rl$$

305. ③

(풀이)

$$\mathcal{L}[f(t)] = F(s) = \int_0^{\infty} f(t) e^{-st} dt$$

306. ①

(풀이) $f(t) = \delta(t)$

$$\Rightarrow F(s) = \mathcal{L}[\delta(t)] = 1$$

307. ④

(풀이)

$$f(t) = u(t) = 1 \Rightarrow F(s) = \mathcal{L}[u(t)] = \frac{1}{s}$$

308. ①

(풀이) $\rho(t) = tu(t) = t \times 1 = t$ 이므로

$$\rho(s) = \frac{1}{s^2}$$

309. ④

(풀이) $\mathcal{L}[at^n] = a \frac{n!}{s^{n+1}}$ 에서

$$F(s) = \mathcal{L}[3t^2] = 3 \frac{2!}{s^{2+1}} = \frac{6}{s^3}$$

310. ②

(풀이) $f(t) = \frac{E}{T} t u(t)$ 이므로

$$F(s) = \frac{E}{T} \cdot \frac{1}{s^2} = \frac{E}{Ts^2}$$

311. ②

(풀이)

$$\mathcal{L}[\sin wt] = \frac{w}{s^2 + w^2}, \mathcal{L}[\cos wt] = \frac{s}{s^2 + w^2}$$

312. ②

(풀이) $\mathcal{L}[\sinh wt] = \frac{w}{s^2 - w^2}$

$$\mathcal{L}[\cosh wt] = \frac{s}{s^2 - w^2}$$

313. ③

(풀이)

$$\mathcal{L}[\cos wt] = \frac{s}{s^2 + w^2}, \mathcal{L}[\sin at] = \frac{a}{s^2 + a^2}$$

314. ④

(풀이) 선형의 정리

$\mathcal{L}[af_1(t) \pm bf_2(t)] = aF_1(s) \pm bF_2(s)$ 에 의해서

$$F(s) = \mathcal{L}[f(t)] = \mathcal{L}[1 - e^{-at}]$$

$$= \frac{1}{s} - \frac{1}{s+a} = \frac{s+a-s}{s(s+a)} = \frac{a}{s(s+a)}$$

315. ③

(풀이) 선형의 정리

$\mathcal{L}[af_1(t) \pm bf_2(t)] = aF_1(s) \pm bF_2(s)$ 에 의해서

$$\mathcal{L}[\sin wt] = \frac{w}{s^2 + w^2}, \mathcal{L}[\cos wt] = \frac{s}{s^2 + w^2}$$

이므로

$$\begin{aligned}
 F(s) &= \mathcal{L}[f(t)] \\
 &= \mathcal{L}[\sin t] + \mathcal{L}[2\cos t] \\
 &= \frac{1}{s^2 + 1^2} + 2 \cdot \frac{s}{s^2 + 1^2} = \frac{2s + 1}{s^2 + 1}
 \end{aligned}$$

316. ④

(풀이) 삼각함수 가법정리에 의해서

$$\begin{aligned}
 f(t) &= \sin(\omega t + \theta) \\
 &= \sin \omega t \cos \theta + \cos \omega t \sin \theta \\
 \text{이므로} \\
 \mathcal{L}[f(t)] &= \mathcal{L}[\sin \omega t \cos \theta] + \mathcal{L}[\cos \omega t \sin \theta] \\
 &= \cos \theta \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} + \sin \theta \frac{s}{s^2 + \omega^2} \\
 &= \frac{\omega \cos \theta + s \sin \theta}{s^2 + \omega^2}
 \end{aligned}$$

참고] 삼각함수 가법정리

$$\begin{aligned}
 \sin(\alpha \pm \beta) &= \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta (\text{사코} \pm \text{코사}) \\
 \cos(\alpha \pm \beta) &= \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta (\text{코코} \mp \text{사사})
 \end{aligned}$$

317. ③

(풀이) 복소추이정리

$$\begin{aligned}
 \mathcal{L}[f(t)e^{\mp at}] &= F(s)|_{s=s \pm a \text{대입}} \text{ 이므로} \\
 \mathcal{L}[te^{-at}] &= \frac{1}{s^2} \Big|_{s=s+a \text{대입}} = \frac{1}{(s+a)^2}
 \end{aligned}$$

318. ④

(풀이) 복소추이정리

$$\begin{aligned}
 \mathcal{L}[f(t)e^{\mp at}] &= F(s)|_{s=s \pm a \text{대입}} \text{ 이므로} \\
 \mathcal{L}[t^2 e^{at}] &= \frac{2!}{s^2+1} \Big|_{s=s-a \text{대입}} = \frac{2}{(s-a)^3}
 \end{aligned}$$

319. ①

(풀이) 복소추이정리

$$\begin{aligned}
 \mathcal{L}[f(t)e^{\mp at}] &= F(s)|_{s=s \pm a \text{대입}} \text{ 이므로} \\
 \mathcal{L}[e^{-at} \cos \omega t] &= \frac{s}{s^2 + \omega^2} \Big|_{s=s+a \text{대입}} \\
 &= \frac{s+a}{(s+a)^2 + \omega^2}
 \end{aligned}$$

320. ①

(풀이) 복소추이정리

$$\mathcal{L}[f(t)e^{\mp at}] = F(s)|_{s=s \pm a \text{대입}} \text{ 이므로}$$

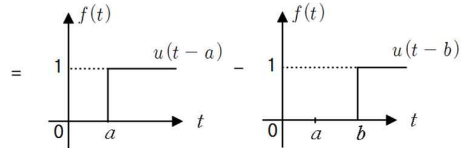
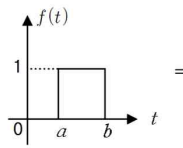
$$\begin{aligned}
 \mathcal{L}[e^{-at} \sin \omega t] &= \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \Big|_{s=s+a \text{대입}} \\
 &= \frac{\omega}{(s+a)^2 + \omega^2}
 \end{aligned}$$

321. ②

(풀이) 단위계단함수에서 시간이 a 만큼 지연된 파형이므로 $f(t) = u(t-a)$

322. ②

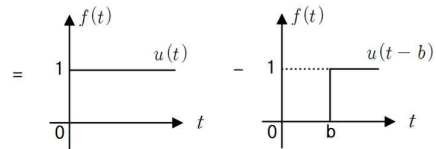
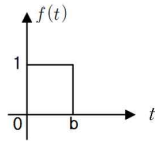
(풀이) 아래 그림을 의해서 시간함수 $f(t) = u(t-a) - u(t-b)$ 가 되므로



시간추이정리 $\mathcal{L}[f(t-a)] = F(s)e^{-as}$ 에 의해서 라플라스 변환하면 $F(s) = \frac{1}{s}e^{-as} - \frac{1}{s}e^{-bs} = \frac{1}{s}(e^{-as} - e^{-bs})$ 가 된다.

323. ③

(풀이) 아래 그림을 의해서 시간함수 $f(t) = u(t) - u(t-b)$ 가 되므로



시간추이정리 $\mathcal{L}[f(t-a)] = F(s)e^{-as}$ 에 의해서 라플라스 변환하면 $F(s) = \frac{1}{s} - \frac{1}{s}e^{-bs} = \frac{1}{s}(1 - e^{-bs})$ 가 된다.

324. ④

(풀이) 복소미분정리

$$\mathcal{L}[t^n f(t)] = (-1)^n \frac{d^n F(s)}{ds^n} \text{ 이므로}$$

$$F(s) = (-1) \frac{d}{ds} \{ \mathcal{L}(\sin \omega t) \}$$

$$= (-1) \frac{d}{ds} \frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$$

$$= \frac{2\omega s}{(s^2 + \omega^2)^2}$$

325. ②

(풀이) 최종값 정리 $\lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{S \rightarrow 0} sF(s)$

326. ①

(풀이) 최종값 정리

$$\lim_{t \rightarrow \infty} i(t) = \lim_{S \rightarrow 0} sI(s) \text{에 의해서}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} i(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sI(s)$$

$$= \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{2s + 5}{s(s + 1)(s + 2)} = \frac{5}{2} = 2.5$$

327. ④

(풀이) 최종값 정리 $\lim_{t \rightarrow \infty} i(t) = \lim_{S \rightarrow 0} sI(s)$ 에

의해서

$$\lim_{t \rightarrow \infty} c(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sC(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{5}{s^2 + s + 2} = \frac{5}{2}$$

328. ①

(풀이) 초기값 정리

$$\lim_{t \rightarrow 0} f(t) = \lim_{s \rightarrow \infty} s \cdot F(s) \text{에 의해서}$$

$$\lim_{t \rightarrow 0} i_1(t) = \lim_{s \rightarrow \infty} s \cdot I_1(s)$$

$$= \lim_{s \rightarrow \infty} s \cdot \frac{12s(s + 8)}{4s(s + 6)} = 3$$

$$\lim_{t \rightarrow 0} i_2(t) = \lim_{s \rightarrow \infty} s \cdot I_2(s)$$

$$= \lim_{s \rightarrow \infty} s \cdot \frac{12}{s(s + 6)} = 0$$

329. ②

(풀이)

$$f(t) = e^{-at} \leftrightarrow F(s) = \frac{1}{s+a} \text{ 이므로}$$

$$a = 3 \text{ 이므로 } f(t) = e^{-3t}$$

330. ②

$$(풀이) F(s) = \frac{1}{s(s+1)} = \frac{A}{s} + \frac{B}{s+1}$$

$$A = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot F(s) = \left[\frac{1}{s+1} \right]_{s=0} = 1$$

$$B = \lim_{s \rightarrow 0} (s+1)F(s) = \left[\frac{1}{s} \right]_{s=-1} = -1$$

$$F(s) = \frac{1}{s} - \frac{1}{s+1}$$

$$\therefore f(t) = 1 - e^{-t}$$

331. ③

(풀이)

$$F(s) = \frac{s+1}{s^2+2s} = \frac{s+1}{s(s+2)} = \frac{A}{s} + \frac{B}{s+2}$$

$$A = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot F(s) = \left[\frac{s+1}{s+2} \right]_{s=0} = \frac{1}{2}$$

$$B = \lim_{s \rightarrow 0} (s+2)F(s) = \left[\frac{s+1}{s} \right]_{s=-2} = \frac{1}{2}$$

$$F(s) = \frac{\frac{1}{2}}{s} + \frac{\frac{1}{2}}{s+2} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{s} + \frac{1}{s+2} \right)$$

$$\therefore f(t) = \frac{1}{2} (1 + e^{-2t})$$

332. ②

(풀이)

$$F(s) = \frac{5s+3}{s(s+1)} = \frac{A}{s} + \frac{B}{s+1}$$

$$A = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot F(s) = \left[\frac{5s+3}{s+1} \right]_{s=0} = 3$$

$$B = \lim_{s \rightarrow -1} (s+1)F(s) = \left[\frac{5s+3}{s} \right]_{s=-1} = 2$$

$$F(s) = \frac{3}{s} + \frac{2}{s+1} = 3 \frac{1}{s} + 2 \frac{1}{s+1}$$

$$\therefore f(t) = 3 + 2e^{-t}$$

333. ②

(풀이)

$$F(s) = \frac{2s+3}{s^2+3s+2} = \frac{2s+3}{(s+1)(s+2)}$$

$$= \frac{A}{s+1} + \frac{B}{s+2}$$

$$A = F(s)(s+1)|_{s=-1} = \frac{2s+3}{s+2} \Big|_{s=-1} = 1$$

$$B = F(s)(s+2)|_{s=-2} = \frac{2s+3}{s+1} \Big|_{s=-2} = 1$$

$$\therefore f(t) = e^{-t} + e^{-2t}$$

334. ①

(풀이) $F(s) = \frac{s+2}{(s+1)^2} = \frac{s+1+1}{(s+1)^2}$

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

$$\therefore f(t) = e^{-t} + te^{-t}$$

335. ③

(풀이)

$$F(s) = \frac{1}{s^2+2s+2} = \frac{1}{(s+1)^2+1}$$

$$\therefore f(t) = e^{-t} \sin t u(t)$$

336. ①

(풀이)

$$F(s) = \frac{2(s+1)}{s^2+s+5} = 2 \frac{s+1}{(s+1)^2+2^2}$$

이므로

$$\therefore f(t) = 2e^{-t} \cos 2t$$

337. ③

(풀이)

$$\mathcal{L}^{-1} \left[\frac{1}{s^2+2s+5} \right] = \mathcal{L}^{-1} \left[\frac{1}{(s+1)^2+2^2} \right]$$

$$= \frac{1}{2} e^{-t} \sin 2t$$

338. ④

(풀이) $\frac{dx(t)}{dt} + 3x(t) = 5$ 를 라플라스

변환하면 $sX(s) + 3X(s) = \frac{5}{s}$ 이므로

$$X(s) = \frac{5}{(s+3) \cdot s}$$

339. ④

(풀이) 비례 요소: K , 미분 요소: Ts , 적분

요소: $\frac{1}{Ts}$, 1차 지연 요소: $\frac{K}{Ts+1}$

340. ③

(풀이) 부동작시간요소의

전달함수 $G(s) = Ke^{-Ls} = \frac{K}{e^{Ls}}$

341. ②

(풀이) 입, 출력 전압방정식은

$$e_1(t) = Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt},$$

$$e_2(t) = Ri(t)$$

라플라스 변환시키면

$$E_1(s) = (R + Ls)I(s),$$

$$E_2(s) = RI(s) \text{ 이므로 전달함수는}$$

$$G(s) = \frac{E_2(s)}{E_1(s)} = \frac{RI(s)}{(R + Ls)I(s)}$$

$$= \frac{R}{R + Ls} = \frac{1}{\frac{L}{R}s + 1} \Big|_{T=\frac{L}{R}} = \frac{1}{Ts + 1}$$

별해]

$$G(s) = \frac{E_2(s)}{E_1(s)} = \frac{\text{출력 임피던스}}{\text{입력 임피던스}}$$

$$= \frac{R}{sL + R} = \frac{1}{s \cdot \frac{L}{R} + 1} = \frac{1}{Ts + 1}$$

342. ②

(풀이) 입, 출력 전압방정식은

$$v_i(t) = Ri(t) + \frac{1}{C} \int i(t) dt,$$

$$v_0(t) = \frac{1}{C} \int i(t) dt$$

라플라스 변환시키면

$$V_i(s) = \left(R + \frac{1}{Cs} \right) I(s) ,$$

$$V_0(s) = \frac{1}{Cs} I(s) \text{ 이므로 전달함수는}$$

$$G(s) = \frac{V_0(s)}{V_i(s)} = \frac{\frac{1}{Cs} I(s)}{\left(R + \frac{1}{Cs} \right) I(s)}$$

$$= \frac{1}{RCs + 1} \Big|_{T=RC} = \frac{1}{Ts + 1}$$

별해]

$$G(s) = \frac{V_0(s)}{V_i(s)} = \frac{\text{출력 임피던스}}{\text{입력 임피던스}}$$

$$= \frac{\frac{1}{Cs}}{R + \frac{1}{Cs}} = \frac{1}{RCs + 1} = \frac{1}{Ts + 1}$$

343. ①

(풀이)

$$G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{\text{출력 임피던스}}{\text{입력 임피던스}}$$

$$= \frac{\frac{1}{Cs}}{R + Ls + \frac{1}{Cs}} = \frac{1}{LCs^2 + RCs + 1}$$

344. ③

(풀이)

$$G(s) = \frac{V_2(s)}{V_1(s)}$$

$$= \frac{\text{출력 임피던스}}{\text{입력 임피던스}} \frac{R}{Ls + \frac{1}{Cs} + R}$$

$$= \frac{RCs}{LCS^2 + RCs + 1}$$

345. ②

(풀이)

입력전압 라플라스

$$E_i(s) = \left(R_1 + R_2 + \frac{1}{Cs} \right) I(s)$$

출력전압 라플라스

$$E_o(s) = \left(R_2 + \frac{1}{Cs} \right) I(s)$$

$$\therefore G(s) = \frac{E_o(s)}{E_i(s)}$$

$$= \frac{R_2 + \frac{1}{Cs}}{R_1 + R_2 + \frac{1}{Cs}} = \frac{R_2Cs + 1}{(R_1 + R_2)Cs + 1}$$

별해] 직렬연결시 전달함수

$$G(s) = \frac{\text{출력 임피던스}}{\text{입력 임피던스}}$$

$$= \frac{R_2 + \frac{1}{C_2s}}{R_1 + R_2 + \frac{1}{C_2s}} = \frac{R_2C_2s + 1}{(R_1 + R_2)C_2s + 1}$$

346. ③

(풀이)

$$G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{\text{출력 임피던스}}{\text{입력 임피던스}}$$

$$= \frac{R_2 + \frac{1}{Cs}}{R_1 + R_2 + \frac{1}{Cs}} = \frac{R_2Cs + 1}{(R_1 + R_2)Cs + 1}$$

$T_1 = R_2C, T_2 = (R_1 + R_2)C$ 이므로

$$G(s) = \frac{R_2Cs + 1}{(R_1 + R_2)Cs + 1} = \frac{T_1s + 1}{T_2s + 1}$$

347. ③

(풀이)

$$G(s) = \frac{V_2(s)}{V_1(s)} = \frac{\text{출력 임피던스}}{\text{입력 임피던스}}$$

$$= \frac{\frac{1}{sC}}{R + \frac{1}{sC}} = \frac{1}{sRC + 1}$$

$$G(j\omega) = \frac{1}{j\omega RC + 1} \text{ 에서}$$

$$\omega = 0 \text{ 이므로 } |G(j\omega)| = 1$$

348. ③

(풀이)

$$G(s) = \frac{V_2(s)}{V_1(s)} = \frac{\text{출력 임피던스}}{\text{입력 임피던스}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{C_2 s} + \frac{1}{C_2 s}} = \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

349. ②

(풀이) 병렬연결시 전달함수

$$G(s) = \frac{V_0(s)}{I(s)} = \frac{1}{\text{합성 어드미턴스}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{R} + Cs} = \frac{R}{1 + RCs}$$

350. ①

(풀이) 병렬연결시 전달함수

$$G(s) = \frac{E_0(s)}{I(s)} = \frac{1}{\text{합성 어드미턴스}}$$

$$= \frac{1}{C_1 s + C_2 s} = \frac{1}{s(C_1 + C_2)}$$

351. ①

(풀이) $e_i(t) = Ri(t) + \frac{1}{C} \int i(t) dt$,

$$e_o(t) = Ri(t) - \frac{1}{C} \int i(t) dt$$

초기값을 0으로 하고 라플라스 변환하면

$$E_i(s) = \frac{1}{Cs} I(s) + RI(s) = \left(R + \frac{1}{Cs}\right) I(s)$$

$$E_o(s) = RI(s) - \frac{1}{Cs} I(s) = \left(R - \frac{1}{Cs}\right) I(s)$$

$$\therefore G(s) = \frac{E_o(s)}{E_i(s)} = \frac{R - \frac{1}{Cs}}{R + \frac{1}{Cs}} = \frac{CRs - 1}{CRs + 1}$$

352. ④

(풀이) 전압에 대한 전류의 전달함수는

$$G(s) = \frac{I(s)}{V(s)} = Y(s) = \frac{1}{Z(s)}$$

$$= \frac{1}{R + Ls + \frac{1}{Cs}} = \frac{Cs}{LCs^2 + RCs + 1}$$

353. ①

(풀이) 출력전압방정식 $v_0(t) = \frac{1}{C} \int i(t) dt$

이므로

라플라스 변환하여 풀면 $V_0(s) = \frac{1}{Cs} I(s)$

이므로

전달함수 $\therefore G(s) = \frac{V_0(s)}{I(s)} = \frac{1}{Cs}$

354. ②

(풀이) 계의 전달함수는 그 계에 대한 임펄스 응답의 라플라스 변환과 같다.

$$\therefore L[\sin t] = \frac{1}{s^2 + 1}$$

355. ③

(풀이) 양변을 라플라스 변환하면

$$s^2 Y(s) + 3s Y(s) + 2Y(s) = sX(s) + X(s)$$

$$(s^2 + 3s + 2) Y(s) = (s + 1) X(s)$$

$$\therefore G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{s + 1}{s^2 + 3s + 2}$$

356. ①

(풀이) $\frac{V_0(s)}{V_i(s)} = \frac{1}{s^2 + 3s + 1}$ 에서

$$V_i(s) = s^2 V_o(s) + 3s V_o(s) + V_o(s)$$

$$v_i(t) = \frac{d^2}{dt^2} v_o(t) + 3 \frac{d}{dt} v_o(t) + v_o(t)$$

357. ②

(풀이) C의 위치

입력 측	출력 측
미분회로	적분회로
진상보상회로	지상보상회로
입력전압이 출력전압의 위상보다 뒤진다	입력전압이 출력전압의 위상보다 앞선다

358. ②

359. ②

(풀이) R-L직렬연결에서 스위치 인가시

$$i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{-\frac{R}{L}t}) \text{ [A]}$$

360. ②

(풀이) R-L직렬회로에서 스위치 on시 흐르는

전류 $i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{-\frac{R}{L}t})$ [A]이므로

$$i(t) = \frac{20}{4} \left(1 - e^{-\frac{4}{4} \times 1} \right) = 3.16 \text{ [A]}$$

361. ③

(풀이) R-L직렬연결에서
스위치 인가시 전류

$$i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{-\frac{R}{L}t}) = \frac{100}{50} \left(1 - e^{-\frac{50}{10}t} \right) \\ = 2(1 - e^{-5t}) \text{ [A]}$$

362. ①

(풀이) R-L 직렬 회로의 전류

$$i(t) = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right) \text{ 에서 } t = 0 \text{ 인 경우} \\ i(t) = 0 \text{ 이다.}$$

363. ③

(풀이) R-L직렬연결에서 정상전류 $i_s = \frac{E}{R}$ [A]

364. ②

(풀이) R-L직렬연결에서 정상전류

$$i_s = \frac{E}{R} = \frac{70}{10} = 7 \text{ [A]}$$

365. ④

(풀이) 정상값은 $t = \infty$ 에서의 값이므로

$$i(t) = 20 - 20e^{-200t} = 20 - \frac{20}{e^{200t}} \Big|_{t=\infty} \\ = 20 \text{ [A]}$$

366. ②

(풀이) R-L직렬연결에서 시정수 $\tau = \frac{L}{R}$ [sec]

367. ③

368. ②

(풀이) 시정수

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{10 \times 10^{-3}}{10} = 10^{-3} \text{ [sec]}$$

369. ③

(풀이) R-L직렬연결에서 특성근

$$p = -\frac{R}{L} = -\frac{10+10}{2} = -10$$

370. ③

(풀이) R-L직렬연결에서 스위치 열 때 전류

$$i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L}t} \text{ [A]}$$

371. ①

(풀이) 스위치 on시 전류

$$i = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right) \Big|_{t=\frac{L}{R}} = \frac{E}{R} (1 - e^{-1})$$

$$= 0.632 \frac{E}{R} [\text{A}]$$

372. ②

(풀이) R-L 직렬회로에서 스위치 on시 흐르는

전류 $i(t)$ 는 $i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{-\frac{R}{L}t})[\text{A}]$ 이므로

$$i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{-\frac{R}{L}t}) = \frac{100}{100}(1 - e^{-\frac{100}{1} \times 100})$$

$$= 0.632[\text{A}]$$

373. ③

(풀이) 스위치 개방시 전류

$$i = \frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L}t} \Big|_{t=\frac{L}{R}} = \frac{E}{R} e^{-1} = 0.368 \frac{E}{R} [\text{A}]$$

374. ③

(풀이) 정상전류의 63.2[%]에 도달하는 전류는 시정수에서의 전류이므로

$$R\text{-L 직렬연결시 시정수 } \tau = \frac{L}{R} [\text{sec}]$$

375. ②

(풀이) 시정수가 크면 과도현상이 오래도록 지속된다.

시정수가 작을수록 과도현상은 짧아진다.

376. ①

377. ③

(풀이) R에 걸리는 전압

$$v_R = Ri(t) = R \times \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$$

$$= E(1 - e^{-\frac{R}{L}t}) [\text{V}]$$

L에 걸리는 전압

$$v_L = L \frac{di}{dt} = L \frac{d}{dt} \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$$

$$= E e^{-\frac{R}{L}t} [\text{V}]$$

378. ④

(풀이) $V_L = L \cdot \frac{di}{dt} [\text{V}]$ 에서

$$60 = L \cdot 30$$

$$\therefore L = 2[\text{H}]$$

379. ④

(풀이) R_1, R_2 가 직렬연결이므로 합성저항 $R = R + R_2$ 이므로 R-L 직렬 회로와 같다.

$$\therefore \tau = \frac{L}{R} = \frac{L}{R_1 + R_2} [\text{sec}]$$

380. ①

(풀이) 코일의 인덕턴스 L 은

$$L = \frac{N\phi}{I} = \frac{1000 \times 3 \times 10^{-2}}{10} = 3[\text{H}]$$

$$\therefore \tau = \frac{L}{R} = \frac{3}{20} = 0.15[\text{s}]$$

381. ③

(풀이) R-C 직렬회로에서 스위치를 닫았을 때

흐르는 전류 $i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{1}{RC}t} [\text{A}]$

382. ④

(풀이) R-C 직렬회로에서 스위치를 닫았을 때 흐르는 전류

$$i(t) = \frac{E}{R} e^{\frac{1}{RC}t} = \frac{5}{5} e^{-\frac{1}{5 \times \frac{1}{5}}t} = e^{-t} [\text{A}]$$

383. ③

(풀이) $i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{1}{RC}t}$ 에서

$t = 0.1$ 이므로

$$i(t) = \frac{10}{1000} e^{-\frac{0.1}{1000 \times 50 \times 10^{-6}}} \times 10^3 = 10e^{-2}$$

$$\approx 1.35[\text{mA}]$$

384. ①

(풀이) R-C 직렬회로에서 스위치 on 시 흐르는 전류는

$$i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{1}{RC}t} \text{ 에서 } t = 0 \text{ 이므로}$$

$$i(0) = \frac{E}{R} = \frac{100}{1 \times 10^3} = 0.1 [\text{A}]$$

385. ①

(풀이) R-C 직렬회로에서의 시정수

$$\therefore \tau = RC [\text{s}]$$

386. ①

387. ①

388. ③

(풀이) L-C 직렬회로의 스위치 0n시 흐르는 전류는

$$i(t) = \frac{E}{\sqrt{\frac{L}{C}}} \sin \frac{1}{\sqrt{LC}} t [\text{A}] \text{ 이므로}$$

L 에 걸리는 전압

$$V_L = L \frac{di(t)}{dt} = E \cos \frac{1}{\sqrt{LC}} t [\text{V}]$$

C 에 걸리는 전압

$$V_C = \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt = E(1 - \cos \frac{1}{\sqrt{LC}} t) [\text{V}]$$

L 에 걸리는 최대전압은 $\cos \frac{1}{\sqrt{LC}} t = 1$ 일

때 이므로 $V_{Lmax} = E [\text{V}]$

C 에 걸리는 최대전압은

$$\cos \frac{1}{\sqrt{LC}} t = -1 \text{ 일 때 이므로}$$

$$V_{Cmax} = 2E [\text{V}]$$

389. ③

(풀이) L 및 C에 걸리는 최대전압

$$(1) V_{Lmax} = E [\text{V}] \quad (2) V_{Cmax} = 2E [\text{V}]$$

390. ①

(풀이) 코일에 축적에너지와 콘덴서에 축적되는 에너지는 같으므로

$$W_L = W_C, \quad \frac{1}{2} L I_o^2 = \frac{1}{2} C V^2$$

$$V = \sqrt{\frac{L I_o^2}{C}} = \sqrt{\frac{50 \times 10^{-3} \times 200^2}{20 \times 10^{-6}}} \times 10^{-3} \\ = 10 [\text{KV}]$$

391. ②

(풀이) R-L-C 직렬회로의 진동조건

$$1) \text{ 비진동 조건 : } R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$2) \text{ 진동 조건 : } R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$3) \text{ 임계 진동 조건 : } R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

392. ③

393. ②

394. ③

395. ②

(풀이) 진동 여부의 판별식에서

$$2\sqrt{\frac{L}{C}} = 2\sqrt{\frac{0.1 \times 10^{-3}}{0.1 \times 10^{-6}}} = 20\sqrt{10}$$

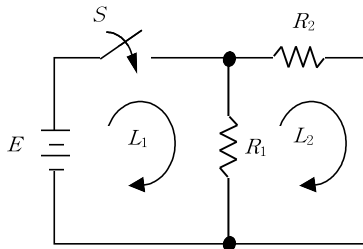
이므로 $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ 의 관계를 가지므로 비진동적이다.

396. ②

(풀이) 임계적 제동 $R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$

397. ①

(풀이) $i_1(0)$, $i_2(0)$ 는 초기값이므로 L 및 C 의 성질에서 L 은 초개말달, C 은 초단말개이므로 등가회로를 그리면 다음과 같다.



$$i_1(0) = \frac{E}{R}, i_2(0) = 0$$

전기설비기술기준 및 판단기준 답안

1. ②
2. ③
3. ④
4. ④
5. ①
6. ④
7. ③
8. ②
9. ②
10. ④
11. ③
12. ④
13. ④
14. ②
15. ③
16. ②
17. ③
18. ①
19. ④
20. ②
21. ③
22. ④
23. ④
24. ④
25. ②
26. ②
27. ②
28. ①
29. ②
30. ④
31. ①
32. ②
33. ④
34. ①
35. ①
36. ①
37. ②
38. ③
39. ④
40. ①
41. ③
42. ④
43. ③
44. ①
45. ②
46. ④
47. ②
48. ③
49. ②
50. ②
51. ①
52. ①
53. ①
54. ②
55. ②
56. ③
57. ④
58. ③
59. ④
60. ①
61. ③
62. ①
63. ①
64. ③
65. ②
66. ①
67. ④
68. ③
69. ④
70. ②
71. ②
72. ②
73. ②
74. ③
75. ③
76. ①
77. ②
78. ①
79. ③
80. ③
81. ③
82. ③
83. ④

해설 및 답안

- | | |
|--------|--------|
| 84. ③ | 128. ② |
| 85. ② | 129. ① |
| 86. ① | 130. ③ |
| 87. ④ | 131. ① |
| 88. ② | 132. ③ |
| 89. ① | 133. ② |
| 90. ① | 134. ① |
| 91. ② | 135. ① |
| 92. ② | 136. ② |
| 93. ② | 137. ① |
| 94. ① | 138. ② |
| 95. ① | 139. ③ |
| 96. ② | 140. ① |
| 97. ② | 141. ④ |
| 98. ④ | 142. ② |
| 99. ③ | 143. ① |
| 100. ④ | 144. ③ |
| 101. ① | 145. ① |
| 102. ④ | 146. ② |
| 103. ③ | 147. ④ |
| 104. ③ | 148. ① |
| 105. ① | 149. ③ |
| 106. ③ | 150. ① |
| 107. ② | 151. ① |
| 108. ① | 152. ① |
| 109. ② | 153. ③ |
| 110. ② | 154. ④ |
| 111. ③ | 155. ① |
| 112. ② | 156. ② |
| 113. ① | 157. ③ |
| 114. ③ | 158. ② |
| 115. ② | 159. ④ |
| 116. ② | 160. ④ |
| 117. ④ | 161. ② |
| 118. ④ | 162. ④ |
| 119. ② | 163. ① |
| 120. ④ | 164. ④ |
| 121. ④ | 165. ③ |
| 122. ④ | 166. ① |
| 123. ④ | 167. ③ |
| 124. ② | 168. ② |
| 125. ① | 169. ② |
| 126. ④ | 170. ④ |
| 127. ③ | 171. ② |

- | | |
|--------|--------|
| 172. ② | 216. ② |
| 173. ③ | 217. ② |
| 174. ③ | 218. ④ |
| 175. ④ | 219. ③ |
| 176. ④ | 220. ③ |
| 177. ② | 221. ① |
| 178. ④ | 222. ② |
| 179. ④ | 223. ① |
| 180. ③ | 224. ② |
| 181. ② | 225. ④ |
| 182. ① | 226. ① |
| 183. ① | 227. ① |
| 184. ③ | 228. ④ |
| 185. ③ | 229. ③ |
| 186. ③ | 230. ④ |
| 187. ③ | 231. ② |
| 188. ④ | 232. ① |
| 189. ② | 233. ② |
| 190. ② | 234. ③ |
| 191. ② | 235. ④ |
| 192. ② | 236. ④ |
| 193. ③ | 237. ② |
| 194. ④ | 238. ① |
| 195. ③ | 239. ③ |
| 196. ③ | 240. ④ |
| 197. ① | 241. ① |
| 198. ④ | 242. ③ |
| 199. ② | 243. ② |
| 200. ③ | 244. ② |
| 201. ② | 245. ① |
| 202. ④ | 246. ③ |
| 203. ① | 247. ③ |
| 204. ① | 248. ① |
| 205. ④ | 249. ③ |
| 206. ① | 250. ② |
| 207. ② | 251. ② |
| 208. ④ | 252. ④ |
| 209. ② | 253. ③ |
| 210. ③ | 254. ① |
| 211. ④ | 255. ④ |
| 212. ② | 256. ④ |
| 213. ③ | 257. ④ |
| 214. ③ | 258. ④ |
| 215. ④ | 259. ④ |

해설 및 답안

- | | |
|--------|--------|
| 260. ② | 304. ① |
| 261. ① | 305. ② |
| 262. ② | 306. ③ |
| 263. ③ | 307. ③ |
| 264. ③ | 308. ③ |
| 265. ② | 309. ② |
| 266. ① | 310. ② |
| 267. ① | 311. ③ |
| 268. ④ | 312. ③ |
| 269. ④ | 313. ③ |
| 270. ④ | 314. ③ |
| 271. ③ | 315. ① |
| 272. ① | 316. ① |
| 273. ② | 317. ④ |
| 274. ③ | 318. ③ |
| 275. ④ | 319. ③ |
| 276. ② | 320. ④ |
| 277. ① | 321. ② |
| 278. ① | 322. ④ |
| 279. ② | 323. ④ |
| 280. ④ | 324. ④ |
| 281. ① | 325. ③ |
| 282. ③ | 326. ① |
| 283. ① | 327. ④ |
| 284. ③ | 328. ④ |
| 285. ① | 329. ① |
| 286. ② | 330. ② |
| 287. ③ | 331. ③ |
| 288. ① | 332. ② |
| 289. ④ | 333. ① |
| 290. ③ | 334. ③ |
| 291. ③ | 335. ③ |
| 292. ③ | 336. ① |
| 293. ③ | 337. ② |
| 294. ② | 338. ② |
| 295. ② | 339. ① |
| 296. ④ | 340. ④ |
| 297. ① | 341. ② |
| 298. ④ | 342. ② |
| 299. ③ | 343. ④ |
| 300. ① | 344. ④ |
| 301. ④ | 345. ③ |
| 302. ③ | 346. ① |
| 303. ④ | 347. ③ |

- 348. ②
- 349. ③
- 350. ②
- 351. ④
- 352. ④
- 353. ④
- 354. ③
- 355. ④
- 356. ①
- 357. ②
- 358. ④
- 359. ③
- 360. ②
- 361. ③
- 362. ②
- 363. ④
- 364. ①
- 365. ②
- 366. ①
- 367. ④
- 368. ④
- 369. ④
- 370. ①
- 371. ③
- 372. ③
- 373. ②
- 374. ④
- 375. ②
- 376. ①
- 377. ③
- 378. ④
- 379. ③
- 380. ①
- 381. ②
- 382. ②
- 383. ①

추가문제

- 1. ④
- 2. ②
- 3. ④
- 4. ③
- 5. ②
- 6. ③

- 7. ①
- 8. ①
- 9. ②
- 10. ③
- 11. ②
- 12. ④
- 13. ②
- 14. ①
- 15. ③
- 16. ②
- 17. ③
- 18. ①
- 19. ③
- 20. ④
- 21. ④
- 22. ①
- 23. ③
- 24. ③
- 25. ②
- 26. ②
- 27. ④
- 28. ①
- 29. ④
- 30. ①
- 31. ④
- 32. ②
- 33. ④
- 34. ②
- 35. ④
- 36. ③
- 37. ①
- 38. ④
- 39. ②
- 40. ②
- 41. ②
- 42. ③
- 43. ③
- 44. ②
- 45. ②
- 46. ②
- 47. ④
- 48. ③
- 49. ③
- 50. ④

해설 및 답안

- 51. ④
- 52. ②
- 53. ①
- 54. ③
- 55. ③
- 56. ③
- 57. ③

전기기기 답안

제1장 유도기

1. ①

※ 풀이

회전자에 의하여 생기 회전자계의 회전속도

$$N_r \text{은 } N_r = \frac{120 f_{2s}}{p} = \frac{120 f_2}{p}, \quad s = s N_s, \text{ 고정자에}$$

대한 회전자의 속도 N 은 $N = (1-s)N_s,$

그러므로 고정자에 대한 회전자계의 속도

$$N' \text{는 } N' = N_r + N = s N_s + (1-s)N_s = N_s$$

2. ①

※ 풀이

셀신이라는 말은 self synchronous를 약한 것으로서 자기 동기 장치(self synchronizer), 동기 연계 장치(synchro tie apparatus), 자기 동기 장치(auto selsyn)라고도 한 ③회전자는 동일 단상 전원에 접속하고, 고정자는 전력 셀신의 회전자와 같이 접속한다.

3. ①

※ 풀이

3상 유도전동기의 경우 임의의 2선의 접속을 반대로 바꾸면 회전 자계의 방향이 반대로 되어 회전자 회전방향이 반대로 운전한 ③이런한 특성을 이용하여 승강기(엘리베이터) 등의 왕복운동을 하는 부하에 사용한다.

4. ③

5. ②

※ 풀이

$f=50, s=0.2, N=600$ 에서 동기기나

유도기에서 극수나 주파수는 동기속도 식을

사용한다. $N_s = \frac{120f}{p}$ 에서 동기속도가

없으므로 슬립과 회전자속도가 들어있는 다음 식을 이용하여 푼다.

$$\therefore N = (1-s)N_s = (1-s) \frac{120f}{p}$$

$$\therefore p = (1-s) \frac{120f}{N} = (1-0.2) \times \frac{120 \times 50}{600} = 8[\text{극}]$$

6. ③

※ 풀이

유도기에서 회전수 물어보는 경우는 항상

$$N = (1-s)N_s = (1-s) \frac{120f}{p}$$

$$p = 2, f = 60, P_0 = 500[\text{kW}], s = 0.025$$

$$N = (1-s) \frac{120f}{p} = (1-0.025) \times \frac{120 \times 60}{8} = 877.5[\text{rpm}]$$

$$n = \frac{N}{60} = \frac{877.5}{60} = 14.625[\text{rps}]$$

7. ②

※ 풀이

유도전동기 회전자속도는 $N = (1-s)N_s$ 로

구하며 슬립과 동기속도가 없으므로 먼저

구한다. 회전시 주파수가 주어지면

$f_{2s} = sf$ 를 이용한다.

$$f_{2s} = sf \text{에서 } s = \frac{f_{2s}}{f} = \frac{3}{60} = 0.05$$

$$N_s = \frac{120f}{p} = \frac{120 \times 60}{4} = 1800[\text{rpm}]$$

$$N = (1-s)N_s = (1-0.05) \times 1800 = 1710[\text{rpm}]$$

8. ④

※ 풀이

유도기 동작특성에서 슬립의 영역

① 유도 전동기 : $0 < s < 1$

② 유도 발전기 : $s < 0$

③ 유도 제동기 : $1 < s < 2$

$s = 0$: 동기속도와 회전자속도가 같은 경우

$s = 1$: 정지 또는 기동하는 경우

9. ①

※ 풀이

$V = 200, s = 6\% = 0.06, V' = 0.9, V = 180$ 에서

바뀐 슬립을 물어본 비례식 문제이다.

$$\therefore s \propto \frac{1}{V^2} \text{이므로}$$

$$\therefore \frac{1}{V^2} : s = \frac{1}{V'^2} : s' \Leftrightarrow \frac{1}{200^2} : 0.06 = \frac{1}{180^2} : s'$$

$$\therefore s' = 0.06 \times \left(\frac{200}{180} \right)^2 = 0.074$$

10. ②

※ 풀이

해설 및 답안

$f = f_2 = 60$, $p = 6$, $V = 200$, $P_0 = 10$ [kW],
 $N = 960$ 에서 유도기의 회전시(운전시)
 주파수는 $f_{2s} = s \cdot f_2$ 로 구한다. 주어진 값이 없는
 슬립은 회전자속도 N 이 주어진 경우

$s = \frac{N_s - N}{N_s}$ 로 구하고 동기속도는 항상

$N_s = \frac{120f}{p}$ [rpm]로 구한다.

$$\therefore N_s = \frac{120f}{p} = \frac{120 \times 60}{6} = 1200 \text{ [rpm]},$$

$$s = \frac{N_s - N}{N_s} = \frac{1200 - 960}{1200} = 0.2$$

$$\therefore f_{2s} = s \cdot f_2 = 0.2 \times 60 = 12 \text{ [Hz]}$$

11. ②

$V = 200$, $f = f_2 = 60$, $p = 6$, $P_0 = 10$ [kW],
 $N = 1152$ 에서 회전시 2차주파수는
 $f_{2s} = s f_2$ 로 구하며 이때 슬립 s 가 없으므로
 먼저 구하여야 한다. 이때 슬립 s 는
 회전자속도 N 이 주어진 경우 항상

$s = \frac{N_s - N}{N_s}$ 로 구한다.

※ 풀이

동기속도

$$N_s = \frac{120f}{p} = \frac{120 \times 60}{6} = 1200 \text{ [rpm]}$$

$$\text{슬립 } s = \frac{N_s - N}{N_s} = \frac{1200 - 1152}{1200} = 0.04$$

$$\therefore f_{2s} = s f_2 = 0.04 \times 60 = 2.4 \text{ [Hz]}$$

12. ③

$p = 10$, $E_2 = 150$, $N = 400$, $f = 50$ 에서 회전시
 2차전압은 $E_{s2} = sE_2$ 에서 슬립이 없으므로
 슬립부터 구하며 회전자 속도가 주어진

경우에 슬립은 $s = \frac{N_s - N}{N_s}$ 로 구한다. 이때

항상 동기속도를 먼저 구하여야 한다. 본
 문제에서는 슬립을 구할 때 회전자계방향과
 회전자 회전 방향이 반대이므로 다음과 같이
 슬립을 구한다.

※ 풀이

$$\text{동기속도 } N_s = \frac{120f}{p} = \frac{120 \times 50}{10} = 600 \text{ [rpm]}$$

$$\text{슬립 } s = \frac{N_s - N}{N_s} = \frac{600 + 400}{600} = \frac{1000}{600} = \frac{5}{3}$$

$$\therefore \text{회전시 2차전압 } E_{s2} = sE_2 = \frac{5}{3} \times 150 = 250 \text{ [V]}$$

13. ④

※ 풀이

$$R = r'_2 \left(\frac{1}{s} - 1 \right) = r'_2 \left(\frac{1-s}{s} \right) = \alpha^2 \beta r_2 \left(\frac{1-s}{s} \right)$$

14. ③

$p = 4$, $P_0 = 7.5$ [kW], $V = 200$, $f = 60$, $P_2 = 7950$,
 $P_m = 130$ 에서 2차효율

$$\eta_2 = \frac{P}{P_2} = \frac{N}{N_s} = \frac{\omega}{\omega_0} = 1 - s \text{에서 2차입력이}$$

있으므로 $\eta_2 = \frac{P}{P_2}$ 를 이용한다.

※ 풀이

전기적인 출력 $P = P_0 + P_m$ 이므로

$$\therefore \eta_2 = \frac{P_0 + P_m}{P_2} \times 100 = \frac{7500 + 130}{7950} \times 100 = 95.97 \text{ [%]}$$

15. ③

유도전동기 2차 효율

$$\eta = \frac{P}{P_2} = \frac{N}{N_s} = \frac{\omega}{\omega_0} = 1 - s \text{에서 회전자 속도가}$$

주어져 있으므로 $\eta = \frac{N}{N_s}$ 를 이용한다.

※ 풀이

$$\text{동기속도 } N_s = \frac{120f}{p} = \frac{120 \times 60}{4} = 1800 \text{ [rpm]}$$

$$\therefore \eta = \frac{N}{N_s} \times 100 = \frac{1728}{1800} \times 100 = 96 \text{ [%]}$$

16. ②

$V = 3000$, $f = 60$, $p = 8$, $P_0 = 100$ [kW],

$P_{2c} = 3$ [kW], $P_m = 2$ [kW]에서

유도기에서 회전자 속도 계산은 $N = (1 - s)N_s$

이다. 동기속도는 $N_s = \frac{120f}{p}$, 슬립은 문제에

2차동손이 주어질 경우 $P_{2c} = sP_2$ 를 사용하며

2차 입력 $P_2 = P_{2c} + P_0 + P_m$ 을 이용하여

구한다.

※ 풀이

$$\therefore N_s = \frac{120f}{p} = \frac{120 \times 60}{8} = 900 \text{ [rpm]}$$

$$\therefore P_2 = P_{2c} + P_0 + P_m = 3 + 100 + 2 = 105 \text{ [kW]}$$

$$\therefore P_{2c} = sP_2 \text{에서 } s = \frac{P_{2c}}{P_2} = \frac{3}{105} = \frac{1}{35}$$

$$\therefore N = (1-s)N_s = \left(1 - \frac{1}{35}\right) \times 900 = 874[\text{rpm}]$$

17. ④

※ 풀이

$P_0=15[\text{kW}]$, $P_m=350$, $s=0.03$ 에서 2차동손이 나오면 항상 공식은 $P_{2c} = sP_2$ 를 활용한다.

2차 입력 P_2 를 구하기 위해

$$\text{전기출력 } P = (1-s)P_2 \text{에서 } P_2 = \frac{P}{1-s} \text{ 여기서}$$

$$P = P_0 + P_m = 15000 + 350 = 15350[\text{W}]$$

$$\therefore P_2 = \frac{P}{1-s} = \frac{15350}{1-0.03} = 15824.7[\text{W}]$$

$$\therefore P_{2c} = sP_2 = 0.03 \times 15824.7 = 474.74[\text{W}]$$

18. ②

$$f=50, p=12,$$

$$P_0 = 10[\text{HP}] = 10 \times 746 = 7460[\text{W}], P_{2c}=350,$$

$$P_2 = P_0 + P_{2c} \text{에서 유도 전동기 회전자 속도는}$$

항상 $N = (1-s)N_s$ 으로 구한다. 동기 속도와

슬립이 없으므로 먼저 구하며 슬립은

2차동손이 있을 경우 $P_{2c} = sP_2$ 로 구한다.

※ 풀이

$$N_s = \frac{120f}{p} = \frac{120 \times 50}{12} = 500[\text{rpm}]$$

$$P_{2c} = sP_2 \text{에서}$$

$$s = \frac{P_{2c}}{P_2} = \frac{P_{2c}}{P_0 + P_{2c}} = \frac{350}{7460 + 350} = 0.0448$$

$$\therefore N = (1-s)N_s = (1-0.0448) \times 500 = 477.6[\text{rpm}]$$

19. ①

※ 풀이

$$P_{2c} = sP_s$$

$$N = (1-s)N_s \text{에서 } (1-s) = \frac{N}{N_s}$$

$$P_0 = P_2 - P_{2c} = P_2 - sP_2 = (1-s)P_2$$

$$= P_2 \left[1 - \left(\frac{N_s - N}{N_s} \right) \right] = P_2 \cdot \frac{N}{N_s}$$

중요개념 : P_0 (기계적 출력), P_2 (2차입력),

P_{2c} (2차동손)에서 출력=입력-손실 \rightarrow

$$P_0 = P_2 - P_{2c}$$

20. ①

※ 풀이

2차출력 $P = (1-s)P_2$ 를 이용하여

$$\therefore \eta_2 = \frac{P}{P_2} = \frac{(1-s)P_2}{P_2} = 1-s = \frac{N}{N_s}$$

21. ④

※ 풀이

슬립은 손실의 크기를 나타 내므로

2차동손(손실)은 입력에서 손실의 양만큼 존재한다.

$$\therefore P_{2c} = sP_2$$

22. ①

$P_2=10[\text{kW}]$, $s=4[\%]=0.04$ 에서 문제상에

'2차동손'이란 단어가 주어지면

$P_{2c} = sP_2$, $P = (1-s)P_2$ 가 쓰인다.

※ 풀이

$$2\text{차동손 } P_{2c} = sP_2 = 0.04 \times 10 = 0.4[\text{kW}]$$

23. ②

$s=5[\%]=0.05$, $I_2'=10$, $r_2'=0.1$, 등가부하저항을

R이라할 때

※ 풀이

3상 회전자 출력

$$\begin{aligned} \therefore P &= 3I_2'^2 R = 3I_2'^2 \times r_2' \left(\frac{1-s}{s} \right) \\ &= 3 \times 10^2 \times 0.1 \times \left(\frac{1-0.05}{0.05} \right) = 570[\text{W}] \end{aligned}$$

24. ①

※ 풀이

슬립 s, 토크 T를 발생하며 회전하는 유도

전동기가 같은 토크 T를 발생하며 동기

속도로 회전하는 것으로 가정하는 때의 출력

P_2 를 말한다. 2차 입력(동기 와트) P_2 , 회전

각속도 ω , 동기 각속도 ω_s 라 하면

$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{P_2(1-s)}{\omega_s(1-s)} = \frac{P_2}{\omega_s}$$

$$\therefore P_2 = \omega_s T [\text{동기와트}]$$

25. ④

유도전동기의 토크는 $T = 0.975 \frac{P}{N}$ 을 사용한다.

문제에서 회전자출력(기계적출력)이

주어졌으므로 회전자 속도를 먼저 구한다.

※ 풀이

동기속도 $N_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1800[\text{rpm}]$

회전자속도

$N = (1-s)N_s = (1-0.04) \times 1800 = 1728[\text{rpm}]$

$\therefore T = 0.975 \frac{P}{N} = 0.975 \times \frac{20 \times 746}{1728} = 8.418[\text{kg} \cdot \text{m}]$

26. ③

$p=8, f=60, N=864, T=54.134$ 에서

동기와트(P_2)를 물어봤지만 토크가 주어져

있으므로 토크계산이며 유도전동기에서

토크계산은 $T = 0.975 \frac{P_2}{N_s}$ 를 쓰며

동기속도(N_s)가 없으므로 먼저 구하고 토크식

단위와 주어진 토크의 단위가 다르므로

단위를 바꿔주어야 한다.

$[\text{N} \cdot \text{m}] \div 9.8 = [\text{kg} \cdot \text{m}]$

※ 풀이

$T = 0.975 \frac{P_2}{N_s} [\text{kg} \cdot \text{m}]$ 에서

$P_2 = \frac{T N_s}{0.975} = \frac{494 \times 900}{0.975 \times 9.8} = 46530.61[\text{W}]$

27. ③

$f=60, p=8, N=873, T=67$ 에서

기계적출력(P_0)를 물어봤지만 토크가 주어져

있으므로 토크계산이며 유도전동기에서

토크계산은 $T = 0.975 \frac{P_0}{N}$ 를 쓴다.

※ 풀이

$T = 0.975 \frac{P_0}{N} [\text{kg} \cdot \text{m}]$ 에서

$P_0 = \frac{T N}{0.975} = \frac{67 \times 873}{0.975} \approx 60[\text{kW}]$

28. ②

$V=220, s=4, 10[\%]$ 감소한 전압이란 $90[\%]$ 남아 있는 것이므로

$V' = 0.9V = 0.9 \times 220 = 198[\text{V}]$ 이다. 슬립과

전압의 관계는 $s \propto \frac{1}{V^2}$ 이므로

※ 풀이

$\therefore s : \frac{1}{V^2} = s' : \frac{1}{V'^2}$,

$s' = \frac{s}{V^2} \times V'^2 = \frac{4}{198^2} \times 220^2 = 4.93[\%]$

29. ②

처음 토크와 전압을 T, V 로 볼때 바뀐전압이

$V' = 0.8V$ 일때의 바뀐 토크 T' 를 물어본

비례식 문제이다.

※ 풀이

토크와 전압의 관계는 $T \propto V^2$ 이므로

$T : V^2 = T' : V'^2 \Rightarrow T : V^2 = T' : (0.8V)^2$

$\therefore T' = \frac{0.64V^2 T}{V^2} = 0.64T$ 이므로

바뀐 토크는 처음 토크의 $64[\%]$ 크기로

감소했다.

30. ②

$f=60, p=6, P_0=10[\text{kW}], s=0.05, P_{2c}=500$

유도전동기에서 토크는 $T = 0.975 \frac{P}{N}$ 식으로

구하나 항상 회전수와 출력이

고정자(1차측)값을 넣을지 회전자(2차측)값을

넣어야 하는지 확인을 해야 한다. 풀이 과정은

2가지 이다.

※ 풀이①

고정자 기준으로 할 경우 동기속도와 동기과

트를 사용할 때

$N_s = \frac{120f}{p} = \frac{120 \times 60}{6} = 1200[\text{rpm}]$

$P_2 = P + P_{2c} = P_0 + P_{2c} = 10 \times 10^3 + 500 = 10500[\text{W}]$

$\therefore T = 0.975 \frac{P_0}{N_s} = 0.975 \times \frac{10500}{1200} = 8.53[\text{kg} \cdot \text{m}]$

※ 풀이②

회전자 기준으로 할 경우 회전자 속도와 기계

적 출력 사용할 때

$N = (1-s)N_s = (1-0.05) \times 1200 = 1140[\text{rpm}]$

$\therefore T = 0.975 \frac{P_0}{N_s} = 0.975 \times \frac{10 \times 10^3}{1140} = 8.55[\text{kg} \cdot \text{m}]$

31. ④

※ 풀이

슬립 s , 토크 T 를 발생하며 회전하는 유도

전동기가 같은 토크 T 를 발생하며 동기

속도로 회전하는 것으로 가정하는 때의

출력(1차출력=2차입력) P_2 를 말한다. 2차

입력(동기와트) P_2 , 회전 각속도 ω , 동기

각속도 ω_s 라 하면

$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{P_2(1-s)}{\omega_s(1-s)} = \frac{P_2}{\omega_s}$$

$$\therefore P_2 = \omega_s T [\text{동기وات트}]$$

32. ③

$p=4, f=60, s=5, P_{2c}=94.25$, 유도기에서 토크를 물어볼 때 $T = 0.975 \times \frac{P}{N} [\text{kg} \cdot \text{m}]$ 식으로 구하며 동기속도면 동기وات트를 회전자속도면 기계적출력을 대입하여 풀어야한다. 문제에 2차 동손이 주어진 경우 $P_{2c} = sP_2$ 를 이용하여 동기وات트를 구하고 동기속도를 넣어야 한다. 그리고 단위를 $[\text{kg} \cdot \text{m}] \Rightarrow [\text{N} \cdot \text{m}]$ 로 바꾸기 위해 9.8을 곱한다.

※ 풀이

$$P_{2c} = sP_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_{2c}}{s} = \frac{94.25}{0.05} = 1885 [\text{W}]$$

$$\text{동기속도 } N_s = \frac{120f}{p} = \frac{120 \times 60}{4} = 1800 [\text{rpm}]$$

$$T = 0.975 \times \frac{P_2}{N_2} = 0.975 \times \frac{1885}{1800} \times 9.8 = 10 [\text{N} \cdot \text{m}]$$

★주의 : 단위변환을 안하면(9.8을 곱하지 않으면) 1.02값이 나오므로 "가"번을 쓰는 실수를 범하지 말아주세요!!!

33. ③

처음 토크와 전압을 T, V 로 볼때 10[%]로 감소했으므로 바뀐전압이 $V' = 0.9V$ 일때의 바뀐 토크 T' 를 물어본 비례식 문제이다.

※ 풀이

토크와 전압의 관계는 $T \propto V^2$ 이므로

$$T : V^2 = T' : V'^2 \Rightarrow T : V^2 = T' : (0.9V)^2$$

$$\therefore T' = \frac{0.81V^2 T}{V^2} = 0.81T \text{이므로}$$

바뀐 토크는 처음 토크의 약 20[%] 감소했다.

34. ①

35. ④

※ 풀이

$$T = K_0 \frac{sE_2^2 r_2}{r_2^2 + (sx_2)^2} = K_0 E_2^2 \frac{r_2}{\frac{r_2^2}{s} + sx_2^2}$$

36. ④

※ 풀이

비례추이 할 수 있는 특성은 1차 전류, 2차 전류, 역률, 동기 와트 등이고, 할 수 없는 것은 출력 2차효율, 2차동손, 저항, 동기 속도 등이 있다.

37. ④

※ 풀이

$$\frac{r_2}{s_m} = \frac{r_2 + R_s}{s_t}$$

- ① 2차 저항 r_2' 를 변화해도 최대 토크는 하지 않는다.
- ② r_2' 를 크게 하면 s_m 도 커진다.
- ③ r_2' 를 크게 하면 기동 전류는 감소하고 기동 토크는 증가한다. 그러므로 최대 토크를 내는 슬립만 2차 저항에 비례한다.

38. ②

※ 풀이

권선형 유도 전동기의 회전자 외부에 접속시킨 저항의 크기(2차합성저항)를 조정하면 저항에 비례하여 기동토크 및 기동전류, 슬립을 통한 속도를 제어하는 것을 말하며 이때 저항 크기에 의해 역률도 변하게 되는 이런 현상을 비례추이라고 한다.

39. ③

비례추이에서 최대토크로 기동시 필요한 외부삽입저항을 구할 때 슬립이 주어지면

$$R = r_2' \left(\frac{1-s_t}{s_t} \right) \text{를 사용한다.}$$

$$s_t = 4\% = 0.04, r_2' = 0.3 \text{를 적용한다.}$$

*참고 슬립이 5%, 4%, 2%일때 각각 19배, 24배, 49배임을 미리 외우면 계산이 쉬워진다.

※ 풀이

$$R = r_2' \left(\frac{1-s_t}{s_t} \right) = 0.3 \times \left(\frac{1-0.04}{0.04} \right) = 7.2 [\Omega]$$

※ 참고

기동시 $s' = 1$ 에서 전부하 토크를 발생시키는

해설 및 답안

데 필요한 외부 저항 R은

$$\frac{r_2}{s} = \frac{r_2 + R}{s'}, \quad \frac{0.3}{0.04} = \frac{0.3 + R}{1}$$

$$\therefore R = \frac{0.3}{0.04} - 0.3 = 7.2[\Omega]$$

40. ②

$s=5\%=0.05$, $r_2'=1$ 에서 유도기에서 슬립이

주어진 저항 계산 문제는 $R = r_2' \left(\frac{1-s}{s} \right)$ 를

이용한다.

※ 풀이

외부삽입저항

$$\therefore R = r_2' \left(\frac{1-s}{s} \right) = 1 \times \left(\frac{1-0.05}{0.05} \right) = 19[\Omega]$$

슬립에 따라 외부 삽입 저항이나 등가부하저항이 2차 환산한 저항의 몇 배수가 되는지 미리 외우면 편리하게 계산이 된다.

$$\begin{aligned} \therefore s = 5\% &\Rightarrow 19\text{배} \\ 4\% &\Rightarrow 24\text{배} \\ 2\% &\Rightarrow 49\text{배} \end{aligned}$$

41. ③

※ 풀이

최대 토크는 2차 저항에 무관하며 최대 토크를 발생하는 슬립만 2차 저항에 비례한다.

42. ③

※ 풀이

[문 41]과 동일

43. ①

※ 풀이

[문 42]와 동일

44. ④

※ 풀이

[문 42]와 동일

45. ④

※ 풀이

권선형 유도전동기는 2차저항의 크기를 크게 하여 비례추이하면 저항에 비례하여 기동토크와 슬립은 커지고 기동전류는 감소한다.

46. ④

※ 풀이

원선도 시험

- ① 권선저항 측정 시험
- ② 무부하(개방)시험
- ③ 구속시험

47. ④

48. ④

※ 풀이

3상 유도전동기 기동법

농형 유도 전동기	권선형 유도 전동기
① 직입(전전압)기동 : ~5[kW]	① 2차 저항 기동법 (기동저항기법) ⇒ 비례추이 이용 ② 2차 임피던스 기동법 ③ 게르게스법 ⇒ 슬립 $s = 0.5$ = 50(%)
② Y-Δ기동 : 5~15[kW] 기동토크(전류) $\frac{1}{3}$ 배	
③ 기동보상기법 : 15[kW]~	
④ 리액터 기동(기동전류제한) : 토크와 효율 나쁨	
⑤ 콘도르 파법	

49. ②

※ 풀이

[문 48]과 동일

50. ④

※ 풀이

[문 48]과 동일

51. ②

※ 풀이

[문 48]과 동일

52. ②

※ 풀이

[문 48]과 동일

53. ①

※ 풀이

[문 48]과 동일

54. ②

※ 풀이

전전압 기동법은 전동기에 별도의 기동장치를 두지 않고 정격전압을 가하여 기동하는 방식으로 기동시간이 짧고 용량이 적은 유도전동기에 적합하다. 기동 전류는 정격 전류의 4~6배 정도 흐르게 된다.

55. ③

토크는 전압의 제곱에 비례하므로

※ 풀이①

$$\frac{1}{3}T : V^2 = T' : \left(\frac{1}{\sqrt{3}}V\right)^2$$

$$\therefore T' = \frac{\frac{1}{3}V^2}{V^2} \times \frac{1}{3}T = \frac{1}{9}T$$

※ 풀이②

기동토크가 전부하토크의 몇 배수인지 물어볼 때

기동 토크

$$T' = T \text{배수} \times (V \text{배수})^2 = \frac{1}{3} \times \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 = \frac{1}{9} \text{배}$$

56. ①

기동토크 $T' = 2T$, 기동전압 $V' = \frac{1}{2}V$ 에서

3상 유도전동기는 $T' \propto T$, $T' \propto V'^2$ 이므로

$$\text{※ 풀이①} \therefore T' = 2T \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 0.5T$$

※ 풀이② 유도전동기에서 기동토크가

전부하토크의 몇배인지 물어보면 기동토크

$T' = TV^2$ 에 배수를 바로 대입하면 된다.

$$\therefore T' = TV^2 = 2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 0.5$$

57. ②

기동토크 $T' = 1.8T$, 기동전압 $V' = \frac{2}{3}V$ 에서

3상 유도전동기는 $T' \propto T$, $T' \propto V'^2$ 이므로

$$\text{※ 풀이①} \therefore T' = 1.8T \times \left(\frac{2}{3}\right)^2 = 0.8T$$

※ 풀이② 유도전동기에서 기동토크가

전부하토크의 몇배인지 물어보면 기동토크

$T' = TV^2$ 에 배수를 바로 대입하면 된다.

$$\therefore T' = TV^2 = 1.8 \times \left(\frac{2}{3}\right)^2 = 0.8$$

58. ③

※ 풀이

[문 48]과 동일

59. ③

※ 풀이

[문 48]과 동일

60. ①

※ 풀이

[문 48]과 동일

61. ④

※ 풀이

유도전동기 속도 제어 방식

① 농형유도전동기

① 주파수 변환법

㉠ 인건 공업의 포트 모터

㉡ 선박의 전기추진기,

㉢ 인버터 사용·VVVF

② 극수변환법

㉠ 엘리베이터(3상 유도 전동기)

③ 전압제어법

② 권선형 유도 전동기

① 2차 저항법 : 구조가 간단, 제어가 용이.

② 2차 여자법

: 회전자에 슬립 주파수 전압을 인가하여 제어

㉠ 세르비우스 방식, ㉡ 크레머 방식

③ 중속법

62. ④

※ 풀이

회전시 2차 주파수 f_{2s} 와 같은 주파수의

전압(E_{2s})을 발생시켜 슬립링을 통하여 회전자

권선에 공급하여, 슬립s를 변환시키는 방법이

2차 여자법이다. ($I_2 = \frac{sE_2 \pm E_c}{r_2}$ 에서 정토크

부하의 경우 I_2 는 일정하므로 슬립 주파수의

전압 E_c 의 크기에 따라 s가 변하게 되고

속도가 변하게 된다. ③ 이와같은 속도제어 방법을

2차 여자법이라 한다.)

63. ③

※ 풀이

[문 61]과 동일

64. ④

$f=60, p_1=8, p_2=2$, 에서 차동 증속법
이므로서 속도는 두가지의 극수를 뺀(차한)
만큼의 속도가 나온다.

※ 풀이

$$N_0 = \frac{120 f}{p_1 - p_2} = \frac{120 \times 60}{8 - 2} = 1200 [\text{rpm}]$$

65. ①

※ 풀이

[문 61]과 동일

66. ②

※ 풀이

VVVF(Variable Voltage Variable Frequency)는
전압과 주파수를 동시에 제어하는 장치로 3상
농형 유도전동기의 속도제어법 중
주파수제어에 사용된다.

67. ②

※ 풀이

단상유도전동기
기동토크가 큰순서(반반콘분세)
반발기동형→반발유도형→콘덴서기동형→분상
기동형→셰이딩코일형

68. ④

※ 풀이

[문 67]과 동일

69. ①

※ 풀이

단상 반발 전동기는 브러시 이동으로 속도
제어 및 역전이 가능하다

70. ④

71. ②

※ 풀이

단상 유도 전압 조정기는 단권변압기의
원리로 교번 자계에 의한 전자유도 작용을
이용하며, 3상 유도 전압 조정기는 3상 유도
전동기 원리로 회전 자계에 의해 동작한다.

72. ②

※ 풀이

조정전압 $E_2=30, I_2=5$ 이므로

∴ 정격출력

$$P_2 = E_2 I_2 \times 10^{-3} = 30 \times 5 \times 10^{-3} = 0.15 [\text{kVA}]$$

73. ②

※ 풀이

단상 유도 전압 조정기는 입력 전압과 출력
전압에 위상차가 없다.

74. ③

※ 풀이

3상 유도 전압조정기는 권선형 3상 유도
전동기의 1차 권선과 2차 권선을 3상 성형
단권변압기와 같이 접속하고, 회전자를 구속한
상태로 두고 사용하는 것과 같다.

75. ④

부하용량=6600, $V_2 = V_1 \pm E_2 \cos \theta = 6600 \pm 660$,
유도전압조정기 용량문제에서 전류가
없는 경우 다음식을 이용한다.

$$\frac{\text{조정용량}}{\text{부하용량}} = \frac{V_2 - V_1}{V_2}$$

※ 풀이

부하용량=6600[kVA],

$$V_2 = V_1 \pm E_2 \cos \theta = 6600 \pm 660 = 7260 [\text{V}] \text{이므로}$$

$$\begin{aligned} \text{조정용량} &= \text{부하용량} \times \frac{V_2 - V_1}{V_2} \\ &= 6600 \times \frac{7260 - 6600}{7260} \\ &= 600 [\text{kVA}] \end{aligned}$$

76. ③

$V_2 = 220 \pm 100$, 조정전압 $E_2 = 100$,

조정(정격)용량 $P = 5 [\text{kVA}]$, 3상에서

※ 풀이

$P = \sqrt{3} E_2 I_2$ 에서 2차전류는

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} E_2} = \frac{5000}{\sqrt{3} \times 100} = 28.86 [\text{A}]$$

77. ①

※ 풀이

농형유도 전동기가 기동시 가속이
정격속도까지 못하고 정격속도의 몇분의
1정도까지만 가속이 되고 더 이상 가속이

되지 않는 현상을 크로우닝현상이라고 한다.
이에대한 방지책으로 슬롯을 사구로하여야 한다.

78. ①

※ 풀이

[문 77]과 동일

79. ②

※ 풀이

전압이 불평형 되면 불평형 전류가 흘러 전류는 증가하나 토크는 감소한다.

80. ④

81. ①

※ 풀이

∴ $P = 2\pi Nt$ 에서 $P \propto N$

∴ $N = (1-s)N_s = (1-s) \times \frac{120f}{p}$ 에서 $N \propto f$

∴ 유도전동기 주파수 관계 :

$$f \propto \text{공급전압} \propto N_s \propto x \propto \frac{1}{P_i} \propto \frac{1}{I_0} \propto \eta$$

82. ③

제2장 변압기

1. ①

※ 풀이

변압기의 설계에서 권선을 분할하여 조립하면 누설 리액턴스는 절반 이상 감소된다. 즉, 교호 배치한다.

2. ④

$V = 10, R_1 = 1[k\Omega], R_2 = 100$ 에서 권수비를 구하기 위해서는 어떤값이든 1차 와 2차값이 모두 있는것만 있으면 된다.

※ 풀이

$$a = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} = \sqrt{\frac{1000}{100}} = \sqrt{10}$$

3. ②

$P = 50[kVA], V_1 = 3300, V_2 = 210, f = 60,$

$N_1 = 660, A = 161[cm^2]$ 변압기에서 자속이나 자속 밀도가 문제에 나오는 경우 항상

기전력공식을 이용합니다. 그리고 기기에서 면적은 $[m^2]$ 을 사용하기 때문에 $[cm^2]$ 를 $[m^2]$ 로 바꿔 주기 위해 10^{-4} 을 곱해야 하며, 단상 변압기인 경우 단자전압과 기전력(단자전압)이 같다는 것을 이용합니다.

※ 풀이

$$E_1 = 4.44 f B A N_1$$

$$B = \frac{E_1}{4.44 f A N_1} = \frac{V_1}{4.44 f A N_1} = \frac{3300}{4.44 \times 60 \times 161 \times 10^{-4} \times 660} = 1.16 [Wb/m^2]$$

4. ③

※ 풀이

변압기 유기기전력은 $E = 4.44 f \phi N$ 이므로 유기기전력과 권수는 비례하다 $E \propto N$. 그러므로 권수가 2배가 되면 기전력도 2배가 된다.

5. ④

※ 풀이

변압기 등가회로 작성시 필요한 시험

① 권선의 저항측정

② 무부하(개방)시험 ⇒ 철손,

여자(무부하)전류, 여자어드미턴스

③ 단락시험 ⇒ 동손(=임피던스 와트),

임피던스 전압, 단락전류 %강하율(%R, %X)

무부하시험과 부하시험으로 전압변동률을 알 수 있다.

6. ③

※ 풀이

변압기의 2차를 단락했을 때 단락 전류 I_{1s} 를 1차 정격 I_{1n} 과 같게 되는 1차 전압. 즉, 변압기 2차측을 단락했을 때 1차측에 흐르는 단락전류가 정격전류가 됐을 때의 변압기내의 전압강하를 임피던스 전압(V_s)이라 하고 이때의 입력을 임피던스 와트(P_s)(=동손)라고 한다. ∴ $V_s = I_{1n} Z_{21}$ (=변압기내 전압강하)

7. ②

※ 풀이

[문 5]와 동일

해설 및 답안

8. ④

※ 풀이

[문 5]와 동일

9. ①

※ 풀이

[문 5]와 동일

10. ④

※ 풀이

[문 5]와 동일

11. ③

여자전류는 $I_0 = \sqrt{I_i^2 + I_\phi^2}$ 에서 자화전류는

$$I_\phi = \sqrt{I_0^2 - I_i^2} = \sqrt{I_0^2 - \left(\frac{P_i}{V_1}\right)^2} \text{ 를 사용}$$

※ 풀이

$$I_\phi = \sqrt{I_0^2 - \left(\frac{P_i}{V_1}\right)^2} = \sqrt{0.088^2 - \left(\frac{110}{2200}\right)^2} = 0.072 [\text{A}]$$

12. ②

※ 풀이

여자전류(무부하 전류)

: 변압기 무부하시 1차에 흐르는 전류

① 여자전류 : $I_0 = I_i + jI_\phi$ (=철손전류 + 자화전류)

② 자화전류 : 주자속(φ)을 만드는 전류

13. ①

※ 풀이

$$g_0 = \frac{P_i}{(V_1')^2} = \frac{200}{3000^2} = 22.2 \times 10^{-6} [\text{S}]$$

14. ①

※ 풀이

변압기의 여자전류는 변압기 2차측을 무부하 상태에서 철심에 자속을 만들기 위한 1차측 전류로 모두 1차측 값으로 구하여 진다.

15. ②

※ 풀이

변압기의 상부에 설치된 원통형의 유조(기름통)로서, 그 속에서 1/2 정도의 기름이 들어 있고 주변압기 외함 내의 기름과는 가는 파이프로 연결되어 있다.

변압기 부하의 변화에 따르는 호흡 작용에 의한 변압기 기름의 팽창, 수축이 콘서베이터의 상부에서 행하여지게 되므로 높은 온도의 기름이 직접 공기와 접촉하는 것을 방지하여 기름의 열화를 방지하는 것이다.

16. ①

유입변압기의 기름인 절연유는 절연과 냉각역할을 위해 사용하며 변압기 절연유의 구비조건은 다음과 같다.

- ① 절연저항 및 절연내력이 클 것(30[kV]/2.5[mm]이상일 것)
- ② 비열 및 열전도율이 크며(냉각 효과가 크며) 점도가 용도에 따라 적당히 낮을 것
- ③ 인화점은 130[°C] 이상 높고 응고점은 -30[°C] 이하로 낮을 것
- ④ 열팽창 계수가 작고 증발로 인한 감소량이 적을 것
- ⑤ 화학적으로 안정하여 열화 변질되지 않으며 기기를 침식시키지 말 것
(고온에 산화하지 않고 불순물을 생성하지 않을 것)

17. ①

※ 풀이

[문 16]과 동일

18. ③

※ 풀이

[문 16]과 동일

19. ②

※ 풀이

[문 16]과 동일

20. ①

※ 풀이

[문 16]과 동일

21. ②

※ 풀이

[문 16]과 동일

22. ②

※ 풀이

변압기 절연 내력 시험은 내전압법(가압시험), 충격 전압 시험, 유도 시험 등이 있다.

- 절연 내력 시험 : 정격 주파수의 고전압에 대한 절연의 안정 여부를 확인하는 시험
- 유도 시험 : 권선간의 절연 시험
- 충격 전압 시험 : 벵락(lightning)에 직격될 우려가 있는 것을 전제로 하는 시험
- 권선 저항 측정, 무부하 시험, 단락 시험 등 :

변압기 증가회로 작성에 필요한 시험

23. ②

※ 풀이

변압기 냉각방식

- ① 유입자냉식(ONAN, OA),
- ② 유입풍냉식(ONAF, FA)
- ③ 건식밀폐자냉식(ANAN, GA)
- ④ 건식자냉식(AN, AA)
- ⑤ 건식풍냉식(AF, AFA)
- ⑥ 송유수냉식(OFWF, FOW)
- ⑦ 송유풍냉식(OFAF, ODAF, FOA)
- ⑧ 유입수냉식(ONWF, OW)

24. ②

$P=10[\text{kVA}], V_1=2000, V_2=100,$

$Z_{21} = R_{21} + jX_{21} = 6 + j8$ 에서 리액턴스 강하

계산식은 항상

※ 풀이

$$\%X = \frac{PX}{V_1^2} \times 100 = \frac{10 \times 10^3 \times 8}{2000^2} \times 100 = 2$$

25. ③

전압비 $a=3300/210$, 변압기용량 $P=5[\text{kVA}]$,

$\%R=2.4, \%X=1.8$ 이므로

※ 풀이

$$\%R = \frac{\text{임피던스승제(동손)}}{\text{변압기용량}} \times 100 \text{에서}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{임피던스승제} &= \frac{\%R \times \text{변압기용량}}{100} \\ &= \frac{2.4 \times 5 \times 10^3}{100} = 120[\text{W}] \end{aligned}$$

26. ①

$V_1=3300, V_2=210, P=5[\text{kVA}], \%R=2.4,$

$\%X=1.8$, 임피던스 전압을 물어봤지만

$\%$ 강하율($\%R, \%X$)가 주어졌으므로 백분율 강하로 계산 합니다.

※ 풀이

$$\%Z = \frac{V_s}{V_1} \times 100 = \sqrt{\%R^2 + \%X^2}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{V_1}{100} \times \sqrt{\%R^2 + \%X^2} \\ &= \frac{3300}{100} \times \sqrt{2.4^2 + 1.8^2} = 99[\text{V}] \end{aligned}$$

27. ③

$\%$ 임피던스가 주어진 경우의 단락전류는 다음과 같이 구한다 ③ $\%Z=4$

※ 풀이

$$I_s = \frac{100}{\%Z} \times I_n = \frac{100}{4} \times I_n = 25I_n$$

$\therefore \%Z=4$ 인 경우 25배, $\%Z=5$ 인 경우 20배

28. ②

$P=40[\text{kVA}], V_1=3200[\text{V}], V_2=200[\text{V}],$

$\%Z=4[\%]$, 3상, 2차측 단락 전류는

$$I_{2S} = \frac{100}{\%Z} \times I_n = \frac{100}{\%Z} \times \frac{P}{\sqrt{3} V_2} [\text{A}] \text{이므로}$$

※ 풀이

$$I_1 = \frac{100}{4} \times \frac{40000}{\sqrt{3} \times 200} = 2886.75[\text{A}]$$

29. ③

$P=75[\text{kVA}], V_1=6000[\text{V}], V_2=200[\text{V}],$

$\%Z=4[\%]$, 3상, 2차측 단락 전류는

$$I_{2S} = \frac{100}{\%Z} \times I_n = \frac{100}{\%Z} \times \frac{P}{V_1} [\text{A}] \text{이므로}$$

※ 풀이

$$I_1 = \frac{100}{4} \times \frac{75000}{6000} = 312.5[\text{A}]$$

30. ③

$V_{20}=240[\text{V}], V_2=230$ 전압이 주어진 경우의

변압기 전압변동률은 다음과 같이 구한다.

※ 풀이

$$\epsilon = \frac{V_{20} - V_2}{V_2} \times 100 = \frac{240 - 230}{230} \times 100 = 4.347[\%]$$

31. ①

※ 풀이

$\epsilon = \%R \cos\theta \pm \%X \sin\theta$ 에서 역률 100[%]인

해설 및 답안

경우 $\cos\theta = 1, \sin\theta = 0$ 이므로 $\epsilon = \%R$ 즉,
전압 변동률 = %저항강하이다.(역률이
100%라는 의미는 전체 피상분 중 유효분만
존재 한다는 의미이다.)

32. ④

%강하율이 나왔을 경우 전압변동율은 항상
 $\epsilon = \%R \cos\theta \pm \%X \sin\theta$

※ 풀이

부하역률 $\cos\theta = 100[\%]$ 일때 $\epsilon = \%R = 2[\%]$

부하역률 $\cos\theta = 80[\%]$ 일때

$3 = 2 \times 0.8 + \%X \times 0.6$ 이므로 $\%X = 2.3[\%]$

최대 전압 변동률

$$\epsilon = \%Z = \sqrt{\%R^2 + \%X^2} = \sqrt{2^2 + 2.3^2} = 3.048[\%]$$

33. ①

$a=70, V_2=200, \epsilon=4\%=0.04$ 에서 변압기
파트에서 전압 변동률과 권수비가 주어진
경우의 1차 단자 전압은 다음과 같이
풀이한다.

※ 풀이

$$V_1 = aV_2 = a(1+\epsilon)V_2$$

$$= 70 \times (1+0.04) \times 200 = 14560[V]$$

34. ③

$V_1=3300, V_2=210, P=10[kVA], \%R=3,$
 $\%X=4, \cos\theta=0.8$ (지상)에서 $V_{20} = (1+\epsilon)V_2$ 를
이용하여 무부하시 2차 단자 전압을 구하여야
하며 이때 전압 변동률이 없으므로 먼저
구하여야 한다. %강하율(%R, %X)이 주어진
경우에는 $\epsilon = \%R \cos\theta \pm \%X \sin\theta$ 로 전압
변동률을 구한다.

※ 풀이

$$\epsilon = \%R \cos\theta \pm \%X \sin\theta = 3 \times 0.8 + 4 \times 0.6 = 4.8$$

$$V_{20} = (1+\epsilon)V_2 = (1+0.048) \times 210 = 220.08[V]$$

35. ③

역률 $\cos\theta = \frac{\text{유효분}}{\text{피상분}} = \frac{\%R}{\%Z}$ 으로 먼저 %Z를
구한다.

※ 풀이

$$\%Z = \sqrt{(\%R^2 + \%X^2)} = \sqrt{(1.5^2 + 4^2)} = 4.27[\%]$$

$$\therefore \cos\theta_m = \frac{\%R}{\%Z} = \frac{1.5}{4.27} = 0.35[\%]$$

36. ②

$\%R=2, \%X=3, \cos\theta=0.8$ 이므로 $\sin\theta=0.6$ 에서
변압기에서 백분율 강하가 주어진 경우의
전압 변동율은 $\epsilon = \%R \cos\theta \pm \%X \sin\theta$ 을
사용한다. 지역률(지상)이므로 (+)부호를
사용한다.

※ 풀이

$$\epsilon = \%R \cos\theta \pm \%X \sin\theta$$

$$= 2 \times 0.8 + 3 \times 0.6 = 3.4[\%]$$

37. ②

※ 풀이

Y-Y결선은 제3고조파 여자 전류에 의한
제3고조파가 기전력에 포함되며 중성점
접지시 유도 장애를 일으키므로 Y-Y-Δ의
3권선 변압기로 하여 송전용으로 사용한다.

38. ③

※ 풀이

$$\therefore \text{이용률} = \frac{P_V}{2\text{대용량}} = \frac{\sqrt{3}P}{2P}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866 = 86.6[\%]$$

39. ④

※ 풀이

1대의 단상 변압기 용량을 P라 하면

$$\frac{V\text{결선의출력}}{\Delta\text{결선의출력}} = \frac{P_V}{P_\Delta} = \frac{\sqrt{3}P}{3P}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{3} = 0.577 \approx 57.7\%$$

40. ③

※ 풀이

1대용량		V결선		Δ결선
		(2대)		(3대)
P	<	P_V	<	P_Δ
		$\sqrt{3}$ 배		$\sqrt{3}$ 배

이므로 V결선 출력을 P라고 할 때 Δ결선의
출력은 $\sqrt{3}P$ 가 된다.

41. ④

※ 풀이

1대용량	V결선	Δ결선
	(2대)	(3대)
P	< P _V	< P _Δ
	√3 배	√3 배

이므로 V결선 출력을 P_V=100[kVA] 라고 할 때 Δ결선의 출력은
 ∴ P_Δ = √3 P = √3 × 100 = 100√3 가 된다.

42. ①

※ 풀이

상수변환

① 3상에서 2상변환 :

- ㉠ 스코트 결선(scott connection)
- ㉡ 우드브리지 결선(woodbrigeconnection)
- ㉢ 메이 결선(meyer connection)

② 3상에서 6상변환 :

- ㉠ 포크결선(fork connection)
- ㉡ 2중 3각(Δ) 결선(double connection)
- ㉢ 2중 성형(Y) 결선
- ㉣ 대각 결선(diagonal connection)
- ㉤ 환상 결선(ring connection)

43. ①

※ 풀이

[문 42]와 동일

44. ④

※ 풀이

[문 42]와 동일

45. ①

※ 풀이

수는 정류기, 회전 변류기 다같이 6상을 쓰나
 수는 정류기일 때는 포크 결선이다.

46. ②

※ 풀이

변압기 병렬운전 조건

- ① 각 변압기의 극성, 권수비, 단자(정격)전압이 같을 것
- ② 각 변압기의 %임피던스 강하(%저항강하, %리액턴스 강하)가 같을 것
- ③ 각 변압기의 상회전 방향과 변위(위상)이 같을 것
- ④ 변압기 용량은 임피던스에 반비례할 것

47. ④

※ 풀이

변압기 병렬운전의 결선 조합은 다음과 같다

① 운전 불가능한 경우 : Y, Δ결선 개수가
 홀수인 경우

불가능한 경우의 예 : Y-Y와 Y-Δ, Δ-Δ와
 Δ-Y의 결선은 각 변위가 30° 차가 있어
 순환 전류가 흐르기 때문에 병렬 운전이
 불가능하다.

48. ②

※ 풀이

[문 46]과 동일

49. ④

2대의 정격용량이 같을 때 합성용량식

$$P_m = P_a + P_b = P + \frac{\%Z_{小}}{\%Z_{大}} P \text{ 를 사용한다.}$$

※ 풀이

$$P_m = 1000 + \frac{8}{9} \times 1000 = 1888.89 \text{ [kVA]}$$

50. ②

51. ②

※ 풀이

변압기 병렬운전시 부하분담전류는 변압기의
 정격용량에는 비례하고(I ∝ P) 누설

임피던스와는 반비례하게 된다. I ∝ 1/Z

52. ②

53. ②

자기용량=5[kVA], V₁=3000, V_h=3210

※ 풀이

$$\frac{\text{자기용량}}{\text{부하용량}} = \frac{V_h - V_1}{V_h} \text{ 에서 출력(부하용량)은}$$

$$\therefore \text{부하용량} = \text{자기용량} \times \frac{V_h}{V_h - V_1}$$

$$= 5 \times \frac{3210}{3210 - 3000} = 75.92 \text{ [kVA]}$$

※ 풀이

2차에 부하로우 있는 부하용량[kVA]는

∴ P = V₂I₂에서 단권변압기 2차전압은

$$\therefore V_2 = V_1 + \frac{V_1}{a} = 3000 + 3000 / \left(\frac{3300}{210} \right) = 3190 \text{ [V]},$$

해설 및 답안

2차 정격전류

$$\therefore I_2 = \frac{P}{2\text{차정격전압}} = \frac{5 \times 10^3}{210} = 23.9[\text{A}]$$

\therefore 출력

$$P = V_2 I_2 = 3190 \times 23.8 \times 10^3 = 75.92[\text{kVA}]$$

54. ③

자기용량=3[kVA], $V_1=3000$, $V_h=3100$

※ 풀이

자기용량 = $\frac{V_h - V_1}{V_h}$ 에서 출력(부하용량)은

$$\therefore \text{부하용량} = \text{자기용량} \times \frac{V_h}{V_h - V_1}$$

$$= 3 \times \frac{3100}{3100 - 3000} = 93[\text{kVA}]$$

※ 풀이

2차에 부하로우 있는 부하용량[kVA]는

$\therefore P = V_2 I_2$ 에서 단권변압기 2차전압은

$$\therefore V_2 = V_1 + V_1 \frac{1}{a} = 3000 + 3000 \times \left(\frac{100}{3000}\right) = 3100[\text{V}],$$

2차 정격전류

$$\therefore I_2 = \frac{P}{2\text{차정격전압}} = \frac{3 \times 10^3}{100} = 30[\text{A}]$$

$$\therefore \text{출력 } P = V_2 I_2 = 3100 \times 30 \times 10^3 = 93[\text{kVA}]$$

55. ①

※ 풀이

누설 변압기는 전류가 증가하면 전압이 저하하는 수하특성을 갖고 있다.

56. ②

※ 풀이

누설 변압기는 2차 전류가 증가하려 하면 1차 및 2차 누설 자속이 증가하여 즉, 주자속이 감소하여 2차 유기 기전력이 감소하고 전압강하가 증대되어 2차 전류는 감소하게 된다. 즉, I_2 가 증가하면 E_2 가 감소하는 수하특성을 갖고 있다.

57. ③

※ 풀이

고압측(1차측)의 탭의 위치에 따라 권수를 조절하여 변압기 권수비를 변화시켜 저압측(2차측, 수전점)의 전압을 조정할 수

있다.

58. ①

※ 풀이

- 과부하계전기 : 선로의 과부하 및 단락 검출용
- 온도계전기 : 절연유 및 권선의 온도 상승 검출용

- 접지계전기 : 선로의 접지 검출용

- 비율차동 계전기, 차동계전기 : 발전기 및 변압기의 층간 단락 등 내부 고장 검출용에 사용된다.

- 부흐홀쯔 계전기

: 변압기만 보호하며 아크방전시 수소가스에 대해 보고하고 변압기와 콘서베이터 사이에 설치한다.

※ 추가

차동 계전기는 변압기에 단락 사고가 생기면,

1차와 2차의 전류값이 달라지고 이들 값의

차이에 해 당하는 전류가 계전기에 흘러

계전기가 동작하는 것이다.

59. ①

※ 풀이

브흐홀쯔 계전기는 변압기의 내부 고장으로 발생하는 기름의 분해 가스 증기 또는 유류를 이용하여 부저를 움직여 계전기의 접점을 닫는 것이므로 변압기의 주탱크와 콘서베이터와의 연결관 도중에 설치한다.

60. ③

※ 풀이

과전압 계전기(OVR)는 일정값 이상의 전압이공급되면 동작하는 것으로 과전압 보호용이다.

61. ④

변류비(CT비)=100/5, $I_2=4[\text{A}]$ 에서

$$\text{CT비} = \frac{I_1}{I_2} \text{이므로}$$

※ 풀이

$$I_1 = \text{CT비} \times I_2 = \frac{100}{5} \times 4 = 80[\text{A}]$$

62. ③

※ 풀이

변류기의 2차측을 개방하면 1차 전류가 모두

여자 전류가 되어 2차 권선에 매우 높은 전압이 유기되어 절연이 파괴되고 소손될 염려가 있다.

63. ④

와류손과 주파수는 무관하고 전압의 제곱에 비례하다. 비례식으로 풀기

※ 풀이

$$V = 3300, f = 60, P_e = 720, V' = 2750, f' = 50$$

$$V^2 : P_e = V'^2 : P_e'$$

$$P_e' = P_e \left(\frac{V'}{V} \right)^2 = 720 \times \left(\frac{2750}{3300} \right)^2 = 500[W]$$

64. ③

※ 풀이

부하의 유무에 관계없이 발생하는 손실은 무부하손이다.

무부하손 (고정손) $\left[\begin{array}{l} \text{철손 } P_i \\ \text{히스테리시스손 } P_h \\ \text{와류손 } P_e \end{array} \right.$

① 기계손 P_m : 풍손, 마찰손, 베어링손
 ② 여자전류에 의한 권선의 저항손
 ③ 절연물 중의 유전체손

①은 회전기에서 발생하며, ②,③은 매우 작아서 무시한다. 결국 무부하 손은 철손이라고 보는 것이 보통이다.

65. ③

※ 풀이

유전체손은 절연물 중에서 발생하는 손실로 그 값이 매우 적어 일반적으로 무시한다.

66. ①

$V_1=3300, a=30, I_2=20$, 전등부하이므로 $\cos\theta=1$ 이다. 변압기의 입력은 1차측이므로 $P_1 = V_1 I_1$ 에서 1차 전류가 없으므로 권수비를 이용하여 1차 전류를 구한다.

※ 풀이

$$a = \frac{I_2}{I_1} \text{에서 } \therefore I_1 = \frac{I_2}{I_1}$$

$$\begin{aligned} \therefore P_1 &= V_1 I_1 \cos\theta = V_1 \frac{I_2}{a} \cos\theta \\ &= 3300 \times \frac{20}{30} \times 1 = 2200[W] = 2.2[kW] \end{aligned}$$

67. ③

$V_1=440, V_2=13200, I_2=3.3$ 에서 2차 출력은

※ 풀이

$$P_2 = V_2 I_2 = 13200 \times 3.3 = 43560[VA]$$

68. ②

$f=50, V_1=6300, V_2=210, P=50[kVA], \cos\theta=0.8$, 무부하손=0.65[%], %R=1.4[%]에서 전부하효율은 $\eta = \frac{P \cos\theta}{P \cos\theta + P_i + P_c} \times 100$ 이다.

이때 철손 P_i 와 동손 P_c 먼저 구하여야 한다.

※ 풀이

$$\%R = \frac{\text{동손 } P_c}{\text{변압기용량 } P} \times 100 \text{ 에서}$$

$$\text{동손 } P_c = \frac{P \times \%R}{100} = \frac{50 \times 10^3 \times 1.4}{100} = 700[VA]$$

$$\therefore P_i = 700 \times 0.8 = 560[W]$$

변압기에서 무부하손은 철손이므로

$$P_i = P \times 0.0065 = 50 \times 10^3 \times 0.0065 = 325[VA]$$

$$\therefore P_c = 325 \times 0.8 = 260[W]$$

전부하효율

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P \cos\theta}{P \cos\theta + P_i + P_c} \times 100 \\ &= \frac{50 \times 10^3 \times 0.8}{50 \times 10^3 \times 0.8 + 260 + 560} \times 100 = 97.99[\%] \end{aligned}$$

69. ③

최대효율 일 때 부하의 크기는 $\frac{1}{m} = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}}$ 로 계산한다.

※ 풀이

$$\frac{1}{m} = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}} = \sqrt{\frac{1.6}{3.2}} = \sqrt{\frac{1}{2}} = 0.707 \approx 70[\%]$$

70. ③

최대효율일 때 부하의 크기를 물어보면

$$\frac{1}{m} = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}} \text{ 를 이용한다.}$$

※ 풀이

$$\frac{1}{m} = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}} = \sqrt{\frac{50}{100}} = 0.707 \approx 70[\%]$$

해설 및 답안

※ 참고

철손과 동손의 비가 1:2의 비율일 때
최대효율일 때 부하의 크기는 항상

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707 = 70[\%] \text{이다.}$$

71. ④

출력 P [kW], $\cos\theta_{\text{전}} = 0.8$, $\eta_{\text{전}} = 0.82$ 인
전동기를 V결선한 변압기로 전력을 공급하고
있는 것으로 전동기 입력이 V 결선 변압기
출력(용량)과 같다는 것을 이용하며, 이때
변압기 1대의 용량은 V 결선 변압기의 $\sqrt{3}$ 배
작다는 것을 이용한다.

※ 풀이

∴ 전동기

$$\text{입력[kVA]} = \frac{P}{\eta_{\text{전}} \times \cos\theta_{\text{전}}} = \frac{P}{0.82 \times 0.8}$$

∴ 변압기 1대 용량

$$P_1 = \frac{P_V}{\sqrt{3}} = \frac{P}{\sqrt{3} \times 0.8 \times 0.82}$$

72. ④

※ 풀이

동손 $P_c = I^2 R [W] \propto I^2$ 이므로 전류가 2배
증가하면 동손은 4배로 증가한다.

73. ①

$P_c = 270$, $P_i = 120$ 에서 최대효율 일 때 부하의

크기를 물어보면 항상 $\frac{1}{m} = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}}$ 를

이용한다.

※ 풀이

$$\therefore \frac{1}{m} = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}} = \sqrt{\frac{120}{270}} \approx 0.666$$

즉, 최대효율이 발생하는 부하의 크기는
전부하의 67[%]부하에서 발생한다.

74. ①

※ 풀이

기계 최대 효율은 무부하손과 부하손의
크기가 같을 때 발생하며 변압기의 경우
무부하손=철손, 부하손=동손으로 보기 때문에
최대효율은 철손=동손=일 때 발생한다.

75. ③

※ 풀이

변압기 규약효율은 발전기 규약효율과 같다.
변압기의 손실은 무부하손에 철손과 부하손에
동손이 주를 이루므로 다음과 같이 효율식을
만들 수 있다.

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{\text{출력}}{\text{출력} + \text{손실}} \times 100 \\ &= \frac{\text{출력}}{\text{출력} + \text{철손} + \text{동손}} \times 100[\%] \end{aligned}$$

76. ④

$P = 10$ [kVA], $P_i = 120$, $P_c = 200$, $\cos\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$,

전부하이므로 변압기 2대를 V결선하였으므로
출력은 한대용량의 $\sqrt{3}$ 배가 되고 손실은
2대분량 만큼 나옵니다.

※ 풀이

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{\sqrt{3} P \cos\theta}{\sqrt{3} P \cos\theta + 2P_i + 2P_c} \times 100 \\ &= \frac{\sqrt{3} \times 10 \times 10^3 \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{\sqrt{3} \times 10 \times 10^3 \times \frac{\sqrt{3}}{2} + 2 \times 120 + 2 \times 200} \times 100 \\ &= 95.9[\%] \end{aligned}$$

77. ①

※ 풀이

변압기에서 주파수와 비례 관계 있는 것은 “~
율”자로 끝나는 것들로 %강하율(%Z, %R, %X),
효율, 역률등이 있다. 문제에서처럼 철손과 동
손은 반비례하므로 주파수가 낮아질 때 증가
하나 부하가 일정하므로 부하손에 해당하는
동손은 그대로 이고 철손만 증가한다.

78. ③

※ 풀이

반환 부하법은 변압기의 온도 상승 시험 방법
이다.

제3장 동기기

1. ②

※ 풀이

유도자형 발전기는 유도자가 회전자 이고, 계자와 전기자가 고정자이다. 일반적으로 고주파발전기로 사용된다.

2. ③

3. ③

※ 풀이

회전 계자형을 사용하는 이유

- ① 전기자 권선은 전압이 높고 결선이 복잡하며, 대용량으로 되면 전류도 커지고, 3상 권선의 경우에는 4개의 도선을 인출하여야 한다.
- ② 계자 회로는 직류의 저압 회로이므로 소요 동력도 작으며, 인출 도선이 2개만 있어도 되기 때문이다.
- ③ 계자극은 기계적으로 튼튼하게 만드는 데 용이하기 때문이다.
- ④ 고장시의 과도 안정도를 높이기 위하여 회전자의 관성을 크게 하기 쉽기 때문이기도 하다.

※ 참고

답을 "아닌것"으로 물어본 경우 기전력의 파형 개선이나 전기자 반작용 감소등이 자주 나온다.

4. ④

※ 풀이

동기기의 기전력의 파형을 정현파로 하기 위한 방법

- ① 매극매상의 슬롯수 q 를 크게 한다.(전압에 의해 좌우)
- ② 단절권 및 분포권으로 한다.
- ③ 반페슬롯 채용
- ④ 전기자철심을 스큐슬롯(사구)로 한다.
(큰기계에 사용 곤란)
- ⑤ 공극의 길이를 크게 한다.
- ⑥ Y결선으로 한다.
- ⑦ 부정수(不整數) 슬롯권을 채용한다.

5. ④

6. ③

$p=4, f=60, v=240$ 에서 [m/s]가 주어진

문제에서 회전자 속도나 지름은 $v = \pi D \frac{N_s}{60}$

이므로 계산 한다. 주어지지 않은 동기 속도부터 구한다.

※ 풀이

$$N_s = \frac{120f}{p} = \frac{120 \times 60}{4} = 1800[\text{rpm}]$$

$$v = \pi D \frac{N_s}{60} \text{에서 } D = \frac{60 \times v}{\pi \times N_s} \text{이다.}$$

$$\therefore D = \frac{60 \times v}{\pi \times N_s} = \frac{60 \times 240}{3.14 \times 1800} = 2.547$$

7. ②

$p=6, N_s=120$, 병렬운전, $p'=8$ 에서 동기기의

회전수는 동기속도 이므로 $N_s' = \frac{120f}{p}$ 를

사용한다. 동기발전기 병렬운전 조건중에 주파수가 같을 것을 이용하여 주파수

$$f = \frac{N_s' \cdot p}{120} \text{를 구하여 대입한다.}$$

※ 풀이

$$f = \frac{N_s' \cdot p}{120} = \frac{1200 \times 6}{120} = 60[\text{Hz}]$$

$$\therefore N_s' = \frac{120f}{p} = \frac{120 \times 60}{8} = 900[\text{rpm}]$$

8. ④

$f=60, p=12, D=2$ 에서 [m/s]단위가 나올

경우 $v = \pi D \frac{N_s}{60}$ 식을 사용하며 동기속도를

먼저 구한다.

※ 풀이

$$N_s = \frac{120f}{p} = \frac{120 \times 60}{12} = 600[\text{rpm}]$$

$$\therefore v = \pi D \frac{N_s}{60} = 3.14 \times 2 \times \frac{600}{60} = 62.8[\text{m/s}]$$

9. ④

※ 풀이

동기기의 권선법은 2층권에서 중권중 분포권과 단절권을 사용하며 전절권이나 집중권은 사용하지 않는다.

(1)분포권 ① 고조파를 감소시켜 기전력 파형 개선(목적)

해설 및 답안

- ② 누설리액턴스 감소
- ③ 과열방지
- ④ 집중권에 비하여 유기기전력 감소

- (2) 단절권 ① 고조파를 제거하여 기전력 파형 개선(목적)
- ② 철량, 동량이 절약되고 기계길이가 축소된다.
 - ③ 전절권에 비해 기전력 감소

10. ④

q=4, m=3에서

※ 풀이

$$K_d = \frac{\sin \frac{h\pi}{2m}}{q \sin \frac{h\pi}{2mq}} = \frac{\sin \frac{\pi}{2 \times 3}}{4 \times \sin \frac{\pi}{2 \times 3 \times 4}}$$

$$= \frac{\sin \frac{\pi}{6}}{4 \sin \frac{\pi}{24}} = \frac{\sin 30^\circ}{4 \sin 7.5^\circ} = \frac{0.5}{4 \times 0.1305} = 0.9578$$

※ 참고

답을 외우세요

11. ①

m=3, p=4, s=24에서 고조파는 없으면 1이며 매극매상의 슬롯수는

$q = \frac{\text{슬롯수}}{\text{극수} \times \text{상수}}$ 를 이용한다.

※ 풀이

$$q = \frac{s}{pm} = \frac{24}{4 \times 3} = 2$$

$$K_d = \frac{\sin \frac{h\pi}{2m}}{q \sin \frac{h\pi}{2mq}} = \frac{\sin \frac{\pi}{2 \times 3}}{2 \sin \frac{\pi}{2 \times 3 \times 2}}$$

$$= \frac{\sin \frac{\pi}{6}}{2 \sin \frac{\pi}{12}} = \frac{\sin 30^\circ}{2 \sin 15^\circ} = \frac{0.5}{2 \times 0.2588} = 0.9659$$

※ 참고

답을 외우세요

12. ②

※ 풀이

[문 9]와 동일

13. ③

상수 m=3, 고조파수 h=1, 매극매상의 슬롯수 q=3에서 분포권 계수 이므로

※ 풀이

$$\therefore K_d = \frac{\sin \frac{h\pi}{2m}}{q \sin \frac{h\pi}{2mq}}$$

$$= \frac{\sin \frac{\pi}{6}}{3 \sin \frac{\pi}{2 \times 3 \times 3}} = \frac{\frac{1}{2}}{3 \sin \frac{\pi}{18}} = \frac{1}{6 \sin \frac{\pi}{18}}$$

14. ④

※ 풀이

분포권 계수 : $k_d = \frac{\sin \frac{h\pi}{2m}}{q \sin \frac{h\pi}{2mq}}$

15. ①

상수비 $\beta = \frac{\text{코일피치}}{\text{극피치}} = \frac{13}{15}$,

고조파는 없으면 1이다.

※ 풀이

$$k_d = \sin \frac{h\beta\pi}{2} = \sin \frac{13}{15} \pi = \sin \frac{13}{15} \pi$$

※ 참고

답을 외우세요

16. ④

※ 풀이

[문 9]와 동일

17. ①

m=3, p=6, 슬롯수 s=54에서

상수비 $\beta = \frac{\text{코일피치}}{\text{극피치}}$ 를 먼저 구하여야 한다.

고조파치수 h는 없으면 1이다.

※ 풀이

$$\therefore \text{코일피치} = 8 - 1 = 7,$$

$$\therefore \text{극피치} = \frac{\text{총 슬롯수}}{\text{극수}} = \frac{54}{6} = 9$$

$$\therefore \text{상수비 } \beta = \frac{\text{코일피치}}{\text{극피치}} = \frac{7}{9}$$

\therefore 단절권 계수

$$K_p = \sin \frac{h\beta\pi}{2} = \sin \left(\frac{1}{2} \times \frac{7}{9} \times \pi \right) = 0.9397$$

※ 참고

답을 외우세요

18. ③

p=6, 슬롯수s=54에서 상수비

$\beta = \frac{\text{코일피치}}{\text{극피치}}$ 를 먼저 구하여야 한다.

고조파치수 h는 없으면 1이다.

※ 풀이

∴코일피치=9-1=8,

∴극피치= $\frac{\text{총슬롯수}}{\text{극수}} = \frac{54}{6} = 9$

∴ 상수비 $\beta = \frac{\text{코일피치}}{\text{극피치}} = \frac{8}{9}$

∴ 단절권 계수

$$K_p = \sin \frac{h\beta\pi}{2} = \sin \left(\frac{1}{2} \times \frac{8}{9} \times \pi \right) = 0.9848$$

※ 참고

답을 외우세요

19. ②

기자 반작용이란 전기자 전류에 의한 자속 중 공극을 지나 주자극에 들어가 계자자속에 영향을 미치는 것을 전기자 반작용이라 한다. 이 반작용은 부하의 역률에 따라 그 작용이 다르게 된다.

① R만의 부하

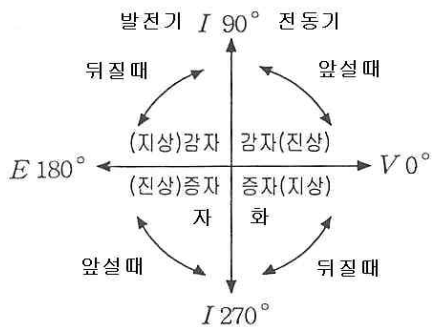
⇒ (전압과 전류 동상): 횡축반작용 ⇒ $I \cos \theta$
(교차자화작용)

② L(유도성), C(용량성)만의 부하

⇒ 90°(π/2)만큼 지상 또는 진상

: 직축반작용 ⇒ $I \sin \theta$

(감자 or 증자(자화)작용)



20. ④

※ 풀이

[문 19] 해설과 동일

21. ①

※ 풀이

[문 19] 해설과 동일

22. ③

※ 풀이

[문 19] 해설과 동일

23. ③

※ 풀이

[문 19] 해설과 동일

24. ④

※ 풀이

[문 19] 해설과 동일

25. ②

※ 풀이

[문 19] 해설과 동일

26. ①

※ 풀이

[문 19] 해설과 동일

27. ①

※ 풀이

[문 19] 해설과 동일

28. ④

※ 풀이

$$\begin{aligned} \text{동기 임피던스 } Z_s &= r + jx_s = r + j(x_a + x_l) \\ &= \sqrt{r^2 + (x_a + x_l)^2} \end{aligned}$$

단, r : 전기자 저항,

x_a : 전기자 반작용 리액턴스

x_l : 전기자 누설 리액턴스,

x_s : 동기리액턴스

일반적으로 동기기는 전기자 저항이 매우 적기 때문에 전기자 저항 r을 무시한다. 즉, ∴ $Z_s = x_s$ 이다.

29. ③

※ 풀이

동기기에서 저항은 누설 리액턴스에 비하여 작으며 전기자 반작용은 단락 전류가 흐른 뒤에 작용하므로 돌발 단락전류를 제한하는 것은 누설 리액턴스이다. 역상 리액턴스는 역상 전류에 대응하는 것으로 3상 평형 단락이 되면 역상 전류는 흐르지 않는다.

$$\text{동기리액턴스} = \text{누설리액턴스} + \text{반작용리액턴스}$$

30. ②

※ 풀이

평형 3상 전압을 유기하고 있는 발전기의 단자를 갑자기 단락하면 단락 초기에 전기자 반작용이 순간적으로 나타나지 않기 때문에 막대한 과도 전류가 흐르다가 누설 리액턴스에 의해 점차 감소하여 수초 후에는 반작용에 의해 영구 단락 전류값에 이르게 되며 동기 리액턴스에 의해 그 크기가 일정하게 유지 된다.

31. ④

※ 풀이

[문 30]과 동일

32. ①

※ 풀이

$V=6000$, $P=50$ [MVA], $I_f=200$, $V_0=6000$, $I_s=600$ 에서 %동기임피던스(%Z)와 단락비(K_s)가 없을 때 동기 임피던스는

$$Z_s = \frac{E}{I_s} = \frac{V}{\sqrt{3} \cdot I_s} \text{로 구하며 \%동기임피던스는}$$

기본 계산식 $\%Z = \frac{PZ_s}{V^2} \times 100$ 로 풀이한다.

※ 해설

$$\therefore Z_s = \frac{V}{\sqrt{3} \cdot I_s} = \frac{6000}{\sqrt{3} \times 600} = 5.773[\Omega]$$

$$\%Z = \frac{PZ_s}{V^2} \times 100 = \frac{5 \times 10^6 \times 5.77}{6000^2} \times 100 = 80.18[\%]$$

33. ③

$I_f=5$, $E=600$, $I_s=30$ 에서 %동기임피던스 강하율과 단락비가 없으므로

$$Z_s = \frac{E}{I_s} = \frac{V}{\sqrt{3} I_s} \text{를 이용한다.}$$

※ 풀이

$$Z_s = \frac{E}{I_s} = \frac{600}{30} = 20[\Omega]$$

34. ③

$V=6000$, $P=5000$ [kVA], $I_f=200$, $I_s=500$ 에서 동기임피던스 구하는 계산문제에서 %동기임피던스강하율과 단락비가 없을 때는
※ 풀이

$$Z_s = \frac{E}{I_s} = \frac{V}{\sqrt{3} I_s} = \frac{6000}{\sqrt{3} \times 500} = 6.93[\Omega][A]$$

35. ③

$I_f=100$, $V=1000\sqrt{3}$, $I_s=50$, 동기임피던스 구하는 계산문제에서 %동기임피던스강하율과 단락비가 없을 때는 다음 식을 이용한다.

※ 풀이

$$Z_s = \frac{E}{I_s} = \frac{V}{\sqrt{3} I_s} = \frac{1000\sqrt{3}}{\sqrt{3} \times 50} = 20[A]$$

36. ①

$V=6000$, $P=4000$ [kVA], $I_f=200$, $V_0=6000$, $I_s=500$ 에서 동기기에서 단락비를

$$\text{물어봤으므로 } K_s = \frac{1}{\%Z_s [P.U]} = \frac{V^2}{PZ_s} = \frac{I_s}{I_n} \text{에서}$$

동기임피던스가 없고 단락전류가 주어지

있으므로 $K_s = \frac{I_s}{I_n}$ 를 이용한다.

※ 풀이

$$P = \sqrt{3} V I_n \text{에서}$$

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} V} = \frac{4000 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6000} = 384.9[A]$$

$$\therefore K_s = \frac{I_s}{I_n} = \frac{500}{384.9} = 1.299 \approx 1.3[A]$$

37. ③

$P=10000$ [kVA], $V=6600$, $Z_s=3.6$ 에서 단락비는

$$K_s = \frac{1}{\%Z_s [P.U]} = \frac{V^2}{PZ_s} = \frac{I_s}{I_n} \text{이용}$$

※ 풀이

$$K_s = \frac{V^2}{PZ_s} = \frac{6600^2}{10000 \times 10^3 \times 3.6} = 1.21$$

38. ③

%동기임피던스와 단락비는 역수관계

※ 풀이

$$K_s = \frac{1}{\%Z_s} \times 100 = \frac{1}{83} \times 100 = 1.2$$

39. ③

%동기 임피던스 Z_s 는 전부하시 임피던스 전압 강하 $I_n Z_s$ 와 정격 상전압 E_n 의 비로

나타내므로 $Z_s = \frac{I_n Z_s}{E_n} \times 100$

$= \frac{I_n}{E_n} \cdot \frac{E_n}{I_s} \times 100 = \frac{I_n}{I_s} \times 100 = \frac{1}{K_s} \times 100$

※ 풀이

$K_s = \frac{1}{Z_s} \times 100[\%] = \frac{1}{Z_s[p.u]}$

40. ④

※ 풀이

단락비 관계

※ 단락비가 크다

- ① 특징 : 좋고 비싸다. 효율 ↓, 과부하내량 크고, 철기계
- ② 비례: 철손, 충전용량, 공극, 단락전류, 안정도, 기계중량(크기), 자속(계자[여자]전류)
(철 충 공 단 안 기 자)

41. ④

※ 풀이

단락비가 큰 동기기는 비싸고 좋으며 효율은 나쁘지만 과부하내량은 크고 동의 양보다 철의 양이 많아 철기계라고 불리며 단락비와 비례하여 커지는 요소에는 철손, 충전용량(전압), 공극, 단락전류, 안정도, 기계중량(크기), 자속, 계자(여자)전류가 있으며 문제에서 극수가 적은 고속기는 터빈발전기에 해당되는 특성으로 터빈 발전기는 단락비가 작다.

42. ④

※ 풀이

동기기의 안정도 향상 대책

- ① 동기 임피던스를 작게 한다.
- ② 속응 여자 방식을 채택한다.
- ③ 회전자에 플라이 휘일을 설치하여 관성 모멘트를 크게 한다.
- ④ 정상 임피던스는 작고, 영상, 역상 임피던스를 크게 한다.
- ⑤ 단락비를 크게 한다.
- ⑥ 동기 탈조 계전기를 사용한다.

43. ①

※ 풀이

[문 42]와 동일

44. ②

※ 풀이

$\therefore P = \sqrt{3} VI \cos \theta$
 $= \sqrt{3} \times 1000 \times 50 \times 0.9 = 77942.3 = 77.9[\text{kW}]$

45. ③

46. ②

※ 풀이

$\tan \theta = \frac{X}{R}, \tan^{-1} \frac{X}{R} = \theta$ 에서 $R = X$ 이므로 \therefore

$\theta = \tan^{-1} 1 = 45^\circ$

유효분과 무효분이 같을 때는 항상 부하각은 45° 를 이룬다.

47. ③

전압 변동률이 주어지고 전압의 크기를

물어보면 $V_0 = (1 + \epsilon) V$ 이용한다.

※ 풀이

정격(단자)전압 $V = \frac{V_0}{(1 + \epsilon)}$

48. ②

※ 풀이

포화율 $\sigma = \frac{yz}{xy} = \frac{12-8}{8} = \frac{1}{2} = 0.5$

49. ②

※ 풀이

단락상태가 되면 동기 발전기 내에 단락전류가 흐르게 된다. 이때 발전기 내부 도체는 코일성분으로 되어있으므로 단락전류는 위상이 뒤진 전류가 된다. 이 위상이 뒤진 전류에 의해 전기자 반작용중 감자작용이 일어나 자속이 포화하지 못하므로 곡선이 아닌 직선이 되는 것이다.

50. ②

※ 풀이

시험의 종류	측정항목
무부하(포화) 시험	철손, 기계손
(3상) 단락 시험	동기임피던스, 동기리액턴스

해설 및 답안

※ 단락비 : 무부하(포화)시험, (3상)단락시험

51. ③

※ 풀이

병렬운전 조건

병렬 운전 조건	조건이 다른 경우
기전력의 크기가 같을 것	무효 순환 전류 발생 (=무효회류)
기전력의 위상이 같을 것	동기화 전류 발생 (=유효회류)
기전력의 주파수가 같을 것	난조발생
기전력의 파형이 같을 것	고주파 무효순환 전류
상회전 방향이 같을 것	동기검정기 모두 점등

무효순환 전류는 기전력의 크기가 같지 않을 때 발생되며 여자(계자)전류에 변화가 생길 때 발생한다.

동기화 전류는 기전력의 위상이 같지 않을 때 발생되며 회전자(계자)를 회전시켜 주는 원동기 출력에 변화가 생길 때 발생한다.

52. ③

※ 풀이

[문 51]과 동일

53. ②

※ 풀이

[문 51]과 동일

54. ③

55. ①

※ 풀이

[문 51]과 동일

56. ④

※ 풀이

[문 51]과 동일

57. ④

※ 풀이

[문 51]과 동일

58. ②

※ 풀이

부하분담 \Rightarrow 역률 $\propto \frac{1}{\text{여자전류}}$

A기 : 여자전류 $\uparrow \rightarrow$ 지상무효전류 \Rightarrow

역률이 나빠진다.

B기 : 여자전류 $\downarrow \rightarrow$ 진상무효전류 \Rightarrow

역률이 좋아진다

여자가 강한(기전력이 높은) 발전기에는 $\frac{\pi}{2}$

뒤진 전류가, 여자가 약한(기전력이 낮은)

발전기에는 $\frac{\pi}{2}$ 앞선 전류가 흐른다.

59. ④

※ 풀이

[문 58]과 동일

60. ②

※ 풀이

[문 58]과 동일

61. ③

62. ②

※ 풀이

발전기에서 전류가 기전력보다 90° 앞선 경우는 자화작용 증자작용이 발생되어 발전기의 유효기전력이 무부하때보다 더 높게 된다. 이는 자기여자현상과 같은 것이다.

63. ④

※ 풀이

자기여자작용 방지책

- ① 발전기 단자에 동기조상기 설치
 - ② 발전기 단자에 리액터 병렬로 접속
 - ③ 발전기 단자에 변압기 설치
 - ④ 발전기 2대, 3대 이상 병렬운전
 - ⑤ 충전전압을 적게 한다.(전기자반작용은 작게)
 - ⑥ 동기임피던스는 작고, 단락비는 크게 한다.
- ※ 동기조상기를 과여자하면 진상의 전류가 흐르게 되어 충전(진상)전류가 흘러 발생한 자기여자작용은 충전전류가 증가하게 되어 자기여자작용이 더 크게 발생한^③그러므로 동기 조상기는 부족여자 하여야 한다.

64. ③

※ 풀이

제동 권선의 역할

- ① 난조 방지

- ② (기동하는 경우 유도 전동기의 농형 권선으로서)기동토크 발생
- ③ 불평형 부하시의 전류, 전압 파형 개선
- ④ 송전선의 불평형 단락시의 이상 전압 방지

65. ③

※ 풀이

[문 64]과 동일

66. ①

※ 풀이

난조 발생의 원인

- ① 원동기 조속기가 너무 예민하거나,
- ② 전기자 저항이 너무 클 때,
- ③ 부하급변시
- ④ 원동기 토크에 고주파가 포함된 경우

67. ④

※ 풀이

[문 64]과 동일

68. ④

※ 풀이

동기 전동기 특성

- ① 항상 일정한 속도(속도 불변)
- ② 기동토크가 작다(기동장치, 여자장치 필요)
- ③ 계자(여자) 전류의 크기를 조절하여 위상(부하각)과 역률을 마음대로 조절

69. ③

※ 풀이

동기 전동기는 계자 전류를 가감하여 전기자 전류의 크기와 위상을 조절할 수 있다.(역률을 1로 개선할 수 있다.)

70. ④

※ 풀이

회전 변류기는 정류기에 해당된다.

71. ①

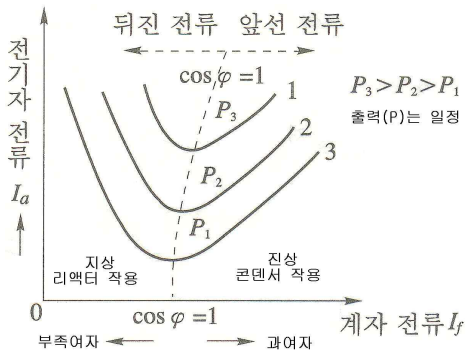
※ 풀이

위상특성곡선(V곡선)

역률 100[%](=cosθ)에서

- ① 여자전류를 감소(부족여자)하면 I_a 증가 $\cos\theta$ 는 낮은(지상) 역률 \Rightarrow 리액터(L)작용
- ② 여자전류를 증가(과여자)하면

I_a 증가 $\cos\theta$ 는 앞선(진상) 역률 \Rightarrow 콘덴서(C)작용



72. ③

※ 풀이

$E_c = V - IZ_s$ 에서 공급전압 V 가 일정할 때 부하전류 I 가 감소하면 E_c 가 증가하게 되어 과여자 한 것과 같은 결과가 되므로 역률은 진상이되며 역률은 낮아지게 된다.

73. ①

※ 풀이

[문 71]과 동일

74. ②

※ 풀이

[문 71]과 동일

75. ②

※ 풀이

[문 71]과 동일

76. ③

※ 풀이

[문 71]과 동일

제4장 직류기

1. ②

※ 풀이

초전도 도체는 저항값이 0으로써

계자(여자)전류가 크게 흘러 자속을 많이 발생시키기 위하여 계자권선에 이용된다.

2. ①

$p=6, K=132, V = E=220, Z=132$, 중권에서

※ 풀이

중권에서 $a=p$ 이므로

정류자 편간 평균전압

해설 및 답안

$$e_a = \frac{E \cdot a}{K} = \frac{220 \times 6}{132} = 10[V]$$

3. ①

D=0.2, N=1800에서 단위가 [m/s]가 주어질때의 속도식은 항상
※ 풀이

$$V = \pi D \frac{N}{60} = 3.14 \times 0.2 \times \frac{1800}{60} = 18.84[m/s]$$

4. ③

※ 풀이
브러시의 압력은 재질에 따라서 0.1~0.2[kg/cm²]로 조정한다. 전차용 전동기, 크레인 모터 등 진동이 많은 기계는 0.3~0.45[kg/cm²]로 한다.

5. ②

※ 풀이
중권과 파권
① 중권(병렬권) - 저전압 대전류

	병렬회로수	극수	브러쉬수
단중 중권	a	= p	= b
다중 중권	a	= mp	(m:다중도)

▶ 4극 이상이면 불꽃 방지 및 양호한 정류를 위해서 균압선(환, 고리)를 접속해야 한다.

② 파권(직렬권) - 고전압 소전류

	병렬회로수	극수	브러쉬수
단중 파권	a	= 2	= b
다중 파권	a	= 2m	

▶ 장점 : 전압이 높아진다.

6. ④

※ 풀이
[문 5]과 동일

7. ④

※ 풀이
[문 5]과 동일

8. ③

※ 풀이
p=4, I_a=20, 중권에서 a=p이므로 각 전기자 권선의 병렬회로에 흐르는 전류는

$$I'_a = \frac{I_a}{a} = \frac{20}{4} = 5[A]$$

9. ③

※ 풀이
[문 5]과 동일

10. ②

※ 풀이
[문 5]과 동일

11. ④

직류기에서 자속과 기전력이 나오면
 $E = \frac{pZ\phi N}{60a}$ 를 사용한다. p=4, 중권, Z=960,

$\phi=0.04$, N=400, 중권이므로 a=p=8

※ 풀이 $E = \frac{pZ\phi N}{60a} = \frac{8 \times 960 \times 0.04 \times 400}{60 \times 8} = 256[V]$

12. ②

P=1000[kW], V=500, N=240, s=192, μ=6, p=12, R_a=0.006, 중권에서 자속이 주어져

있으므로 $E = \frac{pZ\phi N}{60a}$ 를 사용하며, 주어져 있지

않은 유기기전력은 $E = V \pm I_a R_a$ 를 사용한다.

[풀이] 발전기 이므로 $E = V + I_a R_a$ 에서

분권으로 전부하시 이므로

$$I_a = I + I_f = I = \frac{P}{V} = \frac{1000 \times 10^3}{500} = 2000[A]$$

$$E = 500 + (2000 \times 0.006) = 512[V]$$

$$\text{총도체수 } Z = \mu s = 6 \times 192 = 1152$$

중권이므로 a=p=12

$$E = \frac{pZ\phi N}{60a} \text{에서}$$

$$\phi = \frac{60Ea}{pZN} = \frac{60 \times 512 \times 12}{12 \times 1152 \times 240} = 0.11[Wb]$$

13. ②

p=6, Z=400, φ=0.01, N=600,

파권(a=2)에서 직류기 문제에 '자속'이 있을때 유기기전력은 다음과 같이 풀이한다.

※ 풀이

$$E = \frac{pZ\phi N}{60a} = \frac{6 \times 400 \times 0.01 \times 600}{60 \times 2} = 120[V]$$

14. ③

$E = k\phi N$ 에서 $\phi \propto \frac{1}{N}$ 이므로 N 이 4로 되면,
 ϕ 은 $\frac{1}{4}$ 배가 되어야 한다.

15. ①

※ 풀이

전기자 반작용의 영향

- ① 중성축 이동
 - 발전기: 회전 방향
 - 전동기: 회전 반대 방향
- ② 국부적인 섬락(불꽃) 발생
- ③ 편자작용 (감자 작용 및 교차자화 작용) 발생
- ④ 발전기의 경우 계자 자속이 감소하여 기전력이 저하하고, 단자전압이 강하하고, 출력이 감소한다.
- ⑤ 전동기의 경우 계자 자속이 감소하여 토오크(=회전력)이 감소하고, 회전수(=속도)가 증가한다.

16. ④

※ 풀이

보극을 설치하는 이유는 전지가 반작용 기자력을 상쇄하여 중성축의 이동을 방지하여 브러시 이동을 방지하고 정류자의 불꽃 발생을 방지하고 정류기전력을 발생하여 양호한 정류가 되도록 한다.

17. ④

※ 풀이

보상권선은 전기자 권선과 직렬로 연결하여 전기자전류와 크기는 같고 반대방향으로 전류를 흘려 부하 변동시 전기자 반작용 자속을 보상 권선의 자속으로 상쇄시킨다.

18. ②

19. ②

※ 풀이

전기자 반작용을 감소하기 위해 설치하는 부속품

- ① 보극 : 전기자와 직렬 연결
 - ▶ 전기자 기자력의 1.3~1.4배로
- ② 보상권선 : 전기자와 직렬 연결
 - ▶ 가장 이상적인 방지책
 - ▶ 전류방향: 전기자전류와 반대방향 전류인가

20. ④

※ 풀이

양호한 정류를 얻는방법 $(e_r = L \frac{2I_c}{T_c})$

- ① 리액턴스 전압을 작게 한다.
- ② 인덕턴스를 작게 한다.
- ③ 정류주기를 크게 한다.
- ④ 회전자 속도를 작게(느리게) 한다.
- ⑤ 전기자 권선법을 단절권으로 한다.
- ⑥ 평균 리액턴스 전압을 브러시 접촉면 전압강하보다 크게 한다.
- ⑦ 보극과 탄소브러시를 사용한다.
- ⑧ 브러시 접촉저항을 크게 한다.

21. ②

※ 풀이

[문 20]과 동일

22. ③

※ 풀이

[문 20]과 동일

23. ①

※ 풀이

- 불꽃 없는 가장 좋은 정류 방법
- ① 전압 정류 : 보극 사용
 - ② 저항 정류 : 탄소브러시 설치

24. ④

분권 발전기, $V=100, R_f=50, I_f=2, I=50, R_a=0.1$ 에서 기전력을 물어본 문제로 자속이 없으므로 $E = V \pm I_a R_a$ 를 쓰며 발전기 이므로 부호는 (+)를 사용하고 전기자 전류는 항상 주어지 지 않으므로 기계종류를 통해 구한다. 분권이므로 전기자 전류는 $I_a = I + I_f$

※ 풀이

$$I_a = I + I_f = 50 + 2 = 52$$

$$E = V + I_a R_a = 100 + 52 \times 0.1 = 105.2[V]$$

25. ③

※ 풀이

$V = \frac{940I_f}{33 + I_f}$ 에서 계자 권선의 저항이 $20[\Omega]$ 이므로 분권발전기에서 $V = I_f R_f = \times 20I_f$

$$\therefore I_f = \frac{V}{20}$$

이식을 윗식에 대입하면

$$V = \frac{940 \frac{V}{20}}{33 + \frac{V}{20}}, \quad 33V + \frac{V^2}{20} = 940 \times \frac{V}{20}$$

$$33 + \frac{V}{20} = 47 \quad \therefore V = 280[V]$$

26. ③

$P=10[\text{kW}]$, $V=200$, $R_a=0.15$ 에서 속도가 일정한 상태에서 타여자 발전기를 전동기로 사용할 때의 바뀐 단자전압을 묻는 문제로 속도가 일정하므로 발전기와 전동기의 기전력을 같음을 이용한다. 본 문제에 자속이 주어지지 않으므로 다음 식을 이용한다.

※ 풀이

발전기 $E = V + I_a R_a$, 전동기 $E = V' - I_a R_a$ 에서 전기자 전류가 없으므로 먼저 구하면

$$\text{타여자기에서 } I_a = I = \frac{P}{V} = \frac{10 \times 10^3}{200} = 50[\text{A}]$$

$$\text{발전기 } E = V + I_a R_a = 200 + 50 \times 0.15 = 207.5[\text{V}]$$

$$\text{전동기 } E = V' - I_a R_a \text{에서}$$

\therefore 단자전압

$$V' = E + I_a R_a = 207.5 + 50 \times 0.15 = 215[\text{V}]$$

27. ③

같은 종류의 주어진 것이 두 개이므로 비례식 문제이다. 직류기 기전력의 비례식은 $E = k \phi N$ 을 사용. $P=25[\text{kW}]$, $V=125$, $N=1200$, 타여자발전기, $R_a=0.4$, $N'=200$ 에서 $E \propto N$ 을 사용

※ 풀이

$$E : N = E' : N' \text{에서}$$

$$E' = \frac{N'}{N} \times E = \frac{200}{1200} \times E = \frac{1}{6} E$$

28. ①

$P=25[\text{kW}]$, $V=125$, $N=1200$, 타여자 발전기, $R_a=0.04$, $N'=200$ 일때 바뀐 부하전류 I' 를 묻는 비례식 문제이 ③ $N \propto I$ 이므로

※ 풀이

$$N : I = N' : I' \Rightarrow N : \frac{P}{V} = N' : I'$$

$$I' = \frac{P}{V} \times \frac{N'}{N} = \frac{25 \times 10^3}{125} \times \frac{200}{1200} = 33.333[\text{A}]$$

29. ③

직류기에서 자속 ϕ 가 없는 기전력 계산문제는 $E = V \pm I_a R_a$ 를 사용한다. 분권 발전기, $R_f=50$, $I_f=2$, $R_a=1.5$ 에서 전기가 전류가 없으므로 먼저 구하여야 한다. 분권 이므로 $I_a = I + I_f$ 이지만 무부하 이므로 $I_a = I_f$ 이다. 분권은 병렬회로로 부하에 걸리는 단자전압이 계자에도 걸리므로 $V = I_f R_f$ 로 구한다.

※ 풀이

$$I_a = I_f = 2[\text{A}],$$

$$V = I_f R_f = 2 \times 50 = 100[\text{V}]$$

발전기 이므로

$$E = V + I_a R_a = 100 + 2 \times 1.5 = 103[\text{V}]$$

30. ②

$P = 4.8[\text{kW}]$, $V = 200$, $V_0 = E = 210$, $R_f = 200$ 에서 전기자저항을 기전력을 이용하여 구한다.

※ 풀이

$$I_a = I + I_f = \frac{P}{V} + \frac{V}{R_f} = \frac{4800}{200} + \frac{200}{200} = 25[\text{A}]$$

$E = V + I_a R_a$ 에서

$$R_a = \frac{E - V}{I_a} = \frac{210 - 200}{25} = 0.4[\Omega]$$

31. ①

직류 타여자 발전기, $P=5[\text{kW}]$, $V=100$, $I=50$, $N=1800$, $V_f=50$, $I_f=5$, $R_a=0.2$, $e_b=2$ 에서 무부하시와 정격부하시의 전압차는 기전력(E)와 단자전압(V)의 차를 말한다. 직류기에서 자속이 없을 때 기전력식은 다음식을 이용하며 전기자 전류부터 구한다.

※ 풀이

$$\text{타여자에서 } I_a = I = 50[\text{A}] \text{ 이므로}$$

$$E = V + I_a R_a + e_b \text{에서 전압차는}$$

$$E - V = I_a R_a + e_b = 50 \times 0.2 + 2 = 12[\text{V}]$$

32. ④

※ 풀이

① 무부하 포화 곡선

: 유기기전력(E) - 계자전류(I_f)

② 부하 포화 곡선

: 단자전압(V) - 계자전류(I_f)

③ 외부특성 곡선

: 단자전압(V) - 부하전류(I)

33. ②

※ 풀이

복권기는 직권 계자와 분권 계자를 모두 갖고 있으며 직권기나 분권기로 바꾸어 사용하고자할 때는 반대쪽 권선의 결선을 바꾸어주면 되는데 이때, 분권기로 사용시 직권 계자 권선은 단락하고, 직권기로 사용시 분권 계자 권선은 단선(개방)시킨다.

34. ②

※ 풀이

[문 33]과 동일

35. ④

※ 풀이

차동복권 발전기는 수하특성이 가장 좋은 직류 발전기로 부하를 걸면 수하특성을 갖고 있는 타여자, 분권, 차동복권기중에서 전압 변동률이 가장 크다.

36. ①

※ 풀이

$I_a = I = I_f = \phi$ 에서 무부하 하면 $I = 0$ 이므로 $I_f = 0, E = 0$ 이 된다.

37. ①

※ 풀이

자여자(직권, 분권, 복권) 발전기는 역회전하게 되면 기전력의 극성이 반대가 되어 계자(여자)전류의 방향이 반대가 되어 잔류자기가 점점 작아져 소멸하게 된다. 자속이 '0'이면 기전력을 발생할수 없으므로 발전이 되지 않는다.

38. ①

※ 풀이

유도 전동기의 1차측 3선중 2선을 바꾸어 결선할 경우 유도 전동기는 역회전하게 된다. 이 경우 자여자 발전기인 직류 분권 발전기는 잔류자기가 소멸되어 발전하지 못하게 된다.

39. ②

※ 풀이

$$V \uparrow \leftarrow E \uparrow \leftarrow \phi \uparrow \leftarrow I_f \uparrow \leftarrow R_f \downarrow$$

40. ②

$$V = 120, \epsilon = 5[\%] = 0.05 \text{에서 } \epsilon = \frac{V_0 - V}{V} \times 100 \text{을}$$

이용하면

※ 풀이

$$V_0 = (1 + \epsilon)V = (1 + 0.05) \times 120 = 126[V]$$

41. ①

※ 풀이

직류발전기 병렬운전 조건

- ① 극성 . 단자전압이 같을 것(용량 . 출력과 무관)
- ② 외부특성이 수하특성일 것(타여자, 분권, 차동복권)
 - ⓐ 수하특성을 갖지 못하는 발전기는 병렬운전을 할수 없다.(직권, 복권)
 - ⓑ 균압선 설치시 병렬운전이 가능해진다.
 - ⓒ 균압선 설치 이유 : 안정운전을 위해
- ③ 외부 특성 곡선이 거의 같을 것 조건에서 보듯이 정격 전압 V는 같아야 하지만 용량 P는 상관이 없다.

42. ③

※ 풀이

[문 41]과 동일

43. ③

※ 풀이

균압선의 목적은 병렬 운전을 안정하게 하기 위하여 설치하는 것으로 일반적으로 직권 및 복권발전기(수하특성이 아닌 것)에서는 직권 계자 코일에 흐르는 전류에 의하여 병렬 운전이 불안정하게 되므로, 균압선을 설치하여 직권 계자 코일에 흐르는 전류를 분류하게 한다. 외부특성이 수하특성인 타여자, 분권, 차동복권은 균압선이 필요없다.

44. ①

※ 풀이

[문 43]과 동일

45. ①

해설 및 답안

※ 풀이

[문 43]과 동일

46. ②

$p=4$, 중권, $Z=160$, $\phi=0.01$, $I_a=100$ 에서
토크를 묻는 문제로 직류 전동기에서 자속 ϕ 가
주어진 경우 $T = \frac{pZ\phi I_a}{2\pi a}$ 를 이용하며 이때,
주어지지 않은 병렬회로수는 중권이므로
 $a=p=4$ 이다.

※ 풀이

$$T = \frac{pZ\phi I_a}{2\pi a} = \frac{4 \times 160 \times 0.01 \times 100}{2 \times 3.14 \times 4} = 25.477 [\text{N} \cdot \text{m}]$$

47. ②

$Z=80$, 중권, $p=2$, $\phi=3.14$, $I_a=10$ 의 토크
문제에서 자속 ϕ 가 주어지면

$$\text{토크 } T = \frac{pZ\phi I_a}{2\pi a} [\text{N} \cdot \text{m}] \text{를 이용하지만 단위가}$$

$[\text{kg} \cdot \text{m}]$ 로 주어지므로 $\frac{1}{9.8}$ 을 곱해야 한다.

중권 이므로 $a=p=2$

※ 풀이

$$T = \frac{pZ\phi I_a}{2\pi a} \times \frac{1}{9.8} \\ = \frac{2 \times 80 \times 3.14 \times 10}{2 \times 3.14 \times 2} \times \frac{1}{9.8} = 40.8 [\text{kg} \cdot \text{m}]$$

48. ④

$V=100$, $I_a=10$, $N=1800$, $R_a=1$,

직류전동기에서 전기자저항이 주어질 때의

토크계산은 $T = \frac{60I_a(V - I_aR_a)}{2\pi N}$ 을 이용한다.

※ 풀이

$$\therefore T = \frac{60I_a(V - I_aR_a)}{2\pi N} \\ = \frac{60 \times 10 \times (100 - 10 \times 1)}{2 \times \pi \times 1800} = 4.774 [\text{N} \cdot \text{m}]$$

49. ③

$P=10[\text{HP}]$, $N=600$, $1\text{HP}=746[\text{W}]$ 에서 자속과

전기자저항이 없으므로 $T = 0.975 \times \frac{P}{N}$ 을

이용한다.

※ 풀이

$$T = 0.975 \times \frac{P}{N} = 0.975 \times \frac{10 \times 746}{600} = 12.1 [\text{kg} \cdot \text{m}]$$

50. ③

전기자 저항과 자속이 주어지지 않을 때의
토크 계산은 다음과 같이 풀이한다.

※ 풀이

$$T = 0.975 \times \frac{P}{N} = 0.975 \times \frac{4000}{1400} = 2.79 [\text{kg} \cdot \text{m}]$$

51. ③

$E=200$, $N=1200$, $T=16.2$ 에서 토크가 주어져
있으므로 토크계산으로 하고 자속과

전기자저항이 없으므로 $T = 0.975 \frac{P}{N}$ 을

이용한다.

※ 풀이

$$T = 0.975 \frac{P}{N} = 0.975 \times \frac{E I_a}{N} \text{에서}$$

$$\therefore I_a = \frac{T N}{0.975 \times E} = \frac{16.2 \times 1200}{0.975 \times 200} = 99.69 [\text{A}]$$

52. ①

토크공식 중 출력과 회전수와 길이가 들어간

$$T = 0.975 \times \frac{P}{N} = \text{힘(무게)} \times \text{길이(반지름)} [\text{kg} \cdot \text{m}]$$

들을 사용한다.

※ 풀이

$$\text{힘(무게)} = 0.975 \times \frac{P}{N} \div \text{길이(반지름)} [\text{kg} \cdot \text{m}]$$

$$= 0.975 \times \frac{20 \times 10^3}{1140} \div 0.14 = 122.18 [\text{kg}]$$

53. ①

54. ①

직류 분권 발전기를 전동기로 사용, $R_a=0.05$,

$V=200$, $N=1500$, $I_a=100$ 에서 발전기에서

전동기로 사용시 속도변화를 묻는 비례식
계산이다.

※ 풀이

$E = k\phi N$, $E' = k\phi N'$ 에서 먼저 기전력 값을 구
한다.

$$\text{발전기 } E = V + I_a R_a = 200 + 100 \times 0.05 = 205 [\text{V}]$$

$$\text{전동기 } E' = 200 - 100 \times 0.05 = 195 [\text{V}]$$

기전력과 회전수는 비례하므로 $E : N = E' : N'$,

$$205 : 1500 = 195 : N'$$

$$\therefore N' = \frac{195}{205} \times 1500 = 1427[\text{rpm}]$$

55. ①

직류전동기의 운전시의 출력은 기계적 출력을 의미한다. $V=120$, 부하시 $I=50$, 무부하시 $I=I_f=4$, $R_f=40$, $R_a=0.1$, $e_b=2$

※ 풀이

기계적 출력은 전기자에서 발생하므로

$$P = E \cdot I_a \text{에서}$$

$$I_a = I - I_f = 50 - 4 = 46[\text{A}]$$

$$E = V - I_a R_a - e_b = 200 - 46 \times 0.1 - 2 = 113.4[\text{V}]$$

$$P = E \cdot I_a = 113.4 \times 46 = 5216.4[\text{W}] \approx 5.2[\text{kW}]$$

56. ①

※ 풀이

계자회로의 단선되면 계자전류가 흐르지 않아 자속을 만들 수 없으며 이를 무여자 되었다 한 ③ 직류분권전동기는 무여자($\phi=0$)하면

$$N \uparrow = k \frac{V - I_a R_a}{\phi \downarrow} \text{에서 속도가 빨라져 과열}$$

소손될 위험이 있다. 직류직권전동기도 분권전동기와 마찬가지로 무여자 하면 속도라 빨라지며 직권전동기는 $I_a = I_f = I = \phi$ 이므로 무부하시에도 속도가 빨라져 과열 소손될 위험이 있다.

57. ②

※ 풀이

$T = k\phi I_a$ 에서 직류직권전동기는

$I_a = I_f = I = \phi$ 이므로 $T = kI_a^2 = k\phi^2$ 이라 할 수 있다. 그러므로 직류 직권전동기는 $T \propto I_a^2$,

$$T \propto \phi^2 \propto \frac{1}{N^2} \text{이다. } \star \text{ 직류 전동기에서}$$

유일하게 직권만이 제곱관계임을 꼭! 기억하자

58. ②

※ 풀이

문자를 다르게 사용했으므로 모양보다는 의미에 집중하세요

$$\text{정격 부하시의 역기전력 } E = V - I_a R_a,$$

$$\text{정격부하시 회전수 } N, \text{ 무부하시의 역기전력 } E_0 = V, \text{ 무부하시 회전수 } N_0 \text{에서 } E \propto N \propto V \text{를}$$

이용하여

$$E : N = E_0 : N_0 \text{에서 } N_0 = \left(\frac{E_0}{E} \right) N = \left(\frac{V}{V - I_a R_a} \right) N$$

문제에서 무부하속도 $N_0 = N'$,

$$\text{정격전압 } V = E_t \text{이므로 } N' = \left(\frac{E_t}{E_t - I_a R_a} \right) N$$

59. ③

※ 풀이

$T = k\phi I_a$ 에서 직류직권전동기는

$$I_a = I = I_f = \phi \text{이므로 } T = kI_a^2 = k\phi^2 \text{이므로}$$

$$T \propto \phi^2 \propto \frac{1}{N^2} \text{이다.}$$

60. ③

※ 풀이

기중기용 전동기는 기동토크가 큰 직류직권전동기를 사용한다.

61. ②

※ 풀이

직류 직권 전동기에서

$$N = K \frac{V - I_a (R_a + R_s)}{I_a = \phi} [\text{r.p.s}] \text{이고}$$

$$I_a = I_f = I = \phi \text{이므로 정격전압,}$$

무부하($I=0$)에서 위험 속도가 되므로 다른 기계를 운전하려면 반드시 직결하거나 기어 또는 체인을 가용하여야 한다.

62. ②

63. ③

기계정수가 주어지면 속도식을 사용한다.

※ 풀이

$$R_s = 0.2, R_a = 0.3, V = 200, I = 200, k = 3$$

$$I_a = I = I_f = \phi \text{이므로}$$

$$N = k \frac{V - I_a (R_a + R_s)}{\phi} = 3 \times \frac{200 - 20 \times (0.2 + 0.3)}{20} = 28.5[\text{rps}] = 1710[\text{rpm}]$$

64. ③

$$\text{직류직권전동기 } I_a = 30, T = 210, I'_a = 90 \text{에서}$$

직권은 $T \propto I_a^2$ 임을 이용한 비례식 계산이다.

※ 풀이

$$T : I_a^2 = T' : I_a'^2, 210 : 30^2 = T' : 90^2$$

해설 및 답안

$$T' = \left(\frac{90}{30}\right)^2 \times 210 = 1890[\text{kg} \cdot \text{m}]$$

65. ③

※ 풀이

직류 직권 전동기는 $T \propto \phi^2 \propto \frac{1}{N^2}$ 이므로

회전수를 $\frac{1}{2}$ 로 줄이면 토크 T는 4배로 증가한다.

66. ②

전부하시 $I=50$, T, 바뀐 토크 $T' = \frac{1}{2}T$,

직권 전동기에서 $T \propto I^2$ 을 이용

※ 풀이

$$T : I = T' : I', \quad T : 50^2 = \frac{1}{2}T : I'^2,$$

$$\therefore I' = \sqrt{\frac{\frac{1}{2}T \times 50^2}{T}} = \frac{50}{\sqrt{2}} = 35.36[\text{A}]$$

67. ②

※ 풀이

직권 전동기는 토크가 증가하면 속도가

저하하므로($\because T \propto \frac{1}{N^2}$) 회전속도와 토크와의

곱에 비례하는 출력도 어떤 범위 내에서는 대체로 일정하다. 따라서, 직권 전동기는 전기철도, 기중기 등의 부하변동이 심하고 큰 기동토크가 요구되는 기기에 사용된다.

68. ①

※ 풀이

직류전동기의 기동토크 및 속도변동률이 큰순서는 다음과 같다.

직권 \Rightarrow 가동(화동)복권 \Rightarrow 분권 \Rightarrow 차동복권

69. ①

※ 풀이

회전방향을 바꾸기 위해서는 계자의 극성이나 전기자 전류의 방향, 둘 중 한가지만 반대로 바뀌어야 한다. 공급 전압의 극성을 반대로 되면, 계자 전류와 전기자 전류의 방향이 동시에 반대로 된다. 따라서 회전 방향은 변하지 않는다

③

70. ①

※ 풀이

$$R_f \uparrow \Rightarrow I_f \downarrow \Rightarrow \phi \downarrow \Rightarrow N \uparrow$$

71. ②

※ 풀이

$$E = K\phi N, \quad E = V - R_a I_a$$

$$\therefore N = \frac{E}{K\phi} = \frac{V - R_a I_a}{K\phi} = k \frac{V - R_a I_a}{\phi}$$

72. ②

※ 풀이

$$\therefore \text{속도제어 } N = K \frac{E}{\phi} = K \frac{V - I_a(R_a + R)}{\phi} [\text{rps}]$$

① 저항제어법 : 손실이 크고, 효율이 나쁘다.

② 계자제어법 : 정출력(정구동) 제어
사용(세밀,안정)

③ 전압제어법 : 광범위한 속도 제어(정토크 제어)

㉠ 워드레어너드 방식 : 일정부하(정부하)

㉡ 일그너 방식 : 플라이 휠 사용 (변부하)

㉢ 직·병렬제어법 : 직권 전동기
속도제어에 사용

㉣ 초퍼제어 : 직류전압을 직접 제어

73. ②

※ 풀이

[문 72]와 동일

74. ①

※ 풀이

[문 72]와 동일

75. ④

※ 풀이

[문 72]와 동일

76. ④

※ 풀이

[문 72]와 동일

77. ①

※ 풀이

직류전동기 기동저항기 저항값은

기동전류 $I_s = I_n (= I_a) \times \text{배수} = \frac{V}{R_a + R_s}$ 에서

$$\begin{aligned} \therefore \text{기동저항 } R_s &= \frac{V}{I_a \times \text{배수}} - R_a \\ &= \frac{300}{50 \times 1.5} - 0.05 = 3.95 [\Omega] \end{aligned}$$

78. ③

※ 풀이

$V=200, I_a=50, R_a=0.3, I_s=1.7I_n$ 에서 직류전 동기 기동시 기동저항기 저항값은

기동전류 $I_s = I_n (= I_a) \times \text{배수} = \frac{V}{R_a + R_s}$ 이므로

$$\begin{aligned} \therefore \text{기동저항 } R_s &= \frac{V}{I_a \times \text{배수}} - R_a \\ &= \frac{200}{50 \times 1.7} - 0.3 = 2.05 [\Omega] \end{aligned}$$

79. ①

※ 풀이

철손은 무부하손으로 히스테리시스손과 와전류손이 있다. 저항손은 부하손에 해당된다.

손실	[무부하손 (고정손)	{	철손 P_i [히스테리시스손 P_h
		부하손 (가변손)	{	기계손 P_m : 풍손, 마찰손, 베어링손	동손 P_c : 전기자손, 저항손, 계자손
				표유부하손: 누설자속에 의한 손실	

80. ③

※ 풀이

[문 79]와 동일

81. ③

발전기는 전기를 만들어서 내보내는(출력)기계이므로 효율을 출력으로 표현하고 전동기는 전기를 받아서(입력) 작동하는 기계이므로 입력으로 효율을 표현한다.

※ 풀이

$$\begin{aligned} \text{발전기} : \eta &= \frac{\text{출력}}{\text{출력} + \text{손실}} \times 100 [\%] \\ \text{전동기} : \eta &= \frac{\text{입력} - \text{손실}}{\text{입력}} \times 100 [\%] \end{aligned}$$

82. ①

손실 $x + yI^2$ 에서 x 상수는 부하전류와 관계 없으므로 무부하손(고정손)이고 yI^2 는

부하전류 제공에 비례하여 변하므로 부하손(가변손)에 해당된다. 최대 효율 조건은 무부하손=부하손이므로 즉, $x = yI^2$ 이 되는 부하전류 I 값을 구하면

※ 풀이

$$x = yI^2 \text{에서 } I = \sqrt{\frac{x}{y}} \text{이다.}$$

83. ①

※ 풀이

최대효율은 무부하손(고정손)과 부하손(가변손)의 크기가 같을 때 발생한다.

84. ②

$\eta=80[\%], \text{출력}=10\text{kW}$

고정(무부하)손=1300에서 효율계산 문제로 출력만 주어졌으므로 발전기규약 효율로 구한다.

※ 풀이

$$\eta = \frac{\text{출력}}{\text{출력} + \text{손실}} \times 100 \text{에서}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{손실} &= \frac{\text{출력}}{\eta} \times 100 - \text{출력} = \frac{10}{80} \times 100 - 10 \\ &= 2.5 [\text{kW}] = 2500 [\text{W}] \end{aligned}$$

전체손실=무부하손(고정손)+부하손(가변손)이므로

$$\begin{aligned} \therefore \text{가변손실} &= \text{전체손실} - \text{고정손실} \\ &= 2500 - 1300 = 1200 [\text{W}] \end{aligned}$$

제5장 정류기

1. ①

※ 풀이

초퍼는 일정 입력 전원전압으로부터 초퍼핀(짧게 자른) 부하전압을 만들며 전원으로부터 부하를 연결 혹은 단절하는 다이리스터 온/오프 스위치 이다.

2. ③

※ 풀이

사이클로 컨버터란 정지 사이리스터 회로에 의해 전원 주파수와 다른 주파수의 전력으로 변환시키는 즉 교류(AC)-교류(AC)변환을 하는 직접 회로 장치이다.

3. ④

해설 및 답안

※ 풀이

전력변환장치

- ① 정류기(컨버터) : 교류(AC)를 직류(DC)로 변환
- ② 인버터 : 직류(DC)를 교류(AC)로 변환
- ③ 사이클로 컨버터 : 교류(AC)를 교류(AC)로 변환
- ④ 초퍼형 인버터 : 직류전압을 직접 제어 [직류(DC)를 직류(DC)로 변환]

4. ④

※ 풀이

[문 3]과 동일

5. ①

※ 풀이

[문 3]과 동일

6. ③

※ 풀이

수은 정류기 이상 현상에는 역호, 이상전압, 통호, 실호가 있다. 점호는 아크 발생으로 정류가 개시되는 것을 말한다.

7. ②

8. ④

1상의 양극 전류는 $100[A]$ 가 $\frac{2\pi}{3}$ 사이에만

흐르고 나머지 $\frac{4\pi}{3}$ 는 흐르지 않으므로

※ 풀이

$$I_s = \sqrt{\frac{(100^2 \times \frac{2\pi}{3})}{2\pi}} = \frac{100}{\sqrt{3}} [A]$$

9. ④

※ 풀이

역호의 원인

- ① 내부 잔존 가스 압력의 상승
- ② 화성 불충분
- ③ 양극의 수은 물방울 부착
- ④ 양극 표면의 불순물 부착
- ⑤ 양극 재료의 불량
- ⑥ 전류, 전압의 과대
- ⑦ 증기 말도의 과대

즉, 수은 정류기를 “과”하게 운전할 때와 양극에 불순물 부착 및 불량으로 볼 수 있다.

10. ④

※ 풀이

회전 변류기는 교류측과 직류측의 전압비가 일정하므로 직류측 여자 전류를 가감하여 직류 전압을 조정할 수 없다. 따라서 직류 전압을 조정하기 위해서는 슬립링에 가해지는 교류 전압을 조정하여야 한다. 이 방법은 다음과 같다.

- ① 직렬 리액턴스에 의한 방법
- ② 유도 전압 조정기를 사용하는 방법
- ③ 부하시 전압 조정 변압기를 사용하는 방법
- ④ 동기 승압기를 사용하는 방법

11. ③

※ 풀이

[문 10]과 동일

12. ④

13. ②

※ 풀이

- 다이오드를 직렬 연결 :
 - ① 과전압으로부터 보호
 - ② 회로에 더 큰 전압을 인가 할 수 있다.
- 다이오드 병렬 연결 :
 - ① 과전류로부터 보호
 - ② 회로에 더 큰 전류를 인가 할 수 있다.

14. ④

※ 풀이

- 정류용 다이오드 : AC를 DC로 정류
- 버랙터 다이오드 : 정전용량이 전압에 따라 변하는 소자
- 바리스터 다이오드 : 과도 전압, 이상 전압에 대한 회로 보호용으로 사용되는 소자
- 제너 다이오드 : 정전압 회로용 소자

15. ③

※ 풀이

[문 13]과 동일

16. ②

단상 반파이므로 계산과정에 $E_d = 0.4E$ 가 들어간다. 정류기에서 전원측은 교류를 의미하며, 부하측은 직류를 위미한다. $E=200$, $R_d=20$ 에서 전류를 물어 봤으므로 옴의 법칙을 이용한다.

※ 풀이

$$I_d = \frac{E_d}{R_d} \text{에서 } E_d = 0.45E = 0.45 \times 200 = 90[V]$$

$$\therefore I_d = \frac{E_d}{R_d} = \frac{90}{20} = 4.5[A]$$

17. ④

단상반파, $E_d=200$ 에서 첨두 역전압을 물어본 문제

※ 풀이 1

$$E_d = 0.45E \text{에서 } E = \frac{E_d}{0.45} \text{ 이므로}$$

$$PIV = \sqrt{2}E = \sqrt{2} \times \frac{E_d}{0.45} = \sqrt{2} \times \frac{200}{0.45} = 628[V]$$

※ 풀이 2

$$PIV = \pi E_d = 3.14 \times 200 = 628[V]$$

18. ④

19. ①

※ 풀이

2상 반파정류는 단상전파정류이다.

단상전파 정류에서 직류값과 교류값의 관계

$$E_d = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} E = 0.9E$$

$$\text{교류 전압 } E = 1.11E_d$$

$$\therefore \text{교류전류 } I = 1.11I_d$$

20. ②

21. ④

부하각(ϕ) ≤ 제어범위 ≤ π

※ 풀이

$$\text{여기서, } \phi = \tan^{-1} \frac{\omega L}{R} = \tan^{-1} \frac{2.3}{2.3} = 45^\circ$$

$$\therefore \frac{\pi}{4} \leq a \leq \pi$$

22. ①

브릿지 회로이므로 단상 전파정류이며, 교류전압 $E=10$, 직류측 저항 $R_d=5[k\Omega]$ 에서 전류계는 직류측에 있으므로 직류전류의 크기를 묻는 문제

※ 풀이

$$I_d = \frac{E_d}{R_d} \text{에서 단상 전파 이므로}$$

$$\text{직류 전압 } E_d = 0.9E = 0.9 \times 10 = 9[V]$$

$$\therefore I_d = \frac{E_d}{R_d} = \frac{9}{5 \times 10^3} = 1.8 \times 10^{-3}[A] = 1.8[mA]$$

23. ④

$E=1000$, 단상 전파정류, $I_d=150$ 에서 단상 전파정류이므로 $E_d = 0.9E$, $E = 1.11E_d$,

$I_d = 1.11I$ 이다.

※ 풀이

$$I = 1.11I_d = 1.11 \times 150 = 166.5[A]$$

24. ①

$I_d=100$, 단상전파에서 교류=1.11×직류를 이용한다.

※ 풀이

$$I = 1.11I_d = 1.11 \times 100 = 111[A]$$

25. ②

단상 전파 $E_d=450$ 에서 교류전압은

※ 풀이

$$E = 1.11E_d = 1.11 \times 450 = 499.5[V]$$

26. ②

단상전파, $I_d = 100$, $e = 15$ 에서 2차측 상전압은 교류전압을 말한다.

※ 풀이

$$E_d = 0.9E - e \text{에서}$$

$$E = \frac{E_d + e}{0.9} = 1.11(E_d + e) = 1.11 \times (100 + 15)$$

$$= 127.65[V]$$

27. ②

단상전파 정류, $E_d=90$ 에서 첨두역전압은

$$PIV = 2\sqrt{2}E \text{으로 교류전압 } E \text{부터 구하면}$$

※ 풀이

해설 및 답안

$$E = 1.11E_d = 1.11 \times 90 = 99.9[V]$$

$$\therefore PIV = 2\sqrt{2}E = 2\sqrt{2} \times 99.9 = 282.55[V]$$

28. ④

※ 풀이

출력 $P = VI$ 에서 정류기의 출력은

$P = E_d I_d$ 이다. 그러므로 정류했을 때 가장 큰 전압과 전류가 발생하는 3상 전파회로가 가장 큰 출력을 갖는다.

정류종류	직류와 교류
단상 반파	$E_d = 0.45E = \frac{\sqrt{2}}{\pi}E,$ $I_d = 0.45I = \frac{\sqrt{2}}{\pi}I$
단상 전파	$E_d = 0.9E = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}E,$ $I_d = 0.9I = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}I$
3상 반파	$E_d = 1.17E, I_d = 1.17I$
3상 전파 (6상 반파)	$I_d = 1.35I = \frac{3\sqrt{2}}{\pi}I,$ $I_d = 1.35I = \frac{3\sqrt{2}}{\pi}I$

29. ③

※ 풀이

정류 종류	단상 반파	단상 전파	3상 반파	3상 전파
맥동률[%]	121	48	17.7	4.04
정류 효율	40.5	81.1	96.7	99.8
맥동 주파수	f	$2f$	$3f$	$6f$

30. ②

$$\text{맥동률} = \frac{\text{교류분출력}}{\text{직류분출력}} \times 100[\%] \text{을 이용}$$

※ 풀이

$$\begin{aligned} \text{교류분} &= \text{맥동률} \times \text{직류분} \times 100 \\ &= 3 \times 50 \times 100 = 1.5[V] \end{aligned}$$

31. ④

※ 풀이

$$\text{맥동률} = \sqrt{\frac{\text{실효값}^2 - \text{평균값}^2}{\text{평균값}^2}} \times 100 = \frac{\text{교류분}}{\text{직류분}} \times 100[\%]$$

정류종류	맥동률[%]	정류효율	맥동주파수
단상반파	121	40.5	f
단상전파	48	81.1	$2f$
3상반파	17	96.7	$3f$
3상전파	4	99.8	$6f$

32. ④

※ 풀이

[문 31]과 동일

33. ④

※ 풀이

SCR : 단방향(역저지) 3단자 소자
SCS : 단방향(역저지) 4단자 소자
TRIAC : 쌍방향(양방향) 3단자 소자
SSS(DIAC): 쌍방향 2단자 소자

34. ④

※ 풀이

[문 33]과 동일

35. ④

※ 풀이

$$I_d = \frac{E_d}{R} = \frac{\sqrt{2}V}{2\pi R} (1 + \cos\alpha) \text{ 따라서, 점호각}$$

α 를 조정하여 E_d 를 가감할 수 있고 이와 같은 제어를 위상제어(Phase control)라고 한다.

36. ①

※ 풀이

[문 35]과 동일

37. ①

※ 풀이

IGBT=Insulated-Gate-Bipolar-Transistor

IGBT는 MOSFET와 트랜지스터의 장점을 취한 것으로서

- ① 소스에 대한 게이트의 전압으로 도통과 차단을 제어한다.
- ② 게이트 구동전력이 매우 낮다.
- ③ 스위칭 속도는 FET와 트랜지스터의 중간정도로 빠른편에 속한다.
- ④ 용량은 일반 트랜지스터와 동등한 수준이다.

38. ①

39. ①

40. ②

※ 풀이

SCR은 게이트에 (+)의 트리거 펄스가 인가되면 통전 상태로 되어 정류 작용이 개시되고, 일단 통전이 시작되면 게이트 전류를 차단해도 주전류(애노드 전류)는 차단되지 않는다. 이때에 이를 차단하려면 애노드 전압을 (0) 또는 (-)로 해야 한다. 그러므로 DC 회로에서는 일단 흐르기 시작한 전류를 차단시키는 방법이 부과되지 않으면 안되지만 AC 회로에서는 애노드 전압이 반주기마다 (0) 또는 (-)가 되므로 문제가 되지 않는다.

41. ③

※ 풀이

[문제 40]과 동일

42. ②

※ 풀이

게이트 개방 상태에서 SCR이 도통되고 있을 때 그 상태를 유지하기 위한 최소의 순전류를 유지 전류(holding current)라고 하고, 턴온되려고 할 때는 이 이상의 순전류가 필요하고, 확실히 턴온시키기 위해서 필요한 최소의 순전류를 래칭 전류라 한다.

43. ④

※ 풀이

[문 42]와 동일

44. ③

※ 풀이

SCR이 일단 ON 상태로 되면 전류가 유지 전류 이상으로 유지되는 한 게이트 전류의 유무에 관계없이 항상 일정하게 흐른다.

45. ①

46. ④

47. ③

※ 풀이

서보 모터의 특징

- ① 기동 토크가 크다.
- ② 회전자 관성 모멘트가 작다.
- ③ 제어권선 전압이 0에서는 기동해서는 안되고, 곧 정지해야 한다.
- ④ 직류 서보 모터의 기동토크가 교류 서보 모터보다 크다.
- ⑤ 속응성이 좋다. 시정수가 짧다. 기계적 응답이 좋다.
- ⑥ 회전자 팬에 의한 냉각 효과를 기대할 수 없다.

48. ③

※ 풀이

[문 47]과 동일

49. ②

50. ②

※ 풀이

[문 47]과 동일

51. ④

52. ④

※ 풀이

스텝 모터의 장점

- ① 다른 서보모터와 달리 위치 및 속도를 검출하기 위한 장치가 필요 없다.
- ② 다른 디지털 기기와의 인터페이스가 쉽다.
- ③ 감속, 감속이 용이하며 정·역전 및 변속이 쉽다.
- ④ 속도제어 범위가 광범위하며, 초저속에서 큰 토크를 얻을 수 있다.
- ⑤ 위치제어를 할 때 각도오차가 적고 누적되지 않는다.
- ⑥ 정지하고 있을 때 그 위치를 유지해 주는 토크가 크다.

해설 및 답안

⑦ 브러시, 슬립 링 등이 없고 부품수가 적기 때문에 유지 보수의 필요성이 적다.

53. ④

54. ④

55. ①

56. ④

57. ④

※ 풀이

직류 직권 전동기는 교류 전원을 사용할 수 있으나 자극은 철 덩어리로 되어 있기 때문에 철손이 크고, 계자 권선 및 전기자 권선의 인덕턴스 때문에 역률이 나쁘다. 또한 브러시에 의한 단락된 전기자 코일 내에 큰 기전력이 유기되어 정류가 불량하다는 단점이 있다.

58. ③

※ 풀이

단상 직권 정류자 전동기는 회전 속도에 비례하는 기전력이 전류화 동상으로 유기되어 속도가 증가할수록 역률이 개선되므로 회전속도를 증가시킨다.

59. ②

※ 풀이

3상 직권 정류자 전동기의 중간 변압기는 고정자 권선과 회전자 권선 사이에 직렬로 접속되며 이 중간 변압기를 사용하는 주요한 이유는 다음과 같다.

① 전원 전압의 크기에 관계없이 정류에 알맞은 회전자 전압을 선택할 수 있다.

② 중간 변압기의 권수비를 바꾸어 전동기의 특성을 조정할 수 있다.

③ 직권 특성이기 때문에 경부하에서는 속도가 매우 상승하나 중간 변압기를 사용, 그 철심을 포화하도록 하면 그 속도 상승을 제한할 수 있다.

60. ①

※ 풀이

[문 59]와 동일

61. ①

※ 풀이

3상 분권 정류자 전동기(three phase shunt commutator motor)는 여러 가지 종류가 있으나, 그 중에서 가장 많이 사용되고 특성이 좋은 것은 시라게 전동기(schrage moto) 로 1차 권선을 회전자에 둔 3상 권선형 유도전동기특성을 갖는다.

62. ④

63. ④

64. ④

※ 풀이

토크 모터(torque motor) : 설치된 위치에서 또는 한정된 동작 범위 내에서 주로 토크를 발생하는 것을 목적으로 하는 전동기를 말한다.

전기응용 및 공사재료 답안

제 1 장

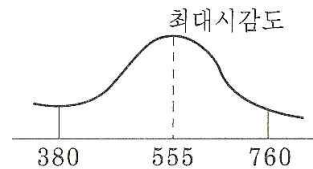
조 명 공 학

【문1】 [해설] 복사속 : 단위 시간에 어느 면을 통과하는 복사 에너지의 양으로 그 단위는 와트 [W]이다.

[답] ②

【문2】 [해설] 최대 시감도 : ▶ 파장 : 5,550[Å], ▶ 효율 : 680[lm/W]

[답] ②



【문3】 [해설] 최대 시감도 파장 : 555[nm]=[μm]

[답] ④

【문4】 [해설] 건강한 사람의 눈은 파장이 555[mμ]인 황록색이 최대의 시감도로 되며, 그때의 복사속 1[W]는 약 680[lm]의 공속에 상당한다.

[답] ③

【문5】 [해설] 1[ph]=1[lm/cm²]=10⁴[lm/m²]=10⁴[lx]

[답] ③

【문6】 [해설] 1[sb] = 1[cd/cm²] = 10⁴[cd/m²] = 10⁴[nt]

[답] ②

【문7】 [해설] 빛의 원리

$$\text{반사율 } \rho = \frac{\text{반사 광속}}{\text{입사 광속}} \times 100[\%] \quad \text{투과율 } \tau = \frac{\text{투과 광속}}{\text{입사 광속}} \times 100[\%] \quad \text{흡수율 } \delta = \frac{\text{흡수 광속}}{\text{입사 광속}} \times 100[\%]$$

[%]

의 식으로부터 $\rho + \tau + \delta = 1$ 이 된다.

[답] ①

【문8】 [해설] 반사율 $\rho=0.41$, 흡수율 $\alpha=0.23$ 에서 빛의 원리는 $\rho + \tau + \alpha = 1$ 이므로

[풀이] 반사율 $\tau = 1 - \rho - \alpha = 1 - 0.41 - 0.23 = 0.36$ 에서 $\tau = 36[\%]$

[답] ③

【문9】 [해설] 반사율 + 투과율 + 흡수율 = 1

해설 및 답안

$$\text{흡수율} = \frac{\text{흡수된 광속}}{\text{총 발생 광속}} = \frac{20}{1000} = 0.05 \quad \therefore 5\%$$

[답] ①

[문10] [해설] 전력 $P=40[\text{W}]$, 광속 $F=500$ 에서 전등효율 η 은 $\eta = \frac{\text{출력}}{\text{입력}} = \frac{F}{P} [\text{lm/W}]$ 이므로

$$[\text{풀이}] \quad \eta = \frac{F}{P} = \frac{500}{40} = 12.5 [\text{lm/W}]$$

[답] ①

[문11] [해설] 글로브 효율 η 는 $\eta = \frac{\tau}{1-\rho} = \frac{0.5}{1-0.4} = 0.83 \quad \therefore \eta=83\%$

[답] ③

[문12] [해설] $\rho=0.5, \alpha=0.2, F=1200$ 에서 $\rho+\alpha+\tau=1$ 이므로

$$[\text{풀이}] \quad \text{투과율 } \tau = 1 - \rho - \alpha = 1 - 0.5 - 0.2 = 0.3 \text{이므로 투과광속 } F_{\tau} = \tau F = 0.3 \times 1200 = 360 [\text{lm}]$$

[답] ③

[문13] [해설] $\rho=0.4, \tau=0.1, F=1000$ 에서 $\rho+\alpha+\tau=1$ 이므로

$$\text{흡수율 } \alpha = 1 - \rho - \tau = 1 - 0.4 - 0.1 = 0.5$$

$$\text{흡수광속 } F_{\alpha} = \alpha F = 0.5 \times 1000 = 500 [\text{lm}]$$

[답] ③

[문14] [해설] 광속 발산도 R 는 $1[\text{rlx}]=1[\text{lm/m}^2]$, $1[\text{rph}]=1[\text{lm/cm}^2]$, $1[\text{rph}]=10^4[\text{rlx}]$ 이다.

[답] ②

[문15] [해설] 광속이란 빛의 느끼는 크기를 말한다.

① 광속 $F [\text{lm}]$

② 복사속 $\phi [\text{W}]$

③ 조도 $E [\text{lx}]$

④ 시감도 $= \frac{\text{광속}}{\text{복사속}} [\text{lm/W}]$

[답] ①

[문16] [풀이] $F = 4\pi I = 4\pi \times 780 = 9796.8 [\text{lm}]$

[답] ②

[문17] [해설] 원동 광원 수직 방향의 광도 $I=100$, 전광속 F 사이에는

$$\therefore F = \pi^2 I = 3.14^2 \times 100 \approx 986 [\text{lm}]$$

[답] ③

[문18] [해설] $B = \frac{I}{\pi r^2} = \frac{1}{\pi r^2} \times \frac{F}{4\pi} [\text{nt}] \quad \therefore F = 4\pi^2 r^2 B [\text{lm}]$

[답] ④

[문19] [해설] 전등 효율 $\eta = \frac{F}{P}$ 에서 광속 $F = P\eta = 100 \times 14 = 1400[\text{lm}]$

구 광원에서 광속 $F = 4\pi I$ 에서 광도 $I = \frac{F}{4\pi} = \frac{1400}{4 \times \pi} = 111.41[\text{cd}]$

[답] ②

[문20] [해설] ▶ 휘도 $B = \frac{I}{S} [\text{cd}/\text{m}^2]$ ▶ 조도 $E = \frac{F}{A} [\text{lm}/\text{m}^2]$

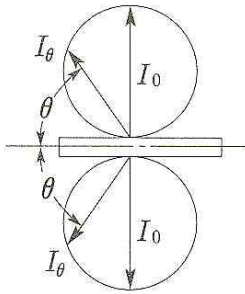
▶ 광도 $I = \frac{F}{\omega} [\text{cd}]$ ▶ 광속발산도 $R = \frac{F}{S} [\text{rlx}]$

[답] ③

[문21] [해설] $F = 1200$ $\omega = 60$ 에서 $I = \frac{F}{\omega}$ 이므로 $I = \frac{F}{\omega} = \frac{1200}{60} = 2[\text{cd}]$

[답] ②

[문22] [해설]



원주 관원의 지름 D , 길이를 l 이라 하면 광속 발산도 $R = \frac{F}{\pi D l}$ 이다.

따라서 휘도 $B = \frac{R}{\pi} = \frac{F}{\pi^2 D l}$ 로 된다.

그러므로 수직 방향의 강도 I_0 는 수직 투영 면적이 Dl 이므로

$$I_0 = B D l = \frac{F}{\pi^2 D l} D l = \frac{F}{\pi^2}$$

이고, 각 방향의 배광은 그림과 같이 구성된다. 따라서

$$\therefore I_\theta = I_0 \cos(90^\circ - \theta) = I_0 \sin \theta = \frac{F}{\pi^2} \sin \theta$$

[참고] 원주 광원에서 $F = \pi^2 I [\text{lm}]$, $I = \frac{F}{\pi^2} \sin \theta [\text{cd}]$ ($\theta = 0^\circ$ 에서 최소, $\theta = 90^\circ$ 에서 최대 이므로)

[답] ②

[문23] [풀이] 원통 광원의 광속 $F = \pi^2 I = 3.14^2 \times 150 = 1478.94[\text{lm}]$ 에서 이 광속을 구면 광원의

광속식 $F = 4\pi I$ 에서 광도를 구하면 $I = \frac{F}{4\pi} = \frac{1478.94}{4 \times 3.14} = 117.75[\text{cd}]$

[답] ①

[문24] [해설] 글로브 광원은 그 뚜껑이 평원판 광원으로 대체되어 그 중심 바로 아래의 조도는 거리 역제곱 법칙이 성립한다.

해설 및 답안

$$E = \frac{\pi r^2 B}{r^2} = \pi B [\text{lx}]$$

[답] ③

[문25] [해설] 면적 $S=20[\text{m}^2]$, 광속 $F=0.8[\text{lm}]$ 에서 조도 $E = \frac{F}{S}$ 를 이용한다. 단, $[\text{ph}]=[\text{lm}/\text{m}^2]$,

$[\text{lx}]=[\text{lm}/\text{m}^2]$, 즉, $1[\text{ph}]=10^4[\text{lx}]$ 이므로 10^4 를 곱하여 계산한다.

[풀이] 조도 $E = \frac{F}{S} \times 10^4 = \frac{0.8}{20} \times 10^4 = 400[\text{lx}]$

[답] ③

[문26] [해설] 광도 $I[\text{cd}]$ 의 관원에서 $r[\text{m}]$ 떨어져서 θ 만큼 기울어진 면의 조도 $E[\text{lx}]$ 는 다음과 같다.

[풀이] $E = \frac{I \cos \theta}{r^2} [\text{lx}] = \frac{150 \times \cos 60^\circ}{5^2} = 3[\text{lx}]$

[답] ③

[문27] [해설] $\tau=0.4$, $B=0.4[\text{cd}/\text{cm}^2]=0.4 \times 10^4[\text{cd}/\text{m}^2]$ 에서 광속발산도 $R = \pi B = \tau E = \rho E$ 이다.

여기서, R : 광속 발산도 $[\text{lm}/\text{m}^2]$, τ : 투과율, B : 휘도 $[\text{cd}/\text{m}^2]$, E : 조도 $[\text{lx}]$

[풀이] $E = \frac{\pi B}{\tau} = \frac{\pi \times 0.4 \times 10^4}{0.4} = 10^4 \pi [\text{lx}]$

[답] ①

[문28] [해설] 천장 뒤의 유리면의 조도를 E , 유리 밑면의 광속 발산도를 R , 투과율은 τ , 휘도를 B 라고 하면

$R = \tau E$ 또는 $R = \pi B$ 에서 $\tau E = \pi B$ 이므로

[풀이] $\therefore E = \frac{\pi B}{\tau} = \frac{3.14 \times 0.25}{0.5} [\text{lm}/\text{cm}^2] = \frac{3.14 \times 0.25 \times 10^4}{0.5} [\text{lm}/\text{m}^2] = 15707.9[\text{lx}]$

[답] ④

[문29] [해설] A에 의한 P점에서의 수평면 조도 $E_n = \frac{I}{r^2} \cos \theta = 1 \times \frac{5}{13} = 0.3846$

B에 의한 P점에서의 수평면 조도 $E'_n = 0.8 \times \frac{5}{13} = 0.3076$

\therefore P점의 수평면 조도는 $E_n = 0.3846 + 0.3076 = 0.6922[\text{lx}]$

[답] ③

[문30] [해설] 점 P의 수평면 조도 E_h 는 $E_h = \frac{Ih}{(h^2 + a^2)^{3/2}}$

E_h 가 최대가 되는 h 의 값은 $\frac{dE_h}{dh} = 0$ 이 되는 곳이다.

$$\frac{d}{dh} E_h = \frac{d}{dh} \left\{ \frac{Ih}{(h^2 + a^2)^{3/2}} \right\} = 0$$

$$I \left\{ (h^2 + a^2)^{-3/2} - h \cdot \frac{3}{2} (h^2 + a^2)^{-5/2} \cdot 2h \right\} = 0$$

$$h^2 + a^2 - 3h = 0 \quad \therefore r, h = \frac{a}{\sqrt{2}}$$

[답] ③

[문31] [해설] 반지름 $r=0.3$, 휘도 $B=4487$, 수직거리 $a=2.5$ 에서 그림에서 구하는 조도 E 는

$$E = \pi B \sin^2 \theta \quad \text{그림에서 } \sin \theta = \frac{r}{\sqrt{r^2 + a^2}} \text{ 을 대입하면}$$

$$[\text{풀이}] \therefore E = \frac{\pi r^2 B}{r^2 + a^2} = \frac{3.14 \times 0.3^2 \times 4487}{0.3^2 + 2.5^2} = 200 [\text{lx}]$$

[답] ②

[문32] [해설] $E_h = \frac{I}{r^2} \cos \theta$, $E_v = \frac{I}{r^2} \sin \theta$

$$E_h = E_v \text{가 되기 위해서는 } \cos \theta = \sin \theta \quad \therefore \theta = 45^\circ, h = d$$

[답] ②

[문33] [해설] 휘도는 보는 방향에 따라 변화하지만 어느 방향에서 보아도 휘도가 같은 면을 완전 확산면이라 한다.

[답] ④

[문34] [해설] 휘도 $B \Rightarrow 1[\text{nt}] = 1[\text{cd}/\text{m}^2]$, $1[\text{sb}] = 1[\text{cd}/\text{cm}^2]$

$$\text{조도 } E \Rightarrow 1[\text{lx}] = 1[\text{lm}/\text{m}^2]$$

$$\text{광속 발산도 } R \Rightarrow 1[\text{rlx}] = 1[\text{lm}/\text{m}^2]$$

[답] ④

[문35] [해설] $R=3140$ 에서 완전확산면이므로 휘도 $B[\text{cd}/\text{m}^2]$ 와 광속 발산도 $R[\text{rlx}]$ 사이에는

$$R = \pi B$$

$$\therefore B = \frac{R}{\pi} = \frac{3140}{\pi} [\text{cd}/\text{m}^2] = \frac{3140}{\pi} \times 10^{-4} = 0.1 [\text{cd}/\text{m}^2]$$

$$\ast R = \pi B [\text{rlx}], B = \frac{R}{\pi} [\text{nt}] \text{이므로}$$

휘도 문제를 다룰 때에는 $1[\text{sb}] = 10^4[\text{nt}]$ 의 관계를 잊으면 안된다.

[답] ①

[문36] [해설] $R=1000$ 에서 완전확산면이므로 휘도 $B[\text{cd}/\text{m}^2]$ 와 광속 발산도 $R[\text{rlx}]$ 사이에는

$$R = \pi B$$

$$\therefore B = \frac{R}{\pi} = \frac{1000}{\pi} [\text{cd}/\text{m}^2] = \frac{1000}{\pi} \times 10^{-4} = 0.032 [\text{cd}/\text{cm}^2]$$

$$\ast R = \pi B [\text{rlx}], B = \frac{R}{\pi} [\text{nt}] \text{이므로}$$

휘도 문제를 다룰 때에는 $1[\text{sb}] = 10^4[\text{nt}]$ 의 관계를 잊으면 안된다.

해설 및 답안

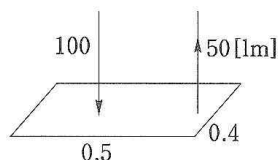
[답] ③

[문37] [해설] 반사율 $\rho=0.5$, 완전 확산면의 조도 $E=100$ 에서 휘도를 B 라면

광속 발산도 $R = \pi B = \rho E$ 의 관계가 있으므로

$$[\text{풀이}] B = \frac{\rho E}{\pi} = \frac{0.5 \times 100}{3.14} = 15.92 [\text{cd/m}^2]$$

[답] ②



[문38] [풀이]

$$\therefore R = \frac{F}{S} = \frac{50}{0.5 \times 0.4} = 250 [\text{rlx}] \quad R = \pi B \text{ 이므로 } B = \frac{R}{\pi} = \frac{250}{\pi} = 79.6 [\text{nt}]$$

[답] ②

[문39] [해설] 전광속 $F = 4\pi I$, 글로브를 투과하는 광속 F_τ 는 글로브 면에 처음 F , 다음에 ρF , 다음에 $\rho^2 F \dots$ 와 같이 투사되어 있으므로

$$F_\tau = \tau F + \tau \rho F + \tau \rho^2 F + \tau \rho^3 F + \dots = \tau F (1 + \rho + \rho^2 + \rho^3 + \dots) = \frac{\tau F}{1 - \rho} = \frac{\tau \cdot 4\pi I}{1 - \rho}$$

$$\text{광속 발산도 } R \text{ 는 } \therefore R = \frac{\tau F}{S} = \frac{\tau \cdot 4\pi I}{4\pi r^2} = \frac{\tau I}{r^2(1 - \rho)}$$

[답] ①

[문40] [풀이] 완전 확산면에서 광속 발산도 $R [\text{rlx}] = \pi B [\text{nt}]$ 에서 휘도 $1 [\text{sb}] = 10^4 [\text{nt}]$ 이므로 $R [\text{rlx}] = 10^4 \pi B [\text{sb}]$

[답] ②

[문41] [해설] $\rho=0.1$, $\alpha=0.2$, $F=1000$ $S=5.6$, $\eta=0.8$ 에서 $\rho + \alpha + \tau = 1$ 이므로

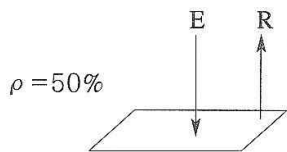
[풀이] 투과율 $\tau = 1 - \rho - \alpha = 1 - 0.1 - 0.2 = 0.7$ 이므로

$$\text{이면의 광속 발산도 } R \text{ 는 } \therefore R = \frac{\tau F}{S} \cdot \eta = \frac{0.7 \times 1000}{5.6} \times 0.8 = 100 [\text{rlx}]$$

[답] ①

[문42] [해설] $R = \frac{F}{S} = \frac{\pi I}{S} = \pi B \quad (\therefore B = \frac{I}{S})$

[답] ②



[문43] [해설]

$$R = \rho E = 0.5 \times 100 = 50 [\text{rlx}]$$

[답] ①

[문44] [해설] 총광속 $F = \frac{2\pi}{R} \times (\text{루소 그림의 면적}) [\text{lm}]$

[답] ①

[문45] [해설] 총광속 $F = \frac{2\pi}{r} \times (\text{루소 그림의 면적}) [\text{lm}]$

① 하반구 광속 $F_1 = \frac{2\pi}{r} \times (\text{루소 그림의 } 0^\circ \sim 90^\circ \text{ 사이의 면적}) [\text{lm}]$

② 상반구 광속 $F_2 = \frac{2\pi}{r} \times (\text{루소 그림의 } 90^\circ \sim 180^\circ \text{ 사이의 면적}) [\text{lm}]$

[답] ④

[문46] [해설] $\theta=0^\circ$ 일 때 $I=100$, $\theta=90^\circ$ 일 때 $I=50$, $\theta=180^\circ$ 일 때 $I=0$ 이므로

$$I_\theta = 50(1 + \cos\theta) \text{이다.}$$

[답] ④

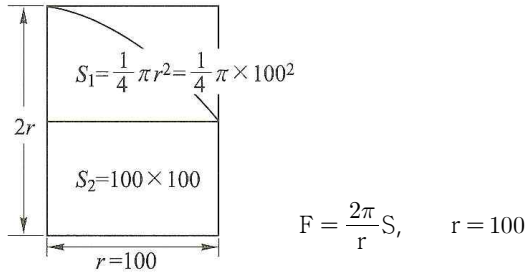
[문47] [해설] 루소 선도에서 전광속 F 와 루소 선도의 면적 S 사이에는 $F = \frac{2\pi}{r} S$, $r=100$ 에

서 하반구 광속이므로 $S = 100 \times 100$

[풀이] $F = \frac{2\pi}{100} (100 \times 100) = 628 [\text{lm}]$

[답] ③

[문48] [해설] 루소 선도에서 전광속 F 와 루소 선도의 면적 S 사이에는



상반구 면적 $S_1 = \frac{\pi}{4} \times 100^2$

하반구 면적 $S_2 = 100 \times 100$

$$\therefore F = \frac{2\pi}{r} (S_1 + S_2) = \frac{2\pi}{100} \left(\frac{\pi}{4} \times 100^2 + 100 \times 100 \right) = 200\pi \left(1 + \frac{\pi}{4} \right) [\text{lm}]$$

[답] ②

[문49] [해설] $\theta=90^\circ$ 일 때 $I_\theta=0[\text{cd}]$, $\theta=0^\circ$ 일 때 $I_0=100$, 이므로 $I_\theta = 100 \cos\theta$ 이다.

[답] ①

[문50] [해설] 어느 광원의 광색이 어떤 온도의 흑체 광색과 같을 때, 그 흑체의 온도를 광원의

해설 및 답안

색온도(color temperature)라고 한다.

[참고] 색온도, 휘도온도, 복사온도 모두 흑체를 기준으로 한 것으로 정의에 대한 문제에서 "흑체"란 단어만 찾으면 된다.

[답] ③

[문51] [해설] 일반의 강원색이 흑체의 어느 온도일 때의 색과 동일한 경우, 그 흑체의 온도를 광원의 색온도(color temperature)라고 한다.

[답] ③

[문52] [해설] 빈의 변위 법칙 $\lambda_m T = 2896 [\mu]$ 여기서, λ_m : 파장, T : 절대 온도

$$\therefore \lambda_m = \frac{2896}{T} [\mu]$$

[답] ②

[문53] [해설] 최대 스펙트럼 방사 발산도를 생기게 하는 파장 λ_m 은 빈의 변위 법칙에 의하여

$\lambda \propto \frac{1}{T}$ 를 이용하면

$$4000 : \frac{1}{730} = x : \frac{1}{555} \quad \therefore x = \frac{730}{555} \times 4000 = 5261 [^\circ\text{K}]$$

[답] ②

[문54] [해설] $W_d = \phi \sigma (T_1^4 - T_2^4) [\text{W}/\text{cm}^2]$, $\sigma = 5.667 \times 10^{-12} [\text{W}/\text{cm}^{-2}\text{T}^{-4}]$

[답] ③

[문55] [해설] 흑체의 온도 $T [^\circ\text{K}]$ 에서 복사 발산도 $S [\text{W}\cdot\text{m}^{-2}]$ 는 $S = \sigma T^4$ 이므로 온도가 2배인 경우의 복사 에너지는

$$\therefore S' = \sigma (2T)^4 = 16\sigma T^4 = 16S \quad \text{즉, 16배가 된다.}$$

[답] ④

[문56] [해설] 태양(주광)의 색온도는 6500[K]정도이다.

[답] ①

[문57] [해설] 스테판-볼츠만의 법칙 : 흑체의 복사 발산량 W 는 절대 온도 $T [^\circ\text{K}]$ 의 4제곱에 비례한다. $W = \sigma T^4 [\text{W}/\text{cm}^2]$

[답] ②

[문58] [해설] 빈의 변위 법칙 $\lambda_m T = 2896$ 에서 $\lambda_m = \frac{2896}{T} \propto \frac{1}{T}$

[답] ②

[문59] [해설] 복사 루미네선스 중 자극을 주는 조사가 계속되는 동안만 발광 현상을 일으키는 것을 형광이라 하며, 자극을 주는 조사 현상이 멈춘 후까지도 계속하여 발광하는 것을 인광이라 한다.

[답] ①

[문60] [해설] 루미네선스- 물체의 온도를 높여서 발광시키는 온도복사 이외의 모든 발광을 루미네선스라 한다. 백열 전구나 할로겐 전구는 온도 복사를 이용한 광원이다.
[답] ②

[문61] [해설] 효율이 높은 순으로 적으면 녹색, 백색, 주광색, 적색으로 된다.
[답] ②

[문62] [해설] 형광등 : F, 수은등 : H, 나트륨등 : H, 메탈 할라이드등 : M
[답] ①

[문63] [해설] HID : High Intensity Discharge Lamp
[답] ③

[문64] [해설] ▶ 도입선의 재질

전구의종류	진공 전구	가스 봉입 전구
외부 도입선	동 선	동 선
봉합부 도입선	듀밋선(dumet wire)	듀밋선(dumet wire)
내부 도입선	동 선	순철 · 순동선(니켈 · 도금)
스텝 유리의 종류	연유리	연유리

▶ 봉합부 도입선은 유리를 관통하므로 공기가 새지 않도록 유리 와 거의 일치하는 팽창계수를 갖는 철-니켈 합금선에 동을 피복한 듀밋선(dumet wire)이 사용되며 듀밋선은 42[%]의 니켈을 포함한 철강선에 구리를 두껍게 피복한 것으로 팽창계수 6×10^{-6} 정도이다.

[답] ①

[문65] [해설] ▶ 질소 가스 : 필라멘트 증발억제 → 수명 연장

▶ 아르곤 가스 : 열전도율이

낮다 → 효율 향상

[답] ③

[문66] [해설] 필라멘트 재료로서의 필요 조건은 다음과 같다.

- ① 용해점이 높을 것
- ② 고유 저항이 클 것
- ③ 높은 온도에서의 증발(승화)이 적을 것
- ④ 점화 온도에서 주위의 것과 화합하지 않을 것
- ⑤ 가는 선으로의 가공이 쉬울 것
- ⑥ 고온으로 되어도 기계적 강도가 감소하지 않을 것
- ⑦ 선팽창 계수가 적을 것
- ⑧ 전기 저항의 온도 계수가 플러스로 될 것
- ⑨ 재료가 풍부하고 가격이 염가로 될 것

해설 및 답안

[답] ④

[문67] [해설] 가스 손실은 필라멘트가 가늘수록 많아지므로 2중 코일 필라멘트를 사용하면 코일의 지름이 같은 굵기에 대응하는 가스손으로 되기 때문에 효율이 향상되며 수명이 연장된다.

[답] ①

[문68] [해설] 앵커(anchor)는 필라멘트를 점화시에 움직이지 않도록 지지하는 것으로서 그 지지점의 온도를 낮추지 않고 높은 온도에서도 인장 강도가 변화되지 않고 또한 유리와의 밀착되는 몰리브덴 선을 사용한다.

[답] ④

[문69] [해설] 방전 개시 전압은 방전관 내의 압력과 전극간의 간격의 곱에 비례한다. 이 관계를 파셴(Paschen)의 법칙이라 한다. 즉, $V \propto \text{압력} \times \text{전극간의간격}$

[답] ③

[문70] [해설] 기체내에 방전과 같이 전류가 증가하면 전압이 감소하는 것을 부특성(수하특성)이라 한다. 기체 방전의 응용인 방전등은 부특성을 나타내므로, 이것을 일정 전압의 전원에 연결하면 전류가 급속히 증가하여 방전이 파괴된다. 따라서, 방전등에 저항을 직렬로 접속하면 저항내의 전압강하는 전류의 증가에 따라 직선적으로 증가하므로 이것이 방전등의 전압강하와 합성이 이루어져서 전류의 안정을 얻을 수 있다. 이것을 안정기라 한다.

[답] ③

[문71] [해설] 형광등은 관벽 온도가 낮으면 수은 증기압이 떨어져 전자가 수은보다 아르곤 편에 많이 충돌해서 에너지를 아르곤에 빼앗겨 약해지고, 또 8[°C] 이하에서는 수은이 증발하기 어렵게 되므로 효율은 저하한다. 반대로 관벽 온도가 높아지면 수은 증기압이 증가해서 복사는 파장이 긴 편으로 이동하므로 발광 효율은 저하된다. 일반적으로 주위 온도가 20~27[°C]일 때의 관벽 온도는 40~45[°C]이므로 이때 온도에서 치고 효율이 되도록 설계되어 있다.

[답] ②

[문72] [해설] 형광등 점등회로 방식은 글로우 스타트, 래피드 스타트, 전자 스타트, 순시 기동 등이 있다.

[답] ②

[문73] [해설] 스토크의 법칙으로서 형광등 내에서 발생 파장을 길게 하여(2537[Å])관벽에 칠해둔 형광 물질을 자극하여 발광하도록 한다.

[답] ③

[문74] [해설] 한국 공업 규격(KS)에서 주광색(daylight 기호: D)과 백색(white) 기호 : W)으로 구별하고 있으며, 주광색은 색온도 6500[°K]의 광색이고, 백색은 색온도 4500[°K]이다.

[답] ②

[문75] [해설] 효율이 높은 순으로 적으면 녹색, 백색, 주광색, 적색으로 된다.

[답] ④

[문76] [해설] 형광체의 광색

형광체	광색
텅스텐산 칼슘	청색
텅스텐산 마그네슘	청백색
규산 아연	녹색(효율최대)
규산 카드뮴	등색
붕산 카드뮴	핑크색(정육점)

[답] ④

[문77] [해설] 형광체의 종류 및 광색은 다음과 같다.

형광체	분자식	광색	형광체	분자식	광색
텅스텐산 칼슘	$\text{CaWO}_4 - \text{Sb}$	청색	규산 카드뮴	$\text{CdSiO}_2 - \text{Mn}$	등색
텅스텐산 마그네슘	MgWO_4	청백색	붕산 카드뮴	CdB_2O_5	핑크색
규산아연	$\text{ZnSiO}_3 - \text{Mn}$	녹색	할로린산 칼슘	$3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_4 \cdot \text{Ca}_2(\text{Cl}_2\text{F}_2) - \text{Sb, Mn}$	황백색

[답] ④

[문78] [답] ③

[문79] [해설] 한국 공업 규격에서는 초특성의 전광속이라는 것은 100시간 점등 후의 값으로 하고, 동정 특성의 광속은 500시간 점등 후의 광속으로 정하였다.

[답] ③

[문80] [해설] 한국 공업 규격에서는 초특성의 전광속이라는 것은 100시간 점등 후의 값으로 하고, 동정 특성의 광속은 500시간 점등 후의 광속으로 정하였다.

[답] ③

[문81] [해설] 수은등 : 수은 증기 중의 방전을 이용한 전등이다.

수은 증기의 압력이 0.01[mmHg] 정도의 저압 수은등에서는 수은 증기의 공명 복사선인 2537[Å]이 강하고, 1기압 정도의 고압 수은등에서는 가시선의 휘선 스펙트럼이 증가되고 20기압 이상의 초고압 수은등에서는 스펙트럼이 넓어짐과 동시에 연속 부분이 강하게 나타난다.

[답] ④

해설 및 답안

[문82] [해설] 형광등 : FL, 수은등 : H, 나트륨등 : N, 메탈할라이드등 : M, 크세논등 : X

[답] ②

[문83] [해설] 나트륨등은 나트륨 증기 중의 방전을 이용한 것으로 분광 분포는 D선이라 불리는 5890~5896[Å]의 황색선이 대부분(76%)을 차지한다. 또한 D선의 비시감도는 0.765이므로 전기 에너지 중에서 76%가 전부 D선의 빛으로 변환하였다면 발광 효율은 $0.765 \times 0.76 \times 680 = 395[\text{lm/W}]$ 로 되어 인공 광원 중 최대 발광 효율을 나타낸다. 그리고, 단색광이므로 연색성(演色性)이 대단히 나쁘다. 따라서, 실내 조명으로는 부적합하고 터널 등의 조명에 이용된다.

[답] ①

[문84] [해설] 각등의 효율 범위

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| ① 나트륨 램프 : 80~150[lm/W] | ② 메탈 헬라이드 램프 : 75~105[lm/W] |
| ③ 형광 램프 : 48~80[lm/W] | ④ 수은 램프 : 35~55[lm/W] |
| ⑤ 할로겐 램프 ; 20~22[lm/W] | ⑥ 백열 전구 : 7~22[lm/W] |
- ※ 효율이 높은 순서 : 나 메 형 수 할 백

[답] ③

[문85] [해설] 나트륨의 분광 분포에서 D선의 에너지는 전방사 에너지의 76%, 그의 비시감도는 0.765이고 최대시감도는 680[lm/W]이므로 이론 효율은 $680 \times 0.765 \times 0.76 \approx 395[\text{lm/W}]$

[답] ③

[문86] [답] ④

[문87] [답] ②

[문88] [답] ②

[문89] [해설] ▶ 양광주 이용 : 네온관등, 수은등 및 형광등
▶ 음극 글로우 이용 : 네온 전구

[답] ④

[문90] [해설] 네온 전구의 특징

- ① 음극만 발광하므로 직류 극성의 판별에 이용된다.
- ② 일정 전압에서만 점등되므로 검정기, 교류의 파고값(최대값)의 측정에 쓰인다.
- ③ 빛의 관성이 없고 어느 범위 내에서는 광도와 전류가 비례하므로 오실로그래프에 이용된다.

[답] ③

[문91] [해설] 네온 전구의 특징

- ① 소비 전력이 적어 종아등, 파이럿등에 사용
- ② 일정 전압 이상에서 발광하므로 검전기나 파고치 측정에 사용
- ③ 음극에서 발광하므로 직류 극성 판별에 사용
- ④ 광도가 전류에 비례
- ⑤ 빛의 관성이 없다.

[답] ①

[문92] [해설] 적외선 건조는 복사열을 이용한 열의 침투가 얇은 건조의 목적으로 사용되며 용도로는 방직·염색, 도장, 수지 가공이며 비닐막(절연물) 접착은 유전가열로 가능하다.

[답] ②

[문93] [해설] **할로겐 전구의 특징**

- ① 초소형, 정량의 전구(백열 전구의 1/10 이상 소형화 기능)
- ② 단위 광속이 크다.
- ③ 동정 곡선이 극히 완만하여 수명 및 광속의 변화가 거의 없다.
- ④ 수명이 백열 전구에 비하여 2배로 길다.
- ⑤ 별도의 점등장치가 필요하지 않다.
- ⑥ 정확한 빔을 가지고 있다.
- ⑦ 열충격에 강하다.
- ⑧ 배광제어가 용이하다
- ⑨ 연색성이 좋다.
- ⑩ 온도가 높다.(할로겐 전구의 베이스로 세라믹 사용)
- ⑪ 휘도가 높다.
- ⑫ 흑화가 거의 발생하지 않는다.

[답] ①

[문94] [답] ②

[문95] [해설] 크세논 램프(Xenon lamp)는 점광원이고 휘도가 높으며 분광 분포가 천연 주광에 가깝기 때문에 표준 백색광원, 영사용 광원에 사용한다.

[답] ③

[문96] [답] ①

[문97] [해설] 크세논등은 연색성이 가장 좋으며 나트륨등은 단색광으로 연색성이 가장 나쁘다.

[답] ①

[문98] [해설] 탄소 아크등의 용도는 휘도가 큰 점광원이 얻어지므로, 영사기, 투광기 등의 광원으로 사용된다.

[답] ②

해설 및 답안

【문99】 [해설] EL등

- ▶ 전계 루미네선스에 의하여 발광
 - ▶ EL 램프의 효율이 10[lm/W] 정도이므로 일반 조명용에는 적당하지 못하고 표시용, 장식용 등에 사용 되고 있다.

[답] ②

【문100】 [답] ②

【문101】 [해설] 전반 조명은 모든 곳을 균일하게 조명하므로 등의 위치를 견경할 필요가 없는 조명 방식이다.

[답] ①

【문102】 [해설] 조명 방식별 하향 광속 비율

- ▶ 직접 조명 : 90 ~ 100[%]
- ▶ 반직접 조명 : 60 ~ 90[%]
- ▶ 전반 확산 조명 : 40 ~ 60[%]
- ▶ 반간접 조명 : 10 ~ 40[%]
- ▶ 간접 조명 : 0 ~ 10[%]

[답] ③

【문103】 [답] ④

【문104】 [답] ④

【문105】 [해설] 간접 조명은 대부분의 빛이 첫낭에 직사된 후 천장에서 반사광을 이용한 조명 방식으로 눈부심이 적고, 그림자가 없고, 균일성이 높은 조명방식이다.

[답] ②

【문106】 [해설] 등기구의 높이



[답] ③

【문107】 [해설] 병원의 수술실 등은 그림자로 인한 장애를 해소하기 위하여, 그림자가 생기지 않도록 만든 무영등을 필요로 한다.

[답] ①

【문108】 [해설] 광원의 상호 간격을 S라 하면 $S \leq 1.5H$ 이고 광원과 벽과의 간격 S라 하면 $S \leq 0.5H$ 이다.

[답] ③

[문109] [해설] $K = \frac{X \cdot Y}{H(X+Y)}$

단. X : 가로, Y : 세로, H : 작업면으로부터 광원까지의 거리
실지수(room index)는 빛의 dldydd 대한 방 크기의 척도로 이용된다.

[답] ③

[문110] [해설] 전반 조명은 모든 곳을 균일하게 조명하므로 등의 위치를 변경할 필요가 없다.

[답] ②

[문111] [해설] ④

[문112] [해설] 조명률이란 사용 광원의 전광속과 작업면에 입사하는 광속의 비를 말한다.

$$\text{조명률} = \frac{\text{작업면의 광속}}{\text{광원의 전광속}}$$

이것은 방지수(=실지수), 조명 기구의 종류, 실내면(천장, 벽, 바닥 등)의 반사율에 따라서 달라진다.

[답] ②

[문113] [답] ④

[문114] [해설] X=6, Y=9, H=3 에서 실지수 $K = \frac{X \cdot Y}{H(X+Y)}$ 이므로

$$[\text{풀이}] \therefore K = \frac{X \cdot Y}{H(X+Y)} = \frac{54}{45} = 1.2$$

[답] ④

[문115] [해설] X=10, Y=20, F=2500, N=20, U=0.5, M=1.6에서

$$\text{면적 } S = X \times Y = 10 \times 20 = 200, \text{ 감광보상율 } D = \frac{1}{M} = \frac{1}{1.6}$$

$$[\text{풀이}] \text{ FUN = DES에서 } E = \frac{\text{FUN}}{\text{DS}} = \frac{2500 \times 0.5 \times 20}{\frac{1}{1.6} \times 200} \approx 200[\text{lx}]$$

[답] ④

[문116] [해설] I=100, N=5, r=10, U=0.5, D=1.5에서 FUN = DES를 적용하려면 광속과 면적을 먼저 구한다.

$$\text{구광원에서 광속 } F = 4\pi I = 4\pi \times 100 = 400\pi[\text{lm}], \text{ 원의 면적 } S = \pi r^2 = \pi \times 5^2 = 25\pi[\text{m}^2]$$

$$[\text{풀이}] E = \frac{\text{FUN}}{\text{DS}} = \frac{400\pi \times 0.5 \times 5}{1.5 \times 25\pi} \approx 26.7[\text{lx}]$$

[답] ①

[문117] [해설] X=10, Y=5, F=500, N=10, U=0.5, D=1.5에서 FUN = DES를 적용하려면 면적을 먼저 구한다. 면적 $S = 10 \times 5 = 50$

$$[\text{풀이}] E = \frac{\text{FUN}}{\text{DS}} = \frac{500 \times 0.5 \times 10}{1.5 \times 50} \approx 33.3$$

해설 및 답안

[답] ③

[문118] [해설] $S=200, F=2500, E=150, U=0.5, D=1.25$ 에서

[풀이] $FUN=DES$ 를 이용하여 $N = \frac{DES}{FU} = \frac{1.25 \times 150 \times 200}{2500 \times 0.5} = 30$ [등]

[답] ④

[문119] [해설] 옥내 조명에서 $FUN=DES, NF = \frac{AED}{U}$

[답] ①

[문120] [해설] 곡선 도로 조명 배치 방법

- ① 양쪽 배치시는 대칭식, 한쪽 배치시는 커브 바깥쪽에 배치한다.
- ② 안전상 직선 도로보다 높은 조도(등간격을 좁게)를 유지한다.
- ③ 곡률 반경이 클수록 (완만한 커브길=곡률이 작을수록) 등각격은 길게 해도 된다.

[답] ②

[문121] [답] ③

[문122] [답] ②

[문123] [해설] $P=400, a=20, h=6, b=24, U=0.25, D=1.3, F=23000$ 에서 중앙열식 도로 조명
에서 1등당 면적 $S = a \times b = 20 \times 24[m^2]$ 이므로

[풀이] $FUN=DES$ 를 이용하여 $E = \frac{FUN}{DS} = \frac{23000 \times 0.25 \times 1}{1.3 \times 480} \approx 9.2[lx]$

[답] ②

[문124] [답] ①

[문125] [해설] 천정 매입 방법

- ▶ 매입 형광등 : 하면 개방형, 하면 확산판 설치형, 반매입형 등이 있다.
- ▶ down light : 천정에 작은 구멍을 뚫고 조명 기구를 매입하여 빛의 빔방향을 아래로 유효하게 조명하는 방법
- ▶ pin hole light : down light의 일종으로 아래로 조사되는 구멍을 적게 하거나 렌즈를 달아 복도에 집중 조사되도록 한다.
- ▶ coffer light : 대형의 down light라고도 볼 수 있으며 천정면을 둥글게 또는 사각으로 파내어 내부에 조명 기구를 배치하여 조명하는 방법
- ▶ line light : 매입 형광등 방식의 일종으로 형광등을 연속으로 배치하는 조명 방식

[답] ①

[문126] [해설] 코퍼 조명(coffer light) : 대형의 down light라고도 볼 수 있으며 천정면을 둥글게 또는 사각으로 파내어 내부에 조명 기구를 배치하여 조명하는 방법

[답] ④

[문127] [답] ①

[문128] [해설] ▶ 라이팅덕트 : 전원에서 복수의 조명 기구로의 조명 기구로의 접속 배선을 묶어서 수용한 금속 또는 합성수지의 덕트장치로서 상점이나 백화점, 전시장 등에서 조명기구의 위치를 바꾸기가 빈번한 곳에 사용한다.

[답] ①

제 2 장 전 열 공 학

[문129] [해설] 복사(방사)란 전자파 형태로 전달되는 에너지를 말하며, 열의 복사는 열이 전자파 형태로 전달되는 것을 말한다.

[답] ④

[문130] [해설] 전기가열의 특징

- ① 열효율이 매우 좋다.
- ② 매우 높은 온도를 얻을 수 있다.
- ③ 내부 가열이 가능한.
- ④ 노의 온도 제어가 용이하다.
- ⑤ 온도 제어 및 조작이 간단할.
- ⑥ 방사열의 이용이 용이한.
- ⑦ 제품의 품질이 균질하게 된다.
- ⑧ 청정 에너지원으로 환경 공해를 일으키지 않는다.
- ⑨ 장소에 관계없이 수중, 고산 지대 등에서 사용이 가능하다.

[답] ②

[문131] [해설]

열 회 로	온 도 차	$\theta [^{\circ}\text{C}]$	전 기 회 로
	열 류	$I [\text{W}]$	
	열 저 항	$R [^{\circ}\text{C}/\text{W}]$	
	열전도율	$\lambda [\text{W}/\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C}]$	
	열저항률	$\rho [\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{W}]$	
	열 량	$Q [\text{J}]$	
	열 용 량	$C [\text{J}/^{\circ}\text{C}]$	
	전 위 차	$V [\text{V}]$	
전 류	$I [\text{A}]$		
전기저항	$R [\Omega]$		
도 전 율	$\sigma [^{\circ}\text{C}/\text{m}]$		
저 항 률	$\rho [\Omega \cdot \text{m}]$		
전 기 량	$Q [\text{C}]$		
정전용량	$C [\text{F}]$		

[답] ②

[문132] [해설]

해설 및 답안

전기 회로	전압	전기량	전류	도전율	저항	정전 용량
열 회로	온도차	열량	열류	열전도율	열저항	열용량

[답] ④

- [문133] [해설] ▶ 비열[J/kg · deg], ▶ 열전달률[W/m² · deg]
 ▶ 열전도율[W/m · deg] ▶ 체적 비열[J/m³ · deg]

[답] ③

- [문134] [해설] 물 1[lb]를 1[°F] 높이는데 요하는 열량을 1[BTU]라 한다.

$$1[\text{kcal}] = 3.968[\text{BTU}]$$

$$1[\text{BTU}] = 0.252[\text{kcal}] = 252[\text{cal}]$$

[답] ①

- [문135] [해설] ▶ 1[W] = 1[J/s] ▶ 1[kg] = 9.8[N]

$$\text{▶ } 1[\text{F}] = 1[\text{N} \cdot \text{m}] \quad \text{▶ } 1[\text{N}] = \frac{1}{9.8}[\text{kg}] \text{ 이므로}$$

$$1[\text{kW}] = 1000[\text{W}] = 1000[\text{J/s}] = 1000[\text{N} \cdot \text{m/s}] = \frac{1000}{9.8}[\text{kg} \cdot \text{m/s}] = 102[\text{kg} \cdot \text{/s}]$$

[답] ②

- [문136] [해설] 1[kWh] = 1000[W] × 3600[s] = 3.6 × 10⁶[J] ≃ $\frac{1}{4.186} \times 3.6 \times 10^6 \approx 860$ [kcal]

[답] ④

- [문137] [해설] $R = \rho \frac{l}{s} = \rho \frac{l}{\frac{\pi}{4} d^2} [\Omega]$

$$R \propto \frac{1}{d^2} \text{ 이므로 } R' = \frac{R}{(1-0.01)^2} = \frac{R}{0.99^2} = \frac{R}{0.981} \approx 1.02R \text{ (2\% 증가)}$$

$$\text{또한 발열량 } Q \text{ 는 } Q \propto \frac{1}{R} \text{ 이므로 } Q' = \frac{R}{R'} Q = \frac{R}{1.02R} Q = 0.98 \text{ (2\% 감소)}$$

[답] ①

- [문138] [해설] 전열기 열판의 표면 전류 밀도를 δ라하고, 전력을 P[W], 열판 면적을 S[cm²]이

$$\text{면 } \delta = \frac{P}{S} [\text{W/cm}^2] \text{ 이므로 } S = \frac{P}{\delta} = \frac{600}{2} = 300 [\text{cm}^2]$$

[답] ①

- [문139] [해설] $R = \rho \frac{l}{A} = \rho \frac{l}{\pi r^2} = 2.5 \times \frac{100}{\pi \left(\frac{25}{2}\right)^2} = 0.5$ [열Ω]

[답] ②

- [문140] [해설] 전열선의 저항을 일정하다고 하면 전력 $P = \frac{V^2}{R}$ 이므로 전력 $P' \propto V^2$ 을 이용한

비례식 $P : V^2 = P' : V'^2$ 에서

$$[\text{풀이}] P' = P \left(\frac{V'}{V} \right)^2 = 500 \times \left(\frac{90}{100} \right)^2 = 405[\text{W}]$$

[답] ②

[문141] [해설] 질량 $M = 10 \times 10^3[\text{kg}]$, 비열 $\alpha = 0.16[\text{kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}]$, 처음온도 $T_1 = 50[^\circ\text{C}]$, 나중온도 $T_2 = 800[^\circ\text{C}]$, 시간 $t = 2$, 효율 $\eta = 0.2$ 에서 $H = \alpha M(T_2 - T_1) = 860Pt$ 이므로

$$[\text{풀이}] P = \frac{\alpha M(T_2 - T_1)}{860t\eta} = \frac{0.16 \times 10 \times 10^3 \times (800 - 50)}{860 \times 2 \times 0.2} = 3488[\text{kW}]$$

[답] ④

[문142] [풀이] $P = \frac{MC(T_2 - T_1)}{860t\eta} = \frac{100 \times (45 - 15)}{860 \times 2 \times 0.9} = 1.94[\text{kW}]$

[답] ①

[문143] [해설] 보일러의 소요 전력을 $P[\text{kW}]$ 라고 하면

$$P[\text{kW}] \times H[\text{h}] \times \eta = \frac{M\{c(\theta_2 - \theta_1) + q\}[\text{kcal}]}{860[\text{kcal/kWh}]} \text{에서 } H = 1[\text{h}], \eta = 0.9, M = 1000[\text{KG}], C = 1,$$

$T_2 = 150[^\circ\text{C}], T_1 = 30[^\circ\text{C}], q = 500[\text{kcal/kg}]$ 이므로

$$[\text{풀이}] \therefore P = \frac{1000 \times \{1 \times (150 - 30) + 500\}}{860 \times 1 \times 0.9} \approx 801[\text{kW}]$$

[답] ③

[문144] [해설] $1[\text{kWh}] = 860[\text{kcal}]$ 이므로 $1[\text{W}]$ 는 $860[\text{cal}]$

[풀이] $200[\text{W}] = 860[\text{cal}] \times 200 = 860 \times 200 \div 3600[\text{s}] = 47.77[\text{cal/s}]$

[답] ②

[문145] [해설] $1[\text{W}] = 1[\text{J/s}]$ 이므로

$$[\text{풀이}] \text{ 소비전력 } P = \frac{W}{t} = \frac{900,000}{5 \times 60} = 3000[\text{J/s}] = 3000[\text{W}]$$

[답] ④

[문146] [해설] 저항 $R = 10[\Omega]$, 전류 $I = 10[\text{A}]$, 시간 $t = 10 \times 60[\text{sec}]$ 에서

[풀이] $H = 0.24I^2Rt = 0.24 \times 10^2 \times 10 \times 10 \times 60 \times 10^{-3} = 144[\text{kcal}]$

[답] ③

[문147] [해설] 전력 $P = 1[\text{kW}]$, 처음온도 $T_1 = 20[^\circ\text{C}]$, 물의 양 $M = 10[\text{t}]$, 나중온도 $T_2 = 800$ 에서 $860Pt = M(T_2 - T_1)$ 이므로

$$[\text{풀이}] t = \frac{M(T_2 - T_1)}{860P} [\text{h}] = \frac{M(T_2 - T_1) \times 60}{860P} [\text{min}] = \frac{10 \times (800 - 20) \times 60}{860 \times 1} = 41.86[\text{min}]$$

[답] ④

해설 및 답안

[문148] [해설] $T_1=15, T_2=90, M=4, P=1, t=30\text{분}=0.5$ 에서 $860\eta Pt = M(T_2 - T_1)$ 을 이용

[풀이] $\therefore \eta = \frac{M(T_2 - T_1)}{860Pt} \times 100 = \frac{4 \times (90 - 15)}{860 \times 1 \times 0.5} \times 100 = 69.77[\%]$

[답] ②

[문149] [해설] 효율 $\eta = \frac{\text{출력}}{\text{입력}} \times 100$ 에서 열기관의 효율 $\eta = \frac{\text{유효하게 사용된 열량}}{\text{공급된 열량}} \times 100[\%]$ 이므로

[풀이] $\eta = \frac{140}{200} \times 100 = 70[\%]$ 가 된다.

[답] ②

[문150] [해설] $Q = M \cdot c \cdot \theta = 860PH\eta$

$$\therefore \theta = \frac{860PH\eta}{M \cdot c} = \frac{860 \times 1 \times \frac{5}{60} \times 0.75}{1 \times 1} = 53.75[^\circ\text{C}]$$

$$\therefore \theta' = \text{초기 온도} + \text{상승 온도} = 20 + 53.75 = 73.75[^\circ\text{C}]$$

[답] ④

[문151] [해설] 저항 가열은 전류에 의한 옴손(줄손)을 이용한 가열로 직접식과 간접식이 있다.

[답] ③

[문152] [해설] ① 복사 가열 : 적외선 가열이라고도 하며, 적외선 전구 또는 비금속 발열체 등에서 복사된 적외선을 피열물의 표면에 조사하는 가열

② 유전 가열 : 고주파 전계 중에 절연성 피열물을 놓고, 여기에 생기는 유전체손을 이용하는 가열

③ 유도 가열 : 교류자계 중에 있어서 도전성 물체 중에 생기는 와전류에 의한 전류손 또는 히스테리시스손을 이용하는 가열

④ 저항 가열 : 전류에 의한 옴손을 이용한 가열

[답] ①

[문153] [해설]

가열 방식	종 별
직접 저항 가열	흑연화로, 카보런덤로, 카바이드로, 합금철로, 제철로, 알루미늄 전해로, 특수내화물 제조로, 인비제조로
간접 저항 가열	니크롬선 발열체로, 철크롬선 발열체로, 탄화규소 발열체로, 크립톤로, 흑연저항로, 진공전기로, 염욕로, 유조로, 수소로
아크 가열	제강로, 유동식 아크로
유도 가열	저주파 유도로, 고주파 유도로

[답] ④

[문154] [해설] 가열 방식에 따라 분류하면 직접식 저항로는

① 카바이드로 ② 카보런덤로 ③ 제철로 ④ 클라스 용해로 ⑤ 흑연화로등이 있다.

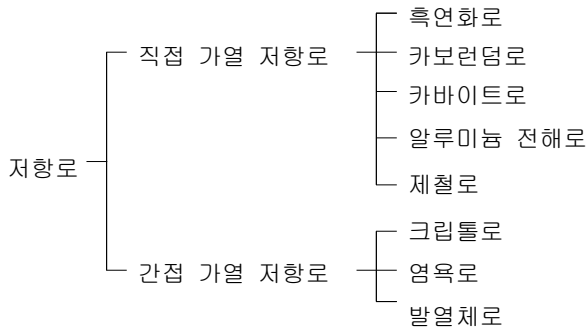
[문155] [해설] ▶ 직접 저항로 : 흑연화로, 카바이드로, 카보런덤로, 알루미늄 전해로
▶ 간접 저항로 : 염욕로, 크립톨로, 발열체로

[답] ②

[문156] [해설] 피열물에 직접 가열(직접 통전)시켜 발열시키는 방식으로 통상 카바이드, 카보런덤로, 흑연화로, 유리 용융로, 알루미늄 전해로 등은 직접 가열 저항로이다.

[답] ④

[문157] [해설]



[답] ①

[문158] [해설] 흑연화 전기로는 성형 건조한 소재를 나란히 하고 여기에 직접 강전류를 통해서 약 2000[°C]로 가열 소성하는로 직접적인 가열방식의 전기로이다.

[답] ④

[문159] [답] ④

[문160] [해설] 염욕로는 NaCl, KCl 등의 용융점에 직접 통전하여 가열하고 피열물을 그 속에 넣어 가열한다. 강, 경합금 등의 균열, 항온, 급열, 급냉 등의 열처리에 사용된다.

[답] ③

[문161] [답] ①

[문162] [해설] 3상 교류를 공급하여, 전극으로부터 피열물을 향해서 아크를 발생토록 한 것으로, 전극에는 인조 흑연 또는 천연 흑연이 사용된다.

[답] ①

해설 및 답안

[문163] [해설] ▶ 아크로

전극간의 방전에서 발생하는 고열을 이용하는 것으로서 그 종류는 다음과 같다.

종 류		용 도
고압 아크로		초산(질산), 초산석회 제조에 사용된다.
저압아크로	직접식(에르식)	피열물 자체를 전극으로 사용하는 방법으로 제철, 제강에 사용된다.
	간접식(요동식)	

[답] ④

[문164] [해설] 전극의 구비 조건 : 전기로가 고온으로 된 경우 전류를 공급하는 데는 내열성이 좋은 전극이 필요하며 일반적으로 탄소질의 전극이 많이 사용되며 구비 조건은 다음과 같다.

- ① 전기의 전도율이 클 것
- ② 열의 전도율이 적을 것
- ③ 고온에 견디고 고온에서의 기계적 강도가 클 것
- ④ 피열물과 화학 작용을 일으키지 않을 것

[답] ②

[문165] [해설] 전극 재료는 고온에서도 기계적 강도가 크고 열 팽창률이 적어야 한다.

[답] ④

항 목	유도 가열
원 리	와류손 및 히스테리시스 손실 이용
적 용	금속(도체), 반도체
전 원	교류(직류 사용불가)
	저주파 유도 가열 : 60[Hz] 고주파 유도 가열 : 5~20[Hz]

[문166] [해설]

[답] ②

[문167] [답] ②

[문168] [해설] 유도 가열은 도전성이 있는 피열물에 교류 자계를 가하여 전자 유도로 발생하는 와전류손이나 히스테리시스손으로 가열하는 방법이다.

[답] ②

[문169] [해설] ▶ 표피 효과 : 도체에 고주파 전류를 통하면 전류가 표면에 집중하는 현상이고 금속의 표면 열처리에 이용한다.

[답] ④

[문170] [해설] 유도 가열

- ① 교번 자계 중에 놓여진 유도성 물체에 와전류와 히스테리시스손에 의한 가열 방식이

다.

② 전원 : 교류(직류는 사용할 수 없다.)

- ▶ 저주파 유도로 : 상용주파 교류(60[Hz])
- ▶ 고주파 유도로 : 5~20[kHz]의 교류

③ 특징

- ▶ 피가열물 내에서 직접 열을 발생시킬 수 있으며 열원이 필요 없다.
 - ▶ 표면층만의 가열이 가능하다.
- ▶ 피가열물의 필요한 부분만 선택하여 가열 할 수 있다.
 - ▶ 온도 제어가 정확하고 용이하다.
 - ▶ 용해로의 자동 교반 작용으로 양질의 제품을 얻을 수

있다.

[답] ④

[문171]

[해설] ▶ 유전 가열과 유도 가열의 비교

항 목	유도 가열	유전 가열
원 리	와류손 및 히스테리시스 손실 이용	유전체손 이용
적 용	금속(도체), 반도체	절연체(유전체)
전 원	교류(직류 사용불가) 저주파 유도 가열 : 60[Hz] 고주파 유도 가열 : 5~20[Hz]	교류(직류 사용불가) 1~200[MHz]

- ▶ 목재의 건조, 목재의 접착, 비닐막의 접착 등은 절연체 이므로 유전 가열을 이용한 것이다.

[답] ①

[문172] [해설] 교류에서 주파수가 커질수록 전류가 표면에 더 집중하는 현상이 발생한다. 이를 표피 효과라 한다.

[답] ④

[문173] [해설] 유전가열(절연물 가열)의 장·단점

- (장점) ① 각 부를 균일하게 가열 ② 가열 시간 단축
 ③ 주파수에 의하여 선택적 가열 가능
- (단점) ① 고주파 전원이 필요 ② 설비의 고가
 ③ 효율의 저하 ④ 통신·기타에 장애를 줌
 ⑤ 피열물 구조에 따라 균일 가열 곤란

문제에서 ②는 반도체의 정련 등은 유도 가열의 특징이다.

[답] ②

[문174] [해설] 비닐막은 절연물로서 저항 가열, 유도 가열을 쓰지 못한다. 적외선 가열은 표면 건조에 쓰인다. 따라서 유전 가열을 이용한 고주파 미싱 등으로 접합하다.

[답] ④

해설 및 답안

[문175] [해설] 목재의 건조, 목재의 접착, 비닐막의 접착 등은 유전 가열이고, 금속의 표면 처리는 유도 가열이다.

[답] ③

[문176] [해설] ① 유전 가열 : 고주파 전계 중에 절연성 피열물을 놓고, 여기에 생기는 유전체손을 이용하는 가열

② 유도 가열 : 교류 자계 중에 있어서 도전성 물체 중에 생기는 와전류에 의한 전류손 또는 히스테리시스손을 이용하는 가열

③ 저항 가열 : 전류에 의한 옴손을 이용한 가열

④ 복사 가열 : 적외선 가열이라고도 하며, 적외선 전구 또는 비금속 발열체 등에서 복사된 적외선을 피열물의 표면에 조사하는 가열

[답] ①

[문177] [해설] 고주파 건조는 내부 가열에 적당한 방식으로서 목재의 건조, 접착, 비닐막 가공에 이용된다.

[답] ③

[문178] [해설] 목재의 건조, 목재의 접착, 비닐막의 접착 등은 유전 가열이고, 금속의 표면 처리는 유도 가열이다.

적용 범위 — 유전 가열 : 절연체(유전체)
유도 가열 : 도체(금속), 반도체

[답] ④

[문179] [답] ②

[문180] [해설]

항 목	유도 가열	유전 가열
원 리	와류손 및 히스테리시스 손실 이용	유전체손 이용
적 용	금속(도체), 반도체	절연체(유전체)
전 원	교류(직류 사용불가) 저주파 유도 가열 : 60[Hz] 고주파 유도 가열 : 5~20[Hz]	교류(직류 사용불가) 1~200[MHz]

[답] ①

[문181] [답] ③

[문182] [해설] 적외선 건조는 두께가 얇은 재료에 적합하고, 주로 섬유, 도장 관계에 많이 사용된다.

[답] ①

[문183] [답] ②

[문184] [해설] 적외선 건조의 특징

- ① 도장 등의 표면 건조 적당하다.
- ② 건조기 구조가 간단하다.
- ③ 조작간단 연료 손실 적고, 작업 시간이 단축된다.
- ④ 설비비 유지비가 염가, 설치 장소 절약 된다.
- ⑤ 건조 재료의 감시가 용이하고 청결 안전하다.
- ⑥ 적외선 건조는 적외선 전구에 의한 복사열을 이용한다.

[답] ②

[문185] [답] ②

[문186] [답] ③

[문187] [답] ④

[문188] [해설] ▶ 전자빔 가열 : 진공 중에서 고속으로 가열한 전자를 집속하여 그 전자의 충돌에 의한 에너지로 가열하는 방식을 전자 빔 가열이라고 하며 그 특징은 다음과 같다.

▶ 전자 비임 가열의 특징

- ① 전자 비임을 국부적으로 모아서 전력밀도를 높게 할 수 있기 때문에 대단히 적은 부분의 가공이나 구멍 뚫는 작업이 쉽다.(국소 표면 열처리)
- ② 가열범위가 극히 국한된 부분에 집중시킬 수 있어서 열에 의한 변질이 될 부분을 적게 할 수 있다.
- ③ 고용점 재료 및 금속박 재료의 용접이 쉽다.
- ④ 진공 중에서 가열이 가능하다.
- ⑤ 전력밀도가 높은 예민한 비임을 조사하여 적합한 형태의 구멍을 만들 수 있다.
- ⑥ 에너지의 밀도나 분포는 자유로이 조절할 수 있다.

[답] ④

[문189] [답] ③

[문190] [해설] 발열체 구비 조건

- ① 내열성이 클 것
- ② 내식성이 클 것
- ③ 알맞은 고유 저항값을 가지고, 저하율이 온도 계수가 양(+)수로서 작을 것
- ④ 연전성이 풍부하고, 가공이 용이할 것
- ⑤ 선팽창 계수는 작아야 한다.

[답] ③

[문191] [해설] 발열체는 내열성이 크고, 내식성이 크며, 적당한 고유 저항을 가지며, 압연성이 풍부하며 가공이 쉽고, 가격이 저렴해야 한다. 발열체의 온도 조절이 용이한 것은 전기 가열의 특징이다.

서 끊어져 전류가 끊어지는 현상을 말한다.

- ▶ 펠티에 효과(Peltier effect) : 서로 다른 두 종류의 금속선으로 폐회로를 만들고 온도를 일정하게 유지하면서 전류를 흘리면 금속선의 접속점에서 열의 흡수(온도 강하) 또는 발생(온도 상승)이 일어나는 us상을 펠티에 효과라 한다.

[답] ②

[문199] [답] ②

[문200] [해설] 온도계의 동작 원리

온도계의 종류	동작원리
저항 온도계	측온체의 저항값 변화
열전 온도계	제백 효과
방사 온도계	스테판-볼츠만의 법칙
광온도계	플랑크의 방사 법칙

[답] ①

[문201] [해설] 전기저항 용접에는 점용접, 이음매용접, 돌기(프로젝션)용접, 맞대기용접, 충격용접, 심용접, 불꽃용접 등이 있다.

[답] ④

[문202] [답] ③

[문203] [답] ②

[문204] [해설] 아크 용접용 전원의 전압 전류 특성은 수하 특성이 되어야 하므로 정전압 전원에서는 안정된 지속성의 아크를 얻을 수 없다. 직류에서는 정전류형 로젠베르크 발전기 등을, 교류에서는 누설 변압기 등을 사용하여 아크의 안정을 얻을 수 있다.

[답] ②

[문205] [해설] (+) 를 모재로 하고, 용접봉을 (-)로 연결한 경우를 정극성이라 하고 그 역을 역극성이라고 한다.

[답] ②

[문206] [해설] 용접 발전기에 필요한 특성은 수하특성이다. 수하 특성은 전류와 전압이 반비례한다.

[답] ③

[문207] [해설] 일반적으로 유니온 멜트법이라고 부르는 용접은 자동 아크 용접의 일종이며, 이

해설 및 답안

용접법은 아크 용접과 달리 용재가 용접부를 덮고 있어 외부에서 아크를 볼 수 없다. 그리고 아크의 길이가 일정하여 외관이 깨끗하며 용접이 일정하다.

[답] ②

【문208】 [해설] 불활성 가스 용접은 용접용 전극의 주위에서 아르곤이나 헬륨을 분출시켜서 아크 부분을 공기로부터 차단하고 용제(flux)를 전혀 사용하지 않고 용접하는 방법이다. 알루미늄이나 마그네슘의 용접뿐만 아니라 스테인리스강, 동-동합금 기타 이종 금속의 용접에도 적당하다.

[답] ④

제 3 장 전 기 철 도

【문209】 [해설] 궤도의 3요소 : 궤조, 침목, 도상

[답] ④

【문210】 [답] ①

【문211】 [해설] 온도의 변화에 대한 궤조의 신축에 대응하기 위하여 이음 장소에 적당한 간격을 두는데 이것을 유간이라 한다.

[답] ②

【문212】 [해설] 궤도의 분기 개소에서 철차가 있는 곳은 궤조가 중단되므로 원활하게 차체를 분기 선로로 유도하기 위해서는 반대 궤조측에 효륜 궤조(guard rail)를 설치하여야 한다.

[답] ①

【문213】 [해설] 열차의 충돌을 방지하기 위하여 선로의 일정 구간에는 하나의 열차 밖에 들어올 수 없고, 다른 열차는 진입시키지 않도록 해야 한다. 이 방식을 폐색방식이라고 하고 이 일정의 구간을 폐색 구간이라고 한다.

[답] ①

【문214】 [해설] 캔트(cant)(고도)

차량이 곡선부를 달릴 때에 발생하는 원심력에 대비하여 곡선 바깥쪽의 레일을 안쪽 레일보다 높게 하여 차량전체를 곡선의 중간쪽으로 기울이게 하여 원심력과 평행시키는데 이 기울임의 고도를 캔트(cant)라 한다.

$$h = \frac{Gv^2}{127R} [\text{mm}]$$

여기서, h : 캔트[mm], G : 궤간[mm], R : 곡선 반지름[m], v : 열차속도[km/h]

[답] ③

[문215] [답] ④

[문216] [해설] 곡선부를 저속으로 통과시 또는 곡선부에서 정차시 차라이 내측으로 기울어짐에 따른 위험성을 방지하기 위하여 고도를 일정 범위 이하로 제한

[답] ③

[문217] [해설] $R=1000$, $v=50$, $G=1000$ 에서

$$[\text{풀이}] h = \frac{Gv^2}{127R} = \frac{1000 \times 50^2}{127 \times 1000} = 19.68[\text{mm}]$$

[답] ②

[문218] [해설] $R=1500$, $v=120$, $G=1435$ 에서

$$[\text{풀이}] h = \frac{Gv^2}{127R} = \frac{1435 \times 120^2}{127 \times 1500} = 108.5[\text{mm}]$$

[답] ④

[문219] [해설] 고도 $h=20[\text{mm}]$, 반지름 $R=800[\text{m}]$, 궤간 $G=1067[\text{mm}]$ 에서 고도 h 는

$$h = \frac{Gv^2}{127R} \text{ 를 이용}$$

$$[\text{풀이}] \text{ 속도 } v = \sqrt{\frac{127Rh}{G}} = \sqrt{\frac{127 \times 800 \times 20}{1067}} = 43.64[\text{km/h}]$$

[답] ③

[문220] [해설] 확도는 곡선 궤도를 운행할 때 차륜 연부와 궤조 두부의 측면 사이의 마찰을 피하기 위하여 내측 궤조의 궤간을 넓히는 정도를 말한다.

$$s = \frac{l^2}{8R} [\text{mm}] \text{ 단, } R : \text{곡선 반지름}[\text{m}], l : \text{고정 차축 거리}[\text{m}], s : \text{확도}[\text{mm}]$$

[답] ④

[문221] [해설] 확도(slack 슬랙)은 곡선로 부분에서 후렌지가 레일 측면에 끼어서 탈선하는 것을 방지하기 위해서 궤간을 직선부보다 약간 넓게 하는 것을 말한다.

$$S = \frac{l^2}{8R} [\text{mm}], \text{ 여기서, } R : \text{곡선의 반지름}[\text{m}], l : \text{고정 차축 거리}[\text{m}]$$

[답] ③

[문222] [해설] 곡선부에서 차체를 원활하게 진행시키기 위한 방법이다.

[답] ④

[문223] [답] ①

[문224] [해설] 궤조를 직류 전차선 전류의 귀로로 사용할 때에는 폐색 구간의 경계를 전류가 흐르게 하여야 될 터인데 이와 같은 목적을 이루기 위하여 각 구간의 경계는

해설 및 답안

임피던스 본드로 연결하고, 신호 회로의 전원으로는 교류를 사용한다.

[답] ③

[문225] [해설] 레일은 그 접촉점의 공극의 저항으로 전압 강하가 크며, 누설 전류로 인하여 매설된 금속체에 전식의 피해가 있으므로, 이를 방지하기 위하여 레일과 레일 사이에는 레일 본드라는 도체로 접촉하고 저항 측정은 궤도의 저항과 비교한다.

[답] ②

[문226] [해설] 열차 자동 정지 장치 (ATS:automatic train stop)

열차 자동 정지 장치는 차내 경보 장치와 연계하여 전지 신호를 현시를 무시하고 운행할 경우 또는 정해진 신호 현시에 따른 속도 보다 상위의 속도로 운행 할 경우에 기고나사에게 제동장치를 조작하도록 램프와 부저의 차내 경보로 주의를 환기시킬뿐 아니라 일정 시간 이내에 제동 조작을 하지 않으면 자동으로 열차를 안전하게 정지시키는 장치이다.

[답] ②

[문227] [답] ②

[문228] [해설] 단식 커티너리(simple catenary) 조가 방식은 조가선과 전차선의 2조로 구성되고 조가선으로 전차선으로 전차선을 궤조면에 대하여 평행이 되도록 한 방식이다. 커티너리식은 고속도용에 적합하다(전차선의 높이가 균일하므로).

[답] ②

[문229] [해설] 커티너리식은 조가 방식 중 하나이다.

[답] ③

[문230] [해설] ▶ 소이선 : 전차선 또는 팬터 그래프 습판의 미세한 진동에 따른 것으로 이선시간이 수십분의 일초 정도의 것을 말한다.

▶ 중이선 : 팬터 그래프가 경점 등의 충격에 따라 불연속으로 발생하는 것으로 이선시간이 수분의 일초정도 되는 것을 말한다.

▶ 대이선 : 전차선의 경성점 또는 연성점에 의하여 지지점 주기의 이선이 일어나는 것으로 보통 이선시간이 수분의 일초로부터 1~2초 정도이다.

[답] ③

[문231] [해설] 직류 급전 방식에서 정극(+)은 급전선, 부극(-)은 레일(궤조)에 접속한다.

[답] ③

[문232] [답] ①

[문233] [해설] 흡상 변압기는 교류 급전 방식에서만 적용되는 방식이다. 통신선의 유도 장애를 방지하기 위해 흡상 변압기 방식, 단권 변압기 등이 사용된다.

[답] ③

[문234] [해설] ▶ 직류 급전 방식 : 가공 단선식, 가공 복선식, 제3궤조식
 ▶ 교류 급전 방식 : 직접 급전 방식, 흡상 변압기 방식, 단권 변압기 방식

[답] ②

[문235] [답] ④

[문236] [해설] 일반적으로 기체 중에서 그 중에 부유하는 고체형 액상 미립자를 전기적 방법으로 제거하고, 혹은 채집하는 장치로서 정전력을 이용한 것이며, 코트렐(cottrell)식은 그 대표적인 것이다.

[답] ④

[문237] [해설] 전기 집진기는 대전체 간의 정전기력을 이용한 것으로서 발전소, 시멘트 공업, 철강 관계 등에서 광범위하게 사용되고 있다.

[답] ③

[문238] [해설] 단권변압기(AT : Auto Transformer)

권선비 1 : 1인 단권 변압기를 급전선과 전차선 사이에 병렬로 설치 접속하고 변압기 권선의 중성점을 레일에 접속하는 방식

[답] ③

[문239] [해설] X 선 발생 장치란 고전압 발생 장치, 고전압 정류 장치, X 선관 선조 가열 장치 등에 의한 X 선 발생에 사용되는 총칭이다.

[답] ④

[문240] [해설] 흡상 변압기(BT:Booster Transformer)는 권수비 1:1의 단권 변압기로서 귀전류를 BT작용에 의하여 강제로 구급전선에 흡상시켜 통신 선로의 유도 장애를 경감하는 방식이다. 1차측은 jscktjs에 2차측은 부급전선에 직렬로 접속한다. 이대 흐르는 전류는 크기가 같고 방향은 반대가 된다.

[답] ③

[문241] [답] ①

[문242] [해설] 레일과 변전소간에 상당한 전위차가 생기면 누설 전류가 흐르고, 이 누설 전류에 의해 지중 매설물에 전해 작용이 일어나서 점점 얇아지게 된다. 이것을 전식이라 한다. 따라서, 누설 전류를 적게 하여 전식을 방지하기 위하여 변전소간의 간격을 짧게 한다.

[답] ③

[문243] [해설] 3상 전원에서 용량이 큰 단상 부하에만 전원을 공급하게 되면 3상 전원은 부하 불평형이 되며 이를 해소하기 위해 단상 변압기 2대를 사용해서 3상 전원을 2상으로 변환하여 3상 전원을 평형이 되도록 하는데 이 방식을 스코트 결선 방식

해설 및 답안

식이라고 한다.

[답] ④

[문244] [해설] 레일과 변전소간에 상당한 전위차가 생기면 누설 전류가 흐르고, 그 누설 전류에 의해 지중 매설물에 전해 작용이 일어나서 점점 얇아지게 된다. 이것을 전식이라고 하며 그 방지 대책은 다음과 같다.

(1) 전철측 시설

① 귀선 저항을 작게 하기 위하여 레일에 본드를 시설하고 그 시공, 보수에 충분히 주의한다.

- ② 레일을 따라 보조 귀선을 설치한다.
- ③ 변전소간의 간격을 짧게 한다.
- ④ 귀선의 극성을 정기적으로 바꾼다.
- ⑤ 대지에 대한 레일의 절연 저항을 크게 한다.
- ⑥ 3선식 배전법을 사용한다.
- ⑦ 절연 음극 궤전선을 설치하여 레일과 접속한다.
- ⑧ 가장 먼 (-) 궤전선에 음극 승압기를 설치한다.

(2) 매설관측 시설

- ① 배류법
- ② 매설관의 표면 또는 접속부를 절연하는 방법
- ③ 도전체로 차폐하는 방법
- ④ 전위 제어법

[답] ④

[문245] [답] ④

[문246] [해설] 직류 직권 전동기는 속도가 상승함에 따라 토크는 감소하는 특성이 있다. 이 특성에 의해 전기철도용 주전동기로 사용된다.

[답] ③

[문247] [해설] VVVF(인버터) : 가변전압 가변주파수 장치

[답] ①

[문248] [해설] 보극 설치로 정류 개선, 역회전 방지 효과가 있으나 전차용 전동기에서는 역회전 방지가 설치 목적이다.

[답] ②

[문249] [풀이] 경사저항력 $F_g = 1000\mu W$ [kg] 여기서, μ : 구배[%]=30/1000,

W : 차량의 중량[kg]=30

$$\text{견인력 } F_g = 1000 \times \frac{30}{1000} \times 30 = 900 \text{ [kg]}$$

[답] ②

[문250] [해설] 점착 계수 $\mu=0.2$, 동륜상의 중량(궤조[rail]면에 수직으로 누르는 중량=바퀴 위의

무게) $W=75$ 에서 최대견인력 $F_m = 1000\mu W$ 이므로

[풀이] $F_m = 1000 \times 0.2 \times 75 = 15,000[\text{kg}]$

[답] ③

[문251] [해설] 점착 계수 $\mu=0.2$, 동륜상의 중량(궤조[rail]면에 수직으로 누르는 중량) $W=90$ 에서 최대견인력 $F_m = 1000\mu W$ 이므로

[풀이] $F_m = 1000 \times 0.2 \times 90 = 18,000[\text{kg}]$

[답] ③

[문252] [해설] $W=50$, $a=2$ 에서 $F_a = 31Wa$ 이므로

[풀이] $F_a = 31Wa = 31 \times 50 \times 2 = 3100[\text{kg}]$

[답] ④

[문253] [해설] 정지 상태의 전동차가 출발하여 가속할 때에는 큰 전류(전력)가 소요되고 시간이 경과하면 타력에 의하여 운전되므로 전류(전력)가 점차 감소하게 된다. 그러나, 전력량은 시간의 경과에 따라서 누적되는 양이므로 시간 경과와 더불어 전력량은 증가되는데 증가율은 점차 감소하게 된다.

[답] ③

[문254] [답] ②

[문255] [해설] 열차 저항은 열차구 주행중 또는 출발할 때에 이것에 대항하여 열차의 진행을 방해하도록 하는 힘의 총칭을 열차 저항이라고 한다.

- ① 기동 저항(출발 저항) : 정지 중에 열차가 출발할 때 발생하는 저항
- ② 주행 저항 : 열차가 평탄한 직선로 위를 운전할 때 발생하는 저항
- ③ 구배 저항 : 열차가 구배(경사)를 올라갈 때 중력에 의해 발생하는 저항
- ④ 곡선 저항 : 열차가 곡선로를 통과할 때 차륜과 레일과의 마찰에 의해 발생하는 저항

⑤ 가속도 저항 : 열차가 주행 중 가속할 때에 발생하는 저항으로 열차를 가속하기 위해서 필요한 견인력과 같다.

[답] ①

[문256] [해설] 일반적으로 곡선 저항 R_c 는

$$R_c = \frac{1000\mu(G+L)}{2R} [\text{kg/t}]$$

여기서, R : 곡선 반지름[m], G : 궤간[m]

L : 차륜 고정축간의 거리[m], μ : 차륜과 궤조의 마찰계수

[답] ④

[문257] [답] ②

여기서, W : 석출되는 물질의 양[g], k : 물질의 화학당량[g/C],
 Q : 전해액을 통과하는 총전기량(Q =)[C], I : 전류[A], t : 시간[s]

[답] ②

[문265] [해설] 다

[문266] [답] ②

[문267] [해설] 화학당량 = $\frac{\text{원자량}}{\text{원자가}} = \frac{63.54}{2} = 31.77$
 \therefore 전기 화학당량 = $\frac{31.77}{96494} = 0.0003292[\text{g/C}] = 0.3292[\text{mg/C}]$

[답] ②

[문268] [해설] 양이온(cation) → 금속이나 수소등

[답] ①

[문269] [답] ③

[문270] [해설] 물은 도전율이 극히 낮으므로 20[%] 정도의 NaOH(가성소다) 또는 KOH(가성칼리) 용액을 첨가하여 도전율을 높인다.

[답] ②

[문271] [답] ①

[문272] [해설] 농도 과전압은 전극 표면에서 전극의 가역전위 변화를 일으키는 산화와 환원, 이온의 결핍 또는 축적에 의해서 발생

[답] ①

[문273] [답] ③

[문274] [해설] 할로겐 원소 : 불소, 염소, 브롬, 요오드, 아스타틴

[답] ④

[문275] [답] ④

[문276] [해설] 전지에 부하를 연결하면(전류가 흐르면) 수소 가스가 발생하게 되고 이것이 전극에 부착되므로 전지의 내부 저항이 증가되고, 이대 발생된 수소 가스는 H⁺로 환원하려고 연기전력을 발생하여 전기 기전력이 저하되는 현상을 분극 작용이라 한다.

[답] ②

[문277] [해설] 아연 음극 또는 전해액 중에 불순물이 섞이면 아연이 부분적으로 용해되어 국부

해설 및 답안

방전이 생기며 수명이 짧아지는 것을 국부작용이라고 한다.

[답] ④

[문278] [해설] 아연 음극 또는 전해액 중 불순물(Cu, Ni, Fe, Sb)이 섞이면 국부 전류에 의한 전극의 부분 용해로서 자체 방전이 생기고 수명이 단축된다. 이것을 방지하기 위하여 아연 전극에 수은 도금을 하거나 순도가 높은 전극 재료를 사용한다.

[답] ④

[문279] [해설] 1차전지의 감극제

- ▶ 보통(망간, 르크랑세) 건전지 - MnO_2
- ▶ 공기 건전지 - O_2
- ▶ 표준(웨스턴) 건전지 - Hg_2SO_4
- ▶ 수은 건전지 - HgO

[답] ③

[문280] [답] ②

[문281] [해설] 1차전지의 감극제

- ▶ 보통(망간, 르크랑세) 건전지 - MnO_2

공기 건전지 - O_2

- ▶ 표준(웨스턴) 건전지 - Hg_2SO_4
- ▶ 수은 건전지 - HgO

[답] ②

[문282] [답] ①

[문283] [해설]

구분	전지종류	형상특징	⊕극	전해액	⊖극	표준전압 [V]	특징	용도
1차전지	망간건전지	적층, 동동	MnO_2	$ZnCl_2$ 또는 NH_4Cl	Zn	1.5	최저가, 간헐 방전	회중 전등, 장남감용
	알칼리건전지	원통형	MnO_2	KOH	Zn	1.5	중부하, 연속 방전	스트로보, 녹음기용
	리튬전지	코일형	MnO_2	유기 전해액	Li	3.0	장기 보존 기능	시계, 계측기, 계산기, 카드
		원통형	$SOCl_2$	$SOCl_2$	Li	3.6		
공기전지	버튼형	O_2		KOH	Zn	1.4	전압 안정, 동일 용량에 비하여 크기가 작다.	보청기

[답] ③

[문284] [해설] 공기 건전지의 특징

- ① 방전시 전압 변동이 적다.
- ② 자기 방전이 적고 장시간 보존이 가능하다.
- ③ 온도차에 따른 전압 변동이 적다.

- ④ 내한, 내열, 내습성을 가진다.
- ⑤ 용량이 커서 경제적이다.

[답] ③

[문285] [답] ②

[문286] [해설] ▶ 공기 건전지 표준 전압 : 1.4[V] ▶ 이산화망간 전지 표준 전압 : 1.5[V]

[답] ④

[문287] [해설] 1차전지의 감극제

- ▶ 보통(망간, 르크랑세) 건전지 - MnO_2 ▶ 공기 건전지 - O_2
- ▶ 표준(웨스턴) 건전지 - Hg_2SO_4 ▶ 수은 건전지 - HgO

[답] ④

[문288] [해설] 연료와 산소가 만나면 산화 반응이 생기며 열에너지가 방출된다. 따라서 수소 가스를 연료로, 산소를 산화제로 사용한 것이 연료 전지로서, 연료전지 밖에서 연속적으로 화학에너지를 공급하면 연속 방전을 계속 시킬 수 있다.

[답] ③

[문289] [해설] 광전 효과

빛을 받으면 전기적 특성의 변화를 일으키는 현상으로 그 종류는 다음과 같다.

- ① 광기전 효과 : 빛을 받으면 기전력이 발생하는 효과로 태양전지에 이용된다.
- ② 광전자 방출 효과 : 빛을 받으면 광전자가 방출하는 효과
- ③ 광도전 효과 : 빛을 받으면 저항값이 변화하는 효과

[답] ②

[문290] [해설] 실용전지의 분류

분 류		종 류
1차 전지		망간 건전지, 적층 건전지, 공기 건전지, 리튬 전지, 수은 전지
2차 전지		연축 전지, 알칼리 축전지
연료 전지		알칼리 전해액 연료전지, 상성 전해질 연료 전지, 용융염 전해질 연료 전지, 고체 전해질 연료 전지
특수 전지	물리전지	태양 전지, 열 전지, 원자력 전지
	생물전지	아직 실용화 되어 있지 않음

[답] ①

[문291] [답] ③

[문292] [해설] 반도체의 pn 접합면에 태양 광선이나 방사선을 조사해서 기전력을 얻는 전지를 물리 전지라 하며 현재 일부에서는 실용화 되어 있다.

[답] ④

해설 및 답안

[문293] [답] ②

[문294] [해설] 표준 전지의 구비조건으로는

- ① 장시간 경과, 전류가 흘러도 일정 기전력을 발생시킬 것
- ② 기압 또는 온도가 변화해도 기전력의 변동이 적고 정확할 것

종 류	양 극	전해액	음 극	특 징	비 고
카드뮴 전지 (웨스턴 전지)	Hg	CdSO ₄	Cd	온도 계수가 작다. 널리 사용되고 있다.	현재 사용 중
클라크 전지	Hg	ZnSO ₄	Zn	온도 계수가 크다.	초기 개발품
다니엘 전지					

[답] ②

[문295] [답] ③

[문296] [해설] 1차 전지 : 1회 사용 후 재충전이 불가능한 전지

2차 전지 : 직류 전원으로 충전하여 반복 사용할 수 있는 전지로서 충전용 전지, 납축전지, 알칼리 축전지 등이 이에 속한다.

[답] ①

[문297] [답] ④

[문298] [답] ②

[문299] [해설] • 1차 전지 : 1회 사용 후 재충전이 불가능한 전지

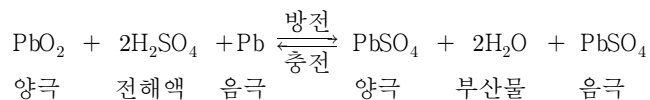
2차 전지 : 직류 전원으로 충전하여 반복 사용할 수 있는 전지로서 충전용 전지, 납축전지, 알칼리 축전지 등이 이에 속한다.

[답] ④

[문300] [답] ①

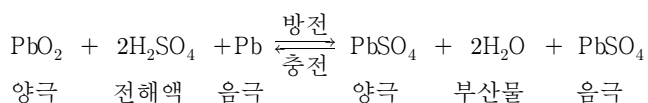
[문301] [답] ④

[문302] [해설] 연(납)축전지의 반응식



[답] ③

[문303] [해설] 연(납)축전지의 반응식

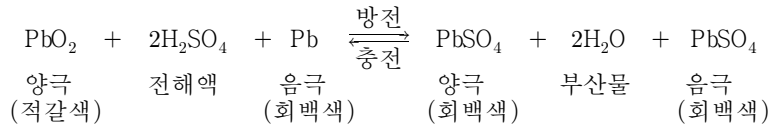


[답] ④

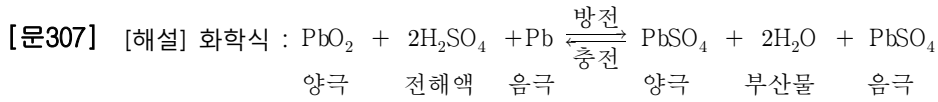
[문304] [답] ④

[문305] [답] ④

[문306] [해설] 연(납)축전지의 반응식



[답] ④



[답] ①

[문308] [답] ③

[문309] [해설] ① 연축전지

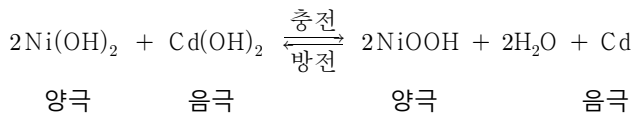
- ▶ 공칭 전압 : 2[V/cell] ▶ 공칭 용량 : 10[Ah]
- ② 알칼리 축전지
- ▶ 공칭 전압 : 1.2[V/cell] ▶ 공칭 용량 : 5[Ah]

[답] ④

[문310] [답] ③

[문311] [답] ①

[문312] [해설] 알칼리 축전지의 화학반응식



◎ 알칼리 축전지

항 목	에디슨 축전지	응그너 축전지
양 극	산하니켈	산화니켈
음 극	철(Fe)	카드뮴(Cd)
전해액	수산화칼륨(KOH)	수산화칼륨(KOH)

전해액 : 비중 1.2~1.245의 수산화 칼륨(KOH)

[답] ④

[문313] [답] ④

해설 및 답안

[문314] [답] ①

[문315] [해설] ① 연(납)축전지

▶ 공칭 전압 : 2[V/cell] ▶ 공칭 용량 : 10[Ah]

② 알칼리 축전지

▶ 공칭 전압 : 1.2[V/cell] ▶ 공칭 용량 : 5[Ah]

[답] ③

[문316] [해설] 알칼리 축전지의 특징

- ① 전지의 수명이 길다(납 축전지보다 3~4배 전도)
- ② 구조상 운반 진동에 견딜수 있다.
- ③ 급격한 충·방전, 높은 방전율에 견디며, 다소 용량이 감소되어도 사용 불능이 되지 않는다.

[문317] [답] ③

[문318] [답] ②

[문319] [해설] 전기 분해를 전해질 용액에서 석출된 이온이 음극의 물체 표면에 붙는 것을 전착이라 한다.

[답] ③

[문320] [해설] 전기 도금: 전기 도금은 도금하고자 하는 금속을 양극, 도금되는 금속을 음극으로 하고 도금하고자 하는 금속 이온을 함유한 수용액 중에서 전기 분해하여, 음극으로 금속을 석출시키는 것이다. 따라서, 양극에 있는 구리가 음극에 있는 은막대로 이동하여 은막대가 구리색이 나게 된다.

[답] ①

[문321] [답] ①

[문322] [해설] 알루미늄은 보크사이트(Al_2O_3 가 60[%] 함유된 광석)를 용해하여 순수한 산화 알루미늄(알루미나)을 만든 후 방정석을 넣고 약 1000[°C]로 전기 분해하여 순도 99.8[°C]로 제조한다.

[답] ③

[문323] [풀이] 전기도금을 계속하여 두꺼운 금속층을 만든후 원형을 떼어서 복제하는 방법

[답] ④

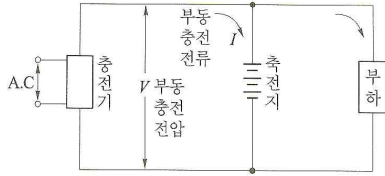
[문324] [해설] 전기침투 : 액을 다공질의 격막으로 나누고 그 양측에 직류 전압을 걸면 격막을 통해서 액체는 한쪽으로 이동하여 수위는 높아진다. 전기 침투는 전해 콘덴서 제조용, 재생고무의 제조, 점토의 전기적 정제 등에 응용되고 있다.

[답] ①

[문325] [답] ①

[문326] [답] ①

[문327] [해설] 부동 충전 방식



[답] ④

[문328] [답] ④

제 5 장 전력용 반도체

[문329] [해설] pn 접합 다이오드는 순방향으로만 전류가 흐르는 특성(정류)이 있고, 이 pn 접합 반도체를 다이오드라 한다.

[답] ③

[문330] [해설] 자기 소호 기능이란 ON상태에서 OFF로 되는 현상을 말함.

[답] ①

[문331] [해설] 광전 효과는 반도체 결정에 빛을 조사하면 광에너지의 자극에 의해 광전 효과가 발생한다. 광전 현상은 광에너지를 흡수하여 변화하는 전기 저항의 광도전 효과와 전하 분포가 변화하는 광기전력 효과로 나눌 수 있는데 광도전 소자는 빛을 조사시키면 소자의 전기 저항이 감소한다.

[답] ②

[문332] [해설] cut-in voltage란 순방향에서 전류가 현저히 증가하기 시작하는 전압으로서 실리콘의 경우 0.6[V]이다.

[답] ①

[문333] [해설] ▶ 과전압 방지 : 다이오드를 직렬로 추가

▶ 과전류 방지 : 다이오드를 병렬로 추가

[답] ②

[문334] [해설] 순바이어스를 가하면 공핍층이 좁아지고 전위 장벽이 낮아지며 전장이 약해진다.

[답] ④

해설 및 답안

[문335] [해설] 공핍층에서의 전계가 강해져 전하의 확산이 차단된다.

[답] ④

[문336] [해설] 제너 다이오드(Zener diode)는 정전압 소자로 만든 pn 접합 다이오드로서 정전압 다이오드라 하며, 전압 범위는 약 3[V]정도에서 150[V] 정도까지의 다양한 종류가 있다.

[답] ③

[문337] [해설] 제너 다이오드는 정(+), 부(-)의 온도 계수를 갖는다.

즉, 전압의 크기가

변하면 전류 크기는 변화하지만 방향은 변하지 않는다.

[답] ②

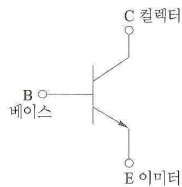
[문338] [해설] 제너 다이오드(Zener diode)는 정전압 소자로 만든 pn 접합 다이오드로서 정전압 다이오드라 하며, 전압 범위는 약 3[V]정도에서 150[V]정도까지의 다양한 종류가 있다.

[답] ③

[문339] [해설] 터널 다이오드 : 마이크로파의 발진, 증폭, 고속 스위칭(개폐) 기능이 있다.

[답] ②

[문340] [해설]



<npn형 트랜지스터>

[답] ②

[문341] [해설]

	npn형	pnp형
회로, 구성		
E, Brks 전류 방향	트랜지스터의 화살표 방향 (P형에서의 N형 방향)	
	B → E	E → B
주전류 방향	E, B 전류 방향과 동일	
	C → B → E	E → B → C
B 기준으로 C 전위	정(+)전위	부(-)전위

[답] ③

[문342] [답] ②

[문343] [해설] FET(Field Effect Transister)에서 일어나는 현상으로서 gate와 소스 사이에 역전압을 증가시키면 드레인 전류가 0[A]가 되는데 이때의 전압을 핀치 오프 전압이라 한다.

[답]

[문344] [해설] MOS FET의 입력 저항은 $10^{10} \sim 10^{15}[\Omega]$ 정도이다.

[답] ②

[문345] [해설] ▶ 서미스터 : 부(-)의 온도 계수를 갖고 있으며, 온도 보상 회로에 이용된다
▶ 바리스터 : 과도 전압, 이상 전압에 대한 회로 보호용으로 사용되는 소자

이 전압에 따라 변화하는 소자

로용 소자

[답] ①

▶ 버랙터 다이오드 : 정전용량

▶ 제너 다이오드 : 정전압 회

[문346] [답] ①

[문347] [답] ③

[문348] [해설] 사이리스터는 위상 제어, 정지 스위치, 인버터 초퍼, 타이머 회로, 트리거 카운터, 과전압 보호 등에 쓰인다.

[답] ④

[문349] [해설] 반도체 소자의 장점 : 대량 생산, 소형, 경량, 저렴한 가격

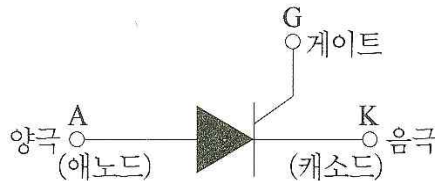
[답] ④

해설 및 답안

[문350] [해설] 사이리스터는 위상제어, 정지 스위치, 인버터 초퍼, 타이머 회로, 트리거 회로, 카운터, 과전압 보호 등에 쓰인다. 그러나 직류에서는 위상이라는 개념은 없다.

[답] ③

[문351] [해설] SCR은 단일 방향성 3단자 소자이다.



[답] ④

[문352] [해설] SCR은 수은 정류기, 다이너트론 등의 소자에 비해 효율이 높고 고속 동작이 용이하며, 소형 경량이고 수명이 길며 사용이 쉽다.

[답] ②

[문353] [해설] 각 종 반도체 소자의 비교

① 방향성

- ▶ 양방향성(쌍방향성) 소자 : DIAC, TRIAC, SSS
- ▶ 역저지(단방향성) 소자 : SCR, LASCR, GTO

② 극(단자) 수

- ▶ 2극(단자) 소자 : DIAC, SSS, Diode
- ▶ 3극(단자) 소자 : SCR, LASCR, GTO, TRIAC
- ▶ 4극(단자) 소자 : SCS

[답] ③

[문354] [답] ④

[문355] [해설] SCR은 PNPN 구조로 된 PN형 반도체이다.

[답] ③

[문356] [해설] SCR에 순방향 전압이 인가되어 있을 때 게이트 전류가 흐르면 SCR은 도통을 시작한다. 도통되고 나면 게이트 전류를 차단하여도 SCR은 계속 도통 상태를 유지하므로 도통 후 애노드 전류의 크기는 게이트 전류와 무관하다.

[답] ③

[문357] [해설] SCR의 특징

- ① 아크가 생기지 않으므로 열의 발생이 적다.
- ② 과전압에 약하다.
- ③ 게이트에 신호를 인가할 때부터 도통할 때까지의 시간이 짧다.
- ④ 게이트 전류(I_G)로 통전 전압을 가변시킨다.
- ⑤ 게이트 전류의 위상각으로 통전 전류의 평균값을 제어시킬 수 있다.
- ⑥ 대전류 제어 정류용으로 이용된다.

- ⑦ 스위치 소자이다.
- ⑧ P-N-P-N 소자이다.
- ⑨ 소형이면서 가볍고 고속 동작이다.
- ⑩ turn-off 시간 및 순방향 전압 강하는 다이랏론 (thyatron)보다 우수하다.
- ⑪ 입력상의 제어로 전류, 출력전압을 제어 할 수 있다.

[답] ④

【문358】 [답] ③

【문359】 [해설]

- ▶ SCR은 특성곡선에서 부저항(negative resistance) 부분이 있다. 정류다이오드는 부성저항이 없다.
 - ▶ SCR은 pnpn 구조를 하고 있다.
 - ▶ SCR은 off 상태에서 저항이 매우 높아 도통되지 않는다.
 - ▶ SCR은 on 상태에서 pn 접합의 순방향과 마찬가지로 낮은 저항을 나타낸다.

[답] ③

【문360】 [답] ④

【문361】 [해설] SCR은 게이트에 신호를 가해야만 동작한다.

[답] ③

【문362】 [해설] 파형이 작아지면 전력이 작아지며, 파형의 위치(위상)를 바꾸어 줌으로써 교류를 제어하는 것을 SCR 위상 제어라한다.

[답] ③

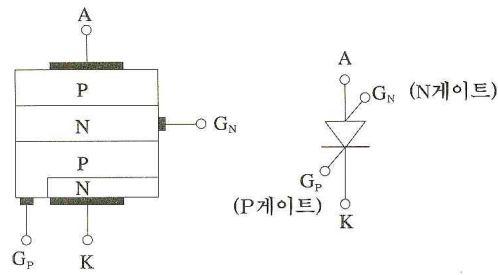
【문363】 [답] ①

【문364】

[답] ①

【문365】 [해설] SCS(Silicon Controlled. Switch)는 두 개의 게이트와 애노드, 캐소드의 4단자 구조, P층과 N층에서 게이트를 뺀 PNP 4층 구조이다. P게이트만 사용하면 일반 사이리스터(SCR)로 사용하고 N게이트만 사용하면 PUT로도 사용할 수 있다. 양쪽의 게이트를 사용하여 감도도 높이고 유리 전류를 광범위하게 조절할 수 있다.

해설 및 답안



[답] ②

[문366] [답] ①

[문367] [해설] 각 종 반도체 소자의 비교

① 방향성

- ▶ 양방향성(쌍방향성) 소자 : DIAC, TRIAC, SSS
- ▶ 역저지(단방향성) 소자 : SCR, LASCR, GTO

② 극(단자) 수

- ▶ 2극(단자) 소자 : DIAC, SSS, Diode
- ▶ 3극(단자) 소자 : SCR, LASCR, GTO, TRIAC
- ▶ 4극(단자) 소자 : SCS

즉, DIAC은 양방향성 2극 소자이다.

[답] ②

[문368] [해설] DIAC



[답] ①

[문369] [답] ③

[문370] [답] ④

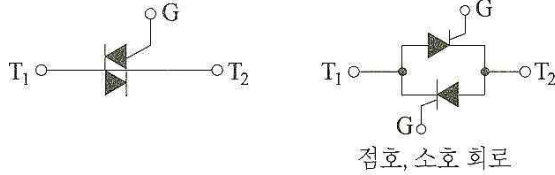
[문371] [답] ②

[문372] [해설] SSS는 Bidirectional diode로서 T_1 , T_2 를 가지고 있으며 게이트가 없어 게이트에 의한 턴 온을 할수 없다.

[답] ①

[문373] [해설] 트라이액(TRIAC : Triode AC Switch)

트라이악은 두 개의 SCR을 역병렬한 것을 한 개의 소자로 만든 것으로서 무접점 스위치나 위상 제어 회로, 가정용 조공 장치 및 전기로의 온도 조절 또는 전동기의 속도 제어 등에 광범위하게 응용되고 있다.



[답] ①

[문374] [해설] TRIAC(triode AC switch)은 역병렬로 된 2개의 보통 SCR과 유사하므로 쌍바향성 3단자 사이리스터이고, AC 전력의 제어에 사용된다.

[답] ④

[문375] [해설]

- ▶ 인버터 : 직류 전원을 교류 전원으로 변환하는 장치
- ▶ 컨버터 : 교류 전원을 직류 전원으로 변환하는 장치

[답] ④

[문376] [해설] ▶ 인버터 : 직류 전원을 교류 전원으로 변환하는 장치

- ▶ 컨버터 : 교류 전원을 직류 전원으로 변환하는 장치

[답] ③

[문377] [답] ②

[문378] [해설] 전동 발전기는 세밀하게 전압을 조정할 필요가 있을 때 이외는 고가, 저효율로 부적당, 회전 변류기와 벨토로는 저전압 대전류용에는 고효율이지만 고전압이면 부적당하다. 따라서 모든 점에서 수은 정류기가 적당하다.

[답] ②

[문379] [해설] 실리콘 제어 정류기

수은 정류기, 다이너트론 등의 소자에 비해 효율이 높고 고속 동작이 용이하며, 소형 경량이고 수명이 길며 사용이 쉽다.

[답] ②

[문380] [답] ④

[문381] [해설] 정류 종류

- ▶ 단상 반파 정류 : $E_d = \frac{\sqrt{2}}{\pi} E = 0.45E$
- ▶ 단상 전파 정류 : $E_d = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} E = 0.90E$
- ▶ 3상 반파 정류 : $E_d = \frac{3\sqrt{2}\sqrt{3}}{2\pi} 1.17E$

해설 및 답안

▶ 3상 전파 정류 : $E_d = \frac{3\sqrt{2}}{\pi}E = 1.35E$

[답] ④

[문382] [해설] $E=200, e=10$ 에서 반파 정류이므로

[풀이] $E_d = 0.45E - e = 0.45 \times 200 - 10 = 80[V]$

[답] ①

[문383] [풀이] 단상 반파에서 $E_d = 0.45E$ 이므로

$\therefore E = \frac{E_d}{0.45} = \frac{200}{0.45} = 444.44[V]$

[답] ④

[문384] [답] ①

[문385] [해설] 단상 전파 정류이므로 직류전압 E_d 는 $E_d = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}E_s = 0.90E_s$ 에서

$E_d = 0.9 \times 220 = 198[V]$

정류기의 전압 강하가 10[V]이므로 부하에 걸리는 정압

$E = E_d - e = 198 - 10 = 188[V]$

[답] ③

[문386] [해설] 반파정류에서 직류전압 $E_d = \frac{\sqrt{2}}{\pi}E$ 이므로 직류전류 $I_d = \frac{E_d}{R} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{\pi}E}{R}$

[답] ④

[문387] [해설]

정류 종류	단상 반파	단상 전파	3상 반파	3상 전파
맥동률[%]	121	48	17.7	4.04
정류 효율	40.5	81.1	96.7	99.8
맥동 주파수	f	$2f$	$3f$	$6f$

[답] ④

[문388] [풀이] 단상전파정류, 직류전압 $E_d=100$ 에서 단상전파정류에서 직류 전압

$E_d = \frac{\sqrt{2}}{\pi}E = 0.9E$ 이므로

교류전압 $E = \frac{1}{0.9}E_d = 1.11E_d = 1.11 \times 100 = 111[V]$

[답] ②

제 6 장 전 동 기 응 용

[문389] [해설] $T - \left(T_L + T_B + J \frac{d\omega}{dt}\right) > 0$ 이면 가속 상태이고

$$T - \left(T_L + T_B + J \frac{d\omega}{dt}\right) < 0 \text{이면 감속 상태로 되며,}$$

$$T - \left(T_L + T_B + J \frac{d\omega}{dt}\right) = 0 \text{ 일 때는 일정 속도의 조건이 된다.}$$

[답] ③

[문390] [해설] ▶ 안정 운전 : $\left(\frac{dT}{d\omega}\right)_L > \left(\frac{dT}{d\omega}\right)_M$, ▶ 불안정 운전 : $\left(\frac{dT}{d\omega}\right)_L < \left(\frac{dT}{d\omega}\right)_M$

[답] ④

[문391] [해설] 운동 에너지 W 는

$$W = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mr^2\omega^2 = \frac{1}{2}J\omega^2 [J]$$

이므로 여기에 $J = \frac{1}{4}GD^2$ 를 대입하면

$$\therefore W = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{4}GD^2\right) \omega^2 = \frac{1}{8}GD^2\omega^2 [J]$$

[답] ③

[문392] [풀이] $f_2 = sf_1 = 0.03 \times 80 = 2.4 [Hz]$

[답] ③

[문393] [해설] $J = \frac{1}{4}GD^2 [kg \cdot m^2]$

$$\therefore GD^2 = 4 \times J = 4 \times 75 = 300 [kg \cdot m^2]$$

[답] ④

[문394] [풀이] $J = mr^2 = G \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{GD^2}{4} = \frac{300}{4} = 75 [kg \cdot m^2]$

[답] ①

[문395] [풀이]

$$W = \frac{1}{2}J\omega^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4}GD^2 \times \left(\frac{2\pi N}{60}\right)^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times 100 \times \left(\frac{2\pi \times 1460}{60}\right)^2 = 292000 [J]$$

[답] ①

[문396] [답] ③

[문397] [답] ③

해설 및 답안

[문398] [해설] $P = 9.8\omega T \times 10^{-3}$, $\omega = \frac{2\pi N}{60}$ 이므로

$$T = \frac{60 \times 10^3}{2\pi \times 9.8} \cdot \frac{P}{N} = 975 \frac{P}{N} [\text{kg} \cdot \text{m}]$$

[답] ③

[문399] [해설] 힘[kg, N], 광성 모멘트 [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$], 토크 [kg.m], 동력 [kg.m/s]

[답] ③

[문400] [풀이] 토크 $T = 0.975 \times \frac{P}{N} = 0.975 \times \frac{7000}{900} \approx 7.58 [\text{kg} \cdot \text{m}]$

[답] ③

[문401] [풀이] $J = \frac{1}{4}GD^2$

$$\therefore GD^2 = 4 \times J = 4 \times 150 = 600 [\text{kg} \cdot \text{m}^2]$$

[답] ②

[문402] [해설] $Q=5/60$, $H=6$, $K=1.1$, $\eta=0.7$ 에서

$$[\text{풀이}] P = \frac{9.8QHK}{\eta} = \frac{9.8 \times (5/60) \times 6 \times 1.1}{0.7} = 7.7 [\text{kW}]$$

[답] ②

[문403] [해설] $Q=30/60$, $H=15$, $K=1.2$, $\eta=0.85$ 에서

$$[\text{풀이}] P = \frac{9.8QHK}{\eta} = \frac{9.8 \times (30/60) \times 15 \times 1.2}{0.85} = 103.76 [\text{kW}]$$

[답] ①

[문404] [해설] $W=100$, $V=1.5$, $\eta=0.7$

$$[\text{풀이}] P = \frac{WV}{6.12\eta} = \frac{100 \times 1.5}{6.12 \times 0.7} = 35 [\text{kW}]$$

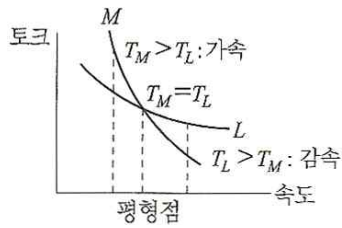
[답] ③

[문405]

[해설] $W=150$, $V=2$, $\eta=0.7$

$$[\text{풀이}] P = \frac{WV}{6.12\eta} = \frac{150 \times 2}{6.12 \times 0.7} \approx 70 [\text{kW}]$$

[답] ③



[문406] [해설]

전동기 속도가 평형점 속도(L, M곡선 교차점의 속도)보다 클 때는 부하 토크 T_L 이 전동기 토크 T_M 보다 커서 감속이 되고, 평형점 속도보다 작을 때는 T_M 이 T_L 보다 커서 가속이 되어 일정한 평형점 속도에서 계속 운전이 가능하게 된다.

[답] ②

[문407] [해설] 교류에 있어 직권 정류자 전동기는 직류에 있어서의 직권 전동기와 그 특성이 유사하다. 토크가 증가하면 속도가 저하되는 특성을 변속도 특성이라 하며, 직류 직권 전동기, 직류 파권 전동기, 교류 직권 정류자 전동기, 2차 저항이 큰 유도 전동기 등이 이 특성을 가진다.

[답] ①

[문408] [답] ③

[문409] [해설] 직류 직권 전동기의 토크 $T = K\phi I_a = KI_a^2$ 으로 $T \propto I^2$ 관계로 부하에 대한 토크의 증가율이 가장크며 크레인, 기중기, 전차등에 쓰인다.

[답] ②

[문410] [해설] 직류 직권 전동기의 자기 포화를 무시하면 직권 전동기에서 $I_a = I = I_f \approx \phi$ 이므로 직류 직권 전동기의 토크 $T = k\phi I = k\phi^2 = kI^2$ 에서 $I^2 \propto \phi^2 \propto \frac{1}{N^2}$ 이므로 부하 전류 I가 증가하면 속도 N은 그에 반비례하여 감소한다.

[답] ④

[문411] [해설] 유도전동기의 기동법

- ▶ 농 형 : 직입 기동, Y- Δ 기동, 감압 기동(단권 변압기, 1차 저항 리액터)
- ▶ 권선형 : 2차 저항기동

[답] ③

[문412] [해설] ▶ 농형 유도 전동기의 기동

- ① 전전압 기동(직입기동)
- ② 감압 기동 : 단권 변압기 기동(기동보상기법), 1차 저항 기동, 리액터 기동
- ③ 전동기의 접속을 변경하는 기동 : Y- Δ 기동법, 분할 권선 기동
- ④ 리액터 기동
- ⑤ 콘도르파법
- ▶ 권선형 유도 전동기의 기동
 - ① 2차 저항 기동
 - ② 2차 임피던스 기동
 - ③ 게르게

스법

해설 및 답안

[답] ④

[문413] [해설] 농형 유도 전동기의 기동

- ① 전전압 기동
- ② 감압 기동 : 단권 변압기 기동, 1차 저항 기동, 리액터 기동
- ③ 전동기의 접속을 변경하는 기동 : Y- Δ 기동법, 분할 권선기동

[답] ①

[문414] [해설] 2차 저항 기동법

2차 저항 기동법은 권선형 유도 전동기의 2차측 슬립링을 통하여 기동 저항을 삽입하여 비례추이의 특성을 이용하여 속도-특성을 변화시켜 가면서 기동하는 방식이다.

[답] ②

[문415] [해설] 직류 전동기의 기동

- ▶ 저항 기동법 : 기동 저항기를 전기자 권선과 직렬로 접속하여 기동전류를 정격전류의 100~150%정도로 제한하여 기동하는 방법

[답] ③

[문416] [해설] 플러깅(plugging, 역전제동=역상제동)

회전중인 전동기의 1차 권선 3단자 중 임의의 2단자의 접속을 바꾸면 역방향의 토크가 발생되어 제동하는 방법으로 이 방법은 급속하게 정지 시키고자 하는 경우에 사용된다.

[답] ②

[문417] [해설] 3상의 2단자를 교환시킴으로써 회전 방향이 역인 토크를 발생시켜 급속히 정지, 역전시키는 방법을 역상 제동(플러깅, 역전제동)이라고 한다. 그러나, 역전시 막대한 과도 전류가 흐르는 결점이 있다.

[답] ④

[문418] [해설] 발전 제동은 전동기의 전기자를 전원에서 끊고 전동기를 발전기로 동작시켜 회전 운동 에너지로서 발생하는 전력을 그 단자에 접속한 저항에서 열로 소비시키는 제동 방법이다.

[답] ①

[문419] [해설] 회생 제동 : 전동기에 전원을 접속한 상태에서 전동기에 유기되는 역기전력을 전원 전압보다 높게 하여 회전 운동 에너지로 발생하는 전력을 전원측에 반환하면서 제동하는 방식이다.

[답] ③

[문420] [답] ②

[문421] [해설] 직류 전동기의 속도 제어법 비교

구 분	제어 특성	특 징
계자 제어법	▶ 정출력 제어	▶ 속도제어 범위가 좁다.
전압 제어법	▶ 정토크 제어 워드레오나드 방식 일그너 방식	▶ 제어범위가 넓다. ▶ 손실이 매우 적다. ▶ 정역운전이 가능 ▶ 설비비가 많이 든다.
직렬 저항법		▶ 효율이 나쁘다.

[답] ②

[문422] [해설] 일그너 방식 : 워드레오나드 방식에 플라이휠을 장치하여 첨두부하의 반복이 교류 전원측에 미치는 악영향을 적게한 것으로 대용량 부하에서 가변 속도의 경우에 사용한다. 제철 제관 작업 등에 적합하며 특징은 다음과 같다.
▶ 첨두부하값이 감소 ▶ 최대 토크 감소 ▶ 전류의 동요가 감소

[답] ④

[문423] [해설] 일그너 방식은 플라이휠이 붙어 있는 축세력식이므로 제철용의 압연기와 같은 토크가 크게 변동하는 부하에 적당하다.

[답] ④

[문424] [해설] 일그너 방식 : 워드 레오나드 방식에 플라이휠을 장치하여 첨두부하의 반복이 교류 전원측에 미치는 악영향을 적게한 것으로 대용량 부하에서 가변 속도의 경우에 사용한다. 제철, 제관 작업 등에 적합하며 특징은 다음과 같다.
▶ 첨두 부하값이 감소
▶ 최대 토크 감소
▶ 전류의 동요가 감소

[답] ①

[문425] [해설] 플라이휠에 축적된 기계적 에너지를 이용하여 부하의 급변동에 의한 충격을 완화시키는 방식이 일그너 방식이다. 따라서 대용량 부하에서 가변 속도의 경우에 사용한다.

[답] ④

[문426] [해설] 플라이휠은 회전 에너지를 축적하였다가 부하 변동에 대응하는 것이므로 '가~다' 에는 적합하나 '라' 의 효율에는 무관하다.

[답] ④

[문427] [해설] 저항 제어법 : 외부에 직렬로 저항을 넣고 이 저항을 가감하여 단자 전압 V를 변화시켜 속도를 제어하는 것이다.

[답] ①

[문428] [해설] 직류 전동기의 속도 제어법 비교

해설 및 답안

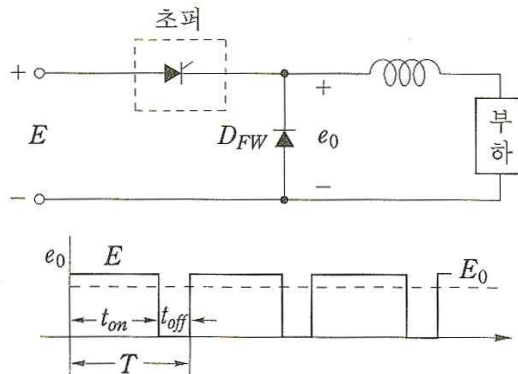
구 분	제어 특성	특 징
직렬 저항법		▶ 손실이 크고 효율이 나쁘다.
계자 제어법	▶ 정출력(정구동) 제어	▶ 속도 제어 범위가 좁다(세밀, 안정)
전압 제어법	▶ 정토크 제어 - 워드 레오나드 방식 - 일그너 방식	▶ 제어 범위가 넓다. ▶ 손실이 매우 적다. ▶ 정역 운전이 가능 ▶ 설비비가 많이 든다.

[답] ②

[문429] [답] ③

[문430] [답] ④

[문431] [해설] 초퍼는 일정 입력 전원전압으로부터 초퍼된(짧게 자른) 부하전압을 만들며 전원으로부터 부하를 연결 혹은 단절하는 다이리스터 온/오프 스위치이다.



[답] ③

[문432] [해설] 특수 농형 유도 전동기는 유도 전동기의 기동 특성을 개선하는 것으로서 전전압 기동해도 표피 효과 때문에 기동 전류가 억제되고 기동 토크가 크다.

[답] ②

[문433] [해설] 발전기 구동용 원동기의 속도를 바꾸어 전원용 발전기의 주파수를 조정하여 전동기의 속도를 제어한다.

[답] ②

[문434] [해설] $N_s = \frac{120f}{p}$ 에서 $N_s \propto f$ 이므로 주파수 f 를 조정하면 속도 N_s 가 제어된다.

[답] ③

[문435] [답] ④

[문436] [해설] 전동기 절연 허용온도

절연의 종류	Y	A	E	B	F	H	C
허용 최고 온도	90℃	105℃	120℃	130℃	155℃	180℃	180℃ 초과

[답] ②

[문437] [답] ④

[문438] [답] ①

[문439] [답] ①

[문440] [해설] 엘리베이터에 사용되는 저동기의 특성

- ① 회전부분의 관성 모멘트는 적어야 한다.(기동정지가 빈번)
 - ② 가속도의 변화비율이 일정값이 되도록 선택(가속감속시)한다.
 - ③ 기동 토크가 커야 한다.
 - ④ 소음이 적어야 한다.
- 제어의 발달에 따라 3상 유도 전동기가 주로 사용된다.

[답] ④

[문441] [해설] 전동기 제어 장치의 발달에 따라 3상 유도 전동기가 주로 사용된다.

[라]

[문442] [해설] 고조파 자계에 의한 것은 자기적 불형형이다.

[답] ④

[문443] [해설] 반발 전동기는 정류자와 브러시가 있어 주축에 대한 브러시의 위치각을 이동함으로써 발생 토크가 가변되고 속도도 변화한다.

[답] ③

[문444] [해설] 단상 유도 전동기의 종류와 기동 전류, 기동 토크, 전동 토크 및 용도는 다음 표와 같다.

종 류	기동 전류[%]	기동 토크[%]	전동 토크[%]	용 도
반발 기동형	300~400	300 이상	175~300	펌프
콘덴서 기동형	500~700	250 이상	175~300	냉장고
콘덴서 전동기	350~400	140~160	200~300	세탁기, 선풍기
분상 기동형	500~700	125 이상	175~300	복사기, 계산기
셰이딩 코일형		40~100	30~200	플레이어, 테이프 레코더

※기동토크가 큰 순서 : 반발기동형→반발유도형→콘덴서기동형→분상기동형→셰이딩코일형

[답] ④

[문445] [답] ③

해설 및 답안

[문446] [해설] 전기 분해에는 저전압 대전류 발전기가 적당하기 때문에 브러시 자체의 전압 강하가 작은 것이 좋다.

[답] ③

[문447] [해설] 방식형(방부형) : 지정된 부식성의 산, 알칼리 또는 유해가스가 존재하는 장소에서 실용상 지장이 없도록 사용할 수 있는 구조를 말한다.

[답] ③

제 7 장 자 동 제 어

[문448] [해설] 가장 간단한 장치로서 제어 동작이 출력과 관계없이 신호의 통로가 열려 있는 제어 계통을 개루프 제어계라 한다.

[답] ③

[문449] [해설] 제어량의 연속적인 측정, 설정값과 연속적비교, 그 결과에 따른 정정 동작이 연속적으로 이루어지는 계를 연속 데이터 제어계라 한다. 릴레이형 제어계는 on-off 제어이다.

[답] ①

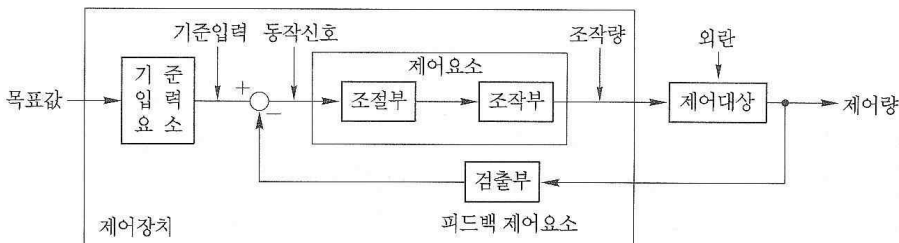
[문450] [답] ③

[문451] [답] ④

[문452] [해설] 자동 제어(자동 조정용)에서 속도 검출기의 적용으로는 회전 발전기, 주파수 검출법, 스피더 등이 있다.

[답] ①

[문453] [해설] 자동제어계 구성



[답] ④

[문454] [해설] 조절부는 기준 입력과 검출부 출력을 합하여 제어계가 소요의 작용을 하는데 필요한 신호를 만들어 조작부에 보내는 기능을 한다.

[답] ③

[문455] [해설] 서보 전동기는 서보 기구에서 주로 조작부의 역할을 한다. 따라서 서보 전동기는 관성이 작도록 하기 위해 전기자의 지름이 작으며, 큰 회전력을 얻기 위해 축방향으로 전기자의 길이를 길게 한다.

[답] ④

[문456] [해설] 절대 안정도(안정 여부)와 상태 안정도(안정한 정도 즉, 위상 여유, 이득 여유)도 알 수 있다.

[답] ③

[문457] [해설] 위상여유를 $|G(j\omega)H(j\omega)|$ 의 크기가 1일 때 그 위상이 180° 에 가까워지는 여유를 말하며 이들은 계의 상대 안정도를 나타내며 $\phi_m > 0$ 일 때 안정상태를 말한다. 안정한 제어계는 이득여유, 위상여유가 0보다 크다.

[답] ①

[문458] [해설] 제어량의 종류에 의한 분류

항 목	특 징	제어량의 종류
서보 제어	플랜트나 생산 공정 중의 상대량을 제어량으로 하는 제어	▶ 방위 ▶ 자세 ▶ 위치 ▶ 면적 등
프로세스 제어	기계적 변위를 제어량으로 해서 목표값의 임의의 변화에 추종하도록 구성된 제어계	▶ 농도 ▶ 유량 ▶ 액위 ▶ 압력 ▶ 온도 ▶ 밀도 등
자동 조정 제어	전기적, 기계적 양을 주로 제어하는 것으로서, 응답 속도가 대단히 빨라야 한다.	▶ 전압 ▶ 회전 속도 ▶ 주파수 ▶ 장력 ▶ 힘 ▶ 전류 등

서 방자위면, 프 농유액압은, 자 전속주장

[답] ①

[문459] [답] ④

[문460] [해설] 1) 제어량의 종류에 의한 분류

- ① 프로세스 제어 ② 서보 제어 ③ 자동조정제어
- 2) 목표값의 시간적 성질에 의한 분류
- ① 정치제어 ② 추치제어
- 3) 조절부의 동작에 의한 분류

- ① 온 오프 제어 ② 비례제어

해설 및 답안

- ③ 미분 동작 제어 ④ 적분 동작 제어
- ⑤ 비례 적분 제어 ⑥ 비례 미분 제어
- ⑦ 비례 적분 미분 제어

[답] ①

[문461] [답] ②

[문462] [해설] ▶ 서보 기구 : 미사일의 유도기구, 동력 장치의 자동 속도 조정 등 제어량이 물체의 위치, 방향, 자세, 각도 등 기계적 변위량인 경우

- ▶ 프로세스 제어 : 압력, 온도, 유량, 약면, 농도, 밀도 등의 제어
- ▶ 자도 조정 : 속도, 장력, 주파수, 전압 등의 제어량일 경우

[답] ③

[문463] [해설] 추종 제어는 임의의 시간적 변화를 하는 목표값에 제어량을 추종시키는 것을 목적으로 하는 제어법으로 변화하는 물체의 위치, 각도 등의 제어에 적합하다.

[답] ②

[문464] [해설] 미리 정해진 프로그램에 따라 제어량을 변화시키는 것을 목적으로 하는 방식을 프로그래밍 제어라 한다.

[답] ①

[문465] [해설] 정해진 시간적 변화(미리 변화에 대하여 저장되어 있는 것)는 프로그램 제어에 해당한다.

[답] ②

[문466] [해설] 압연기는 일정 두께의 철판을 생산하는 장치로서 일정한 목표값을 유지해야 하므로 제어 방식은 정치 제어가 되어야 한다.

[답] ①

[문467] [해설]

항 목	특 징	종 류
추종 제어	미지의 임의 시간적 변화를 하는 목표값에 제어량을 추종시키는 것을 목적으로 하는 제어법	▶레이더(radar)
프로그램 제어	미리 정해진 프로그램에 따라 제어량을 변화시키는 것을 목적으로 하는 제어법	▶ CAM ▶ 엘리베이터 ▶ 열차의무인운전
비율 제어	목표값이 다른 것과 일정한 비율 관계를 가지고 변화하는 경우의 추종 제어	▶ 보일러의 자동연소제어 ▶ 암모니아 합성

[답] ③

- [문468]** [해설] 목표값의 시간적 성질에 의한 분류
 정치제어와 추치 제어로 구분된다.
 (1) 정치제어 : 목표값이 시간에 대하여 변화하지 않는 제어를 말하며 프로세스 제어, 자동조정이 이에 속한다.
 (2) 추치제어 : 출력의 변동을 조정하는 동시에 목표값에 정확히 추종하도록 설계한 제어계로서 추종제어, 프로그램 제어 및 비율제어로 구분된다.

[답] ②

- [문469]** [해설] 음료수 자동 판매기는 동전을 투입하면 원하는 음료수가 나오는데, 이렇게 미리 정하여진 순서에 의하여 제어되는 것을 시퀀스 제어라 한다.

[답] ④

- [문470]** [해설] rate = 비율, 속도
 rate 동작 : 미분동작

[답] ①

- [문471]** [해설] 미분 동작 제어(D 동작)
 제어계 오차가 검출될 때 오차가 변화하는 속도에 비례하여 조작량을 가감산 하도록 하는 동작으로 오차가 커지는 것을 미리 방지하는 데 있다.

[답] ③

- [문472]** [해설] 전달 함수는 모든 초기값을 0으로 하였을 때 출력 신호의 라플라스 변환과 입력 신호의 라플라스 변환과의 비이다.

[답] ②

- [문473]** [해설] K : 비례 요소, $\frac{K}{1+T_S}$: 1차 지연 요소, $\frac{1}{T_S}$: 적분 요소, T_S : 미분 요소

[답] ③

- [문474]** [풀이] $s^2 + 5s + 4 = 0$ $(s+1)(s+4) = 0$
 $\therefore s = -1, -4$

[답] ④

- [문475]** [해설]

변환량	변 환 요 소
압력→변위	벨로스, 다이어프램, 스프링
변위→압력	노즐 플래퍼, 유압 분사관, 스프링
변위→임피던스	가변 저항기, 용량형 변환기, 가변 저항 스프링
변위→전압	포텐셔미터, 차동 변압기, 전위차계
전압→변위	전자석, 전자 코일
온도→임피던스	촉온 저항(열선, 서미스터, 백금, 니켈)
온도→전압	열전대(백금-백금 도움, 철-콘스탄탄, 구리-콘스탄탄, 크로멜-알루멜)

해설 및 답안

[답] ④

[문476] [답] ①

[문477] [해설] $C = (R - C)G,$ $C(1 + G) = RG$
 $\therefore \frac{C}{R} = \frac{G}{1 + G}$

[답] ①

[문478] [해설] 전달함수가 $G(s)$ 인 요소에 주파수가 ω 인 정현파 신호 입력을 가하였을 때의 출력의 크기와 위상차는 $|G(j\omega)|$ 와 $\angle G(j\omega)$ 로 결정되며 $G(j\omega)$ 를 주파수 전달 함수 또는 주파수 응답이라고 한다.

[답]나

[문479] [해설] $\frac{C}{R} = \frac{\Sigma \text{전향 경로 이득}}{1 - \Sigma \text{루프 이득}} = \frac{1}{1 - (-a)} = \frac{1}{1 + a}$

[답] ②