

電気電子工学通論 第5章 問題解答

5-1 ドリル問題

問題1

部屋内の机上面全体を 1000lx にしようとすれば、(5.1.2)式により

$$\phi = \frac{1000 \times 7.4}{0.4} = 18,500 \quad (\text{床面積, 4畳半は } 7.4\text{m}^2 \text{ とする})$$

$$N = \frac{18,500}{3000} = 6 \text{ 本} \quad (37\text{W の直管形蛍光灯使用, 表 5.1.1 より}$$

1本の光束は 3000lm)

となり、37W の直管形蛍光灯 6本が必要であり、やや不経済である。

よって、床面は 37W 蛍光灯 3本で 400lx にして、机上のみスタンドで補うのが得策であろう。

問題2

水銀ランプの地上高を 2.0m とすると、表 5.1.1 より、400W の蛍光水銀ランプの全光束は、22,000lm であるから、半径約 4.0m の地表面上の照度 E を求めると次のようになる。

$$E = \frac{22,000 \times 0.6 \times 0.1}{\pi \times 4 \times 4} = 26 \text{ lx} \quad (\text{答})$$

問題3

	白熱電球	蛍光灯
発光原理	不活性気体を充満したガラス管の中で、フィラメント（抵抗体）に電流を流してジュール熱による発熱により発光させる。（物質を熱し高温にすると光を放射する現象，熱放射を利用）	蛍光管内での水銀蒸気の低気圧グロー放電。ガラス管内に、アルゴンガスと少量の水銀が封入されている。フィラメントに電流を流して熱すると、電子が放出されて水銀蒸気の放電が生じ、発生する紫外線が、ガラス管の内面に塗布された蛍光物質に当たり可視光を発生し、発光する。
利点	すぐ点灯する。価格が安い	点灯に時間がかかる(最近では改良)
短所	電気代が嵩む(消費電力が大きい)	電気代が安い(消費電力が小さい)

5-2 ドリル問題

問題1

直流直巻電動機は、速度零時に最大の駆動力を有し、速度が上昇すると共に駆動力は低下する電車には最も適しいいわゆる直巻特性を有するので、これを活かしたものである。しかもその間、比較的一定の電力を消費するので、好都合である。その後、交流電化などとともに、各種方式が取られた。(5-2-1 項参照)

問題 2

インバータを用いて VVVF（可変電圧可変周波数）制御を利用し、さらに滑り周波数一定制御をも採用して、一定の快適な加速度を得ている。重くて高価な直流電動機が軽量で比較的安価な誘導電動機に置き換えられた。これはパワーエレクトロニクスの粋を行く VVVF 制御による電車の始動、回生制動によるもので、電気エネルギーの有効利用と、しかも快適な乗り心地が達成されている。（6-7 節参照）

問題 3

車体を浮上させて、走行抵抗の減少を図るように工夫されているため。

問題 4

5-2-6 項を参照。図 5.2.6 に示すように、かごとロープでつながれたつりあい重さは、定員（1人 65kg で計算）の半分の重さにかごの重量を加えた重量になっているため、巻き上げは満員のときでも半分の重さですむ。

5-3 ドリル問題

問題 1

始動の際に用いられるコンデンサ：交流単相 100V で用いるため、回転機である電動機、誘導電動機は三相交流電圧で用いる場合のように、三相交流電圧の回転磁界を利用することができない。巻線だけでは単相交流電圧で回転磁界をつくることのできないので、洗濯機の電動機の場合には、コンデンサを補助として用い、位相差をつくり出している。

水流を反転させる機能：コンデンサと巻線（補助巻線と主巻線）への接続切り替えを時間コントロールし、コンデンサに流れる電流の向きを変え、電動機の回転方向を逆転させることにより水流の向きを変える。図 5.3.2 に示すように、2 段のスイッチからなるタイムスイッチを主巻線と補助巻線に接続する。スイッチを切り替えることにより、補助巻線にコンデンサが直列に接続されると電動機は右回転になり、次に、接点が切り替えられると、主巻線にコンデンサが直列に接続され、左回転となる。

問題 2

洗濯機：交流誘導電動機、

脱水機：交流誘導電動機（高速運転可能、コンデンサ始動）、

掃除機：交流直巻整流子電動機（高速回転可能、トルクが強い）

問題 3

一時、代替フロンが用いられたが、これも地球温暖化係数が高い（むしろフロンより高い）ことが明らかとなり、現在では、炭化水素系の気体（たとえばイソブタン（R600a）など）が用いられている。

問題 4

5-3-4 項を参照。インバータにより周波数制御することにより圧縮器の回転数をコントロールすることができ、断続運転せずに冷暖房能力をきめ細かく、広範囲に制御できる。従来のエアコンでは、圧縮器の電動機の回転数を変えることができず、室温調整は断続運転（オンオフの切り替え）の繰り返しにより行っていた。さらに、運転開始時に高速運転し

て、急速温度調整を可能にするなど、冷暖房能力を高めることができる。このようなきめ細かい運転により、消費電力の低減が図られ、快適な温度調整が可能である。

問題 5

電子レンジに用いられている電波であるマイクロ波は、物質に当たると反射／透過／吸収する性質がある。金属に当たると反射する性質があり、マイクロ波は跳ね返されてしまう。電子レンジ内部で、マイクロ波が金属部分で反射され、正常な照射がされず、異常音を発生する。

5-4 ドリル問題

問題 1

(5.4.8)式より、

$$P = \frac{W(1-C)v}{6.12\eta} = \frac{1 \times (1-0.5) \times 300}{6.12 \times 0.7} = 35.0 \text{ kW}$$

問題 2

(5.4.9)式より、

$$P = \frac{Rv}{\eta} = \frac{100 \times 300 \times 1000 \div 60 \div 60}{0.8} = 10400 \text{ kW} \quad \text{約 } 10,000 \text{ kW}$$

問題 3

(5.4.11)式より、

$$P = \frac{QH}{6120\eta} = \frac{10 \times 50}{6120 \times 0.7} = 0.117 \text{ kW} = 117 \text{ W} \quad \text{約 } 100 \text{ W}$$

問題 4

図 5.4.4, および, $A(s)$, $E(s)$, $Y(s)$ を表す式より、

$$\begin{aligned} Y(s) &= G(s)(X(s) - A(s)) \\ &= G(s)(X(s) - H(s)Y(s)) \end{aligned}$$

この式を変形すると、

$$G(s)X(s) = Y(s)(1 + G(s)H(s))$$

この式を変形すると、

$$G(s)X(s) = Y(s)(1 + G(s)H(s))$$

この式より、系全体の伝達関数 $W(s)$ は

$$W(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)}$$

5章 演習問題

1.

ハロゲン電球は、封入ガスの中に微量のハロゲン物質が入れている。点灯中に蒸発したタングステンが、このハロゲン原子またはハロゲン分子と結びついて、ハロゲン化タングステンとなる。これが、再度、フィラメント付近で解離して、タングステンが金属としてフィラメントに戻るようになる。この循環作用（ハロゲンサイクル）により、フィラメントの断線を生じにくくし、寿命を約2倍程度延ばすことに成功している。

2.

熱放射：物質を熱し高温にすると光を放射する現象(熱放射)を利用している。

—白熱電球

ルミネッセンス：物質に光、紫外線、X線などを照射すると、その刺激を受けて発光する現象(ルミネッセンス)を利用している。

—蛍光灯

このように2つの照明は、その原理はまったく異なるものである。

(5-1-4項および5-1-5項を参照)

3.

電圧を高くすると、電流もそれに比例して大きくなり、電力(ワット)は電圧の上昇率の2乗すなわち、 $1.05 \times 1.05 = 1.1025$ となる。明るさは電力に比例するので、明るさも約10パーセント明るくなる。ただし、寿命は短くなる。

4.

高さ h (直線光源と作業面間の距離) を半径とする、長さ 1 m (単位長さ) の仮想円筒を描く。光源の発散する光速 F [lm] は、すべてこの円筒内面に達し、このときの円筒内面の平均照度 E [lx] は、作業面の水平面照度に等しくなる。したがって、

$$F = (2\pi h \times 1) \times E = 2\pi \times 3 \times 1 \times 200 = 3770 \text{ lm となる。}$$

$$h : \text{高さ, } 2\pi h = \text{円周, 単位長さ} = 1 \text{ m}$$

5.

定格積載荷重を m [kg]、かご重量を m_c [kg] とすると、つり合い重りの重量は $m_c + 0.5m$ であるから、エレベータが実際に持ち上げる重量 m_0 は、

$$m_0 = (m + m_c) - (m_c + 0.5m) = 0.5m = 1200 \times 0.5 = 600 \text{ kg}$$

となる。毎分の昇降速度を V [m/min]、機械効率を η とすると、エレベータ用所要出力 P は、次のようになる。

$$\begin{aligned} P &= 9.8m_0 \frac{V}{60} \times \frac{1}{\eta} \times 10^{-3} \\ &= 9.8 \times 600 \times \frac{120}{60} \times \frac{1}{0.7} \times 10^{-3} \\ &= 16.8 \text{ kW} \end{aligned}$$

6.

電車の所要牽引力は、走行抵抗 R [kN]のみを考えればよい。車両重量(乗客含む)を W [t] とすると、(5.4.9)式より、出力 P は

$$P = \frac{Rv}{\eta}$$

であるから、重量 50 t の走行抵抗 R に $R=20 \times 50 \times 9.8$ kN, 速度 v に $v=50 \times 1000 \div 60 \div 60$, 機械効率 η に $\eta=0.95$ を代入して、

$$\begin{aligned} P &= 9.8 \times RW \times \frac{1000}{3600} \times V \times \frac{1}{\eta} \times 10^{-3} \\ &= 20 \times 50 \times 9.8 \times \frac{50 \times 1000}{3600} \times \frac{1}{0.95 \times 1000} \\ &= 143 \text{ kW} \end{aligned}$$