

第9問

図1は、ダイオード4つを用いた単相交流の全波整流器の回路図である。交流側の電圧波形を $V_{AC}(t) = V_0 \sin \omega t$ とする。このとき以下の間に答えよ。なお、簡単のためダイオードにおけるオン電圧降下は無視してよい。

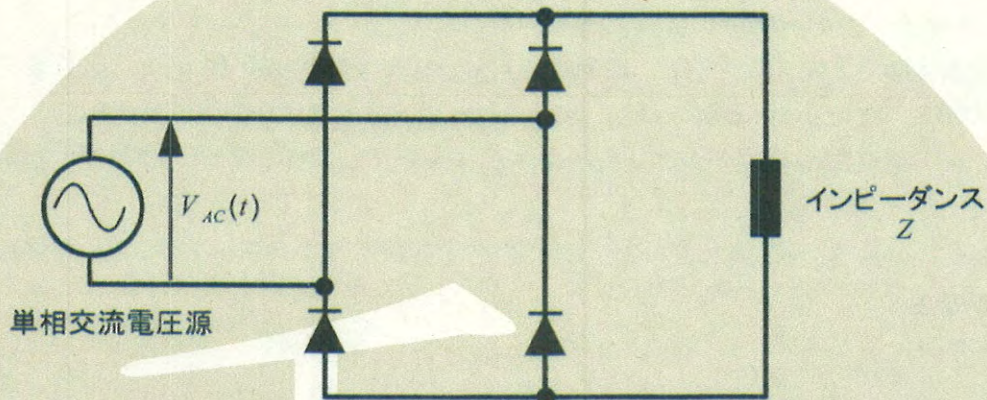


図1

- (1) 直流側のインピーダンス Z として抵抗負荷 R を接続した場合の、この抵抗の両端に現れる電圧と抵抗に流れる電流の波形をそれぞれ描け。また、この電流の平均値を求めよ。
- (2) 直流側のインピーダンス Z として、抵抗負荷 R とインダクタンス L のインダクタを直列につないだ。抵抗 R の両端にかかる電圧波形の概形を $V_{AC}(t)$ の波形と共に描け。(回路方程式の解を求める必要はない。) ただし、ここでは ωL と R の値は同程度とする。
- (3) 直流側のインピーダンス Z として、抵抗負荷 R と静電容量 C のキャパシタを並列に接続した。抵抗 R の両端にかかる電圧波形の概形を $V_{AC}(t)$ の波形と共に描け。(回路方程式の解を求める必要はない。) ただし、ここでは $\frac{1}{\omega C}$ と R の値は同程度とする。
- (4) R の両端の電圧波形の脈動を十分小さく抑えたい。そのためには、(2)の場合、 ω 、 L 、 R の間にどのような関係が成り立たねばならないか。また、(3)の場合、 ω 、 C 、 R の間にどのような関係が成り立たねばならないか。

次に、図2のようにサイリスタ4つを用い、直流側に抵抗負荷 R とインダクタンス L のインダクタを直列につないだ制御整流器を考える。このとき以下の問に答えよ。なお、簡単のためサイリスタにおけるオン電圧降下は無視してよい。

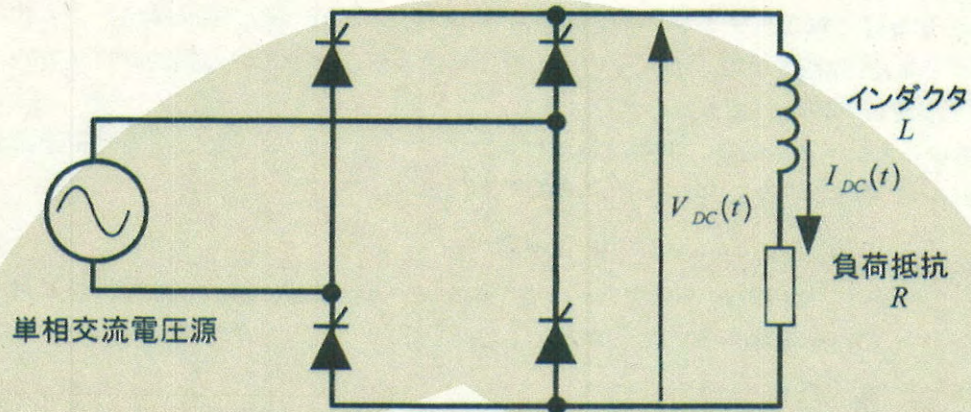


図 2

- (5) ω , L , R の間には(4)で導いた条件が成り立っており、 R の両端の電圧脈動は十分に抑制されていると仮定する。点弧角(制御遅れ角)を $\frac{\pi}{6}$ rad とした場合の、電圧 $V_{DC}(t)$ の波形の概形、および電流 $I_{DC}(t)$ の波形の概形とその平均値を示せ。
- (6) 図2の制御整流器の特徴を、次のキーワードを用いて説明せよ。
 キーワード： 交流側，直流側，点弧角（制御遅れ角），電力損失，力率，高調波

Problem 9

Figure 1 shows a circuit of a full wave rectifier for a single-phase AC voltage source using four diodes. The AC side voltage waveform is given by $V_{AC}(t) = V_0 \sin \omega t$. Answer the following questions. Assume that on-voltage drop in the diodes is negligible for simplicity.

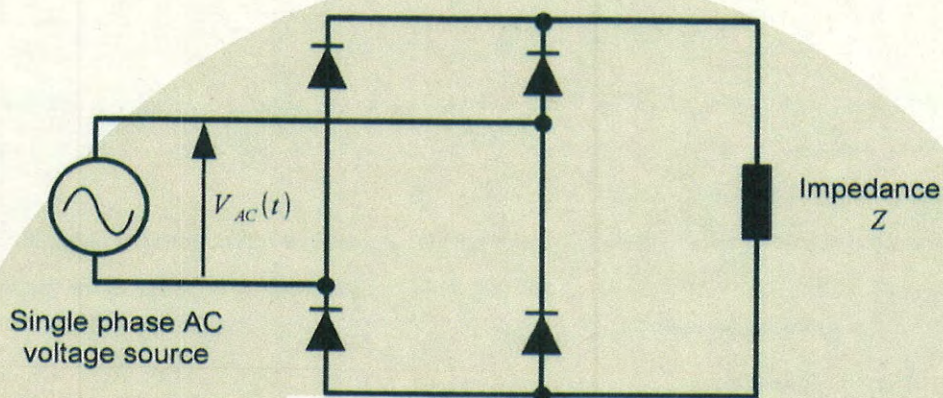


Fig. 1

- (1) Let us assume that the DC side impedance Z is a load resistor whose resistance is R . Sketch the waveforms of the voltage across the resistor and the current through the resistor. Find the average value of the current.
- (2) Let the DC side impedance Z be a series connection of a resistor R and an inductor of inductance L . Sketch the waveform of the voltage appearing across the resistor R together with the waveform of $V_{AC}(t)$. Assume that the values of ωL and R are approximately equal. Here, you do not have to solve circuit equations.
- (3) Let the DC side impedance Z be a parallel connection of a resistor R and a capacitor of capacitance C . Sketch the waveform of the voltage appearing across the resistor R together with the waveform of $V_{AC}(t)$. Assume that the values of $\frac{1}{\omega C}$ and R are approximately equal. Here, you do not have to solve circuit equations.
- (4) In order to suppress the ripple of the voltage across R sufficiently, what conditions are required among ω , L , and R in the case of (2), and among ω , C , and R in the case of (3)?

Let us consider a phase-controlled rectifier composed of four thyristors (SCRs) and a series connection of a load resistance R and an inductance L in the DC side as illustrated in Fig 2. Answer the following questions. Assume that on-voltage drop in the SCRs is negligible for simplicity.

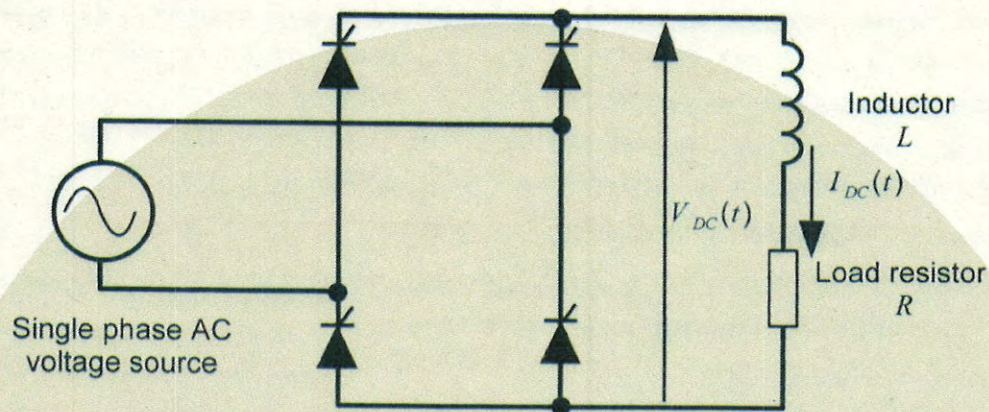


Fig. 2

- (5) Assume that the condition derived in (4) is fulfilled among ω , L , and R , and that the voltage ripple across the load resistance R is sufficiently suppressed. Here the firing delay angle of the SCRs is set to $\frac{\pi}{6}$ rad. Sketch the waveforms of the voltage $V_{DC}(t)$ and current $I_{DC}(t)$. Find the average value of $I_{DC}(t)$.
- (6) Explain the characteristics of the phase-controlled SCR rectifier in Fig. 2 using the following keywords.

Keywords: AC side, DC side, firing delay angle, power loss, power factor, harmonics