

●作戦会議

直流電源（AC/DC コンバータ）について、少しずつ実用的な回路に近づいていく問題。この問題に限らず、パワエレは電験で出題される教科書的な内容と、設計者向けのもっと複雑な回路でシミュレーションする内容が混在していて参考が探しにくくて困る。

(1)まずは単相ダイオードブリッジで単相交流（家庭用電源）を直流に変換する。これでも一応直流だが、電圧が変動するため使いにくい。

(2)次に電圧をコンデンサで平滑化する。コンデンサ入力型とか、キャパシタンスインプット型とか呼ばれている回路。これで直流定電圧に近づくが、電流の波形が正弦波でなく、位相もずれているため力率が悪い。さらには高調波が発生している。電力を管理する側の電気主任技術者としては由々しき事態だ！

なお、標準解答の波形と私の解答の波形は少し異なる。標準解答は過渡的にCR並列直流回路とみなした理論的な波形だとおもう。一方私のそれは平滑回路の波形としてよく使われる（おそらく実際に測定したときの）波形。「代表的な」波形を答える問題なので、どちらも正解だと思うが・・・

また、直流電流が増加したときの直流平均電圧は、本問の主題とあまり関係ないため、別に答えられなくてもいいんじゃないかな。

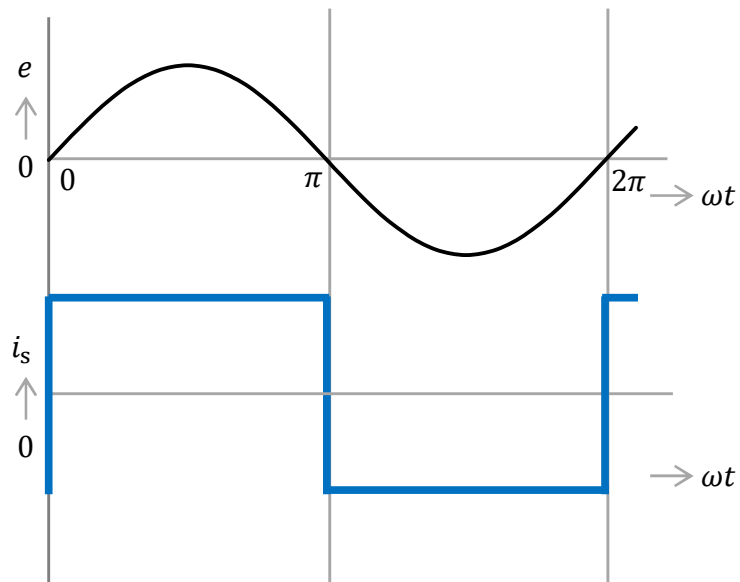
(3) (2)の問題を解決するために力率を改善する。PFC回路と呼ばれる。PFCを知らなくても、昇圧チョッパ（ブースト）回路であることに気づけば回答できる。

これで一応（電力関係者からすると）問題ない直流電源ができるが、さらにACとDCとを絶縁してフライバックにしたり、スイッチングをフィードバック制御したりと、この分野はまだまだ先が長い。電験としてはどこまで勉強するのかわかりづらく、捨てる人が多いのも納得できる。でもせっかく電験1種を受けるならこの問題レベルは捨てずに答えられたらなー。



● 解答

(1) 波形は次のようになる。



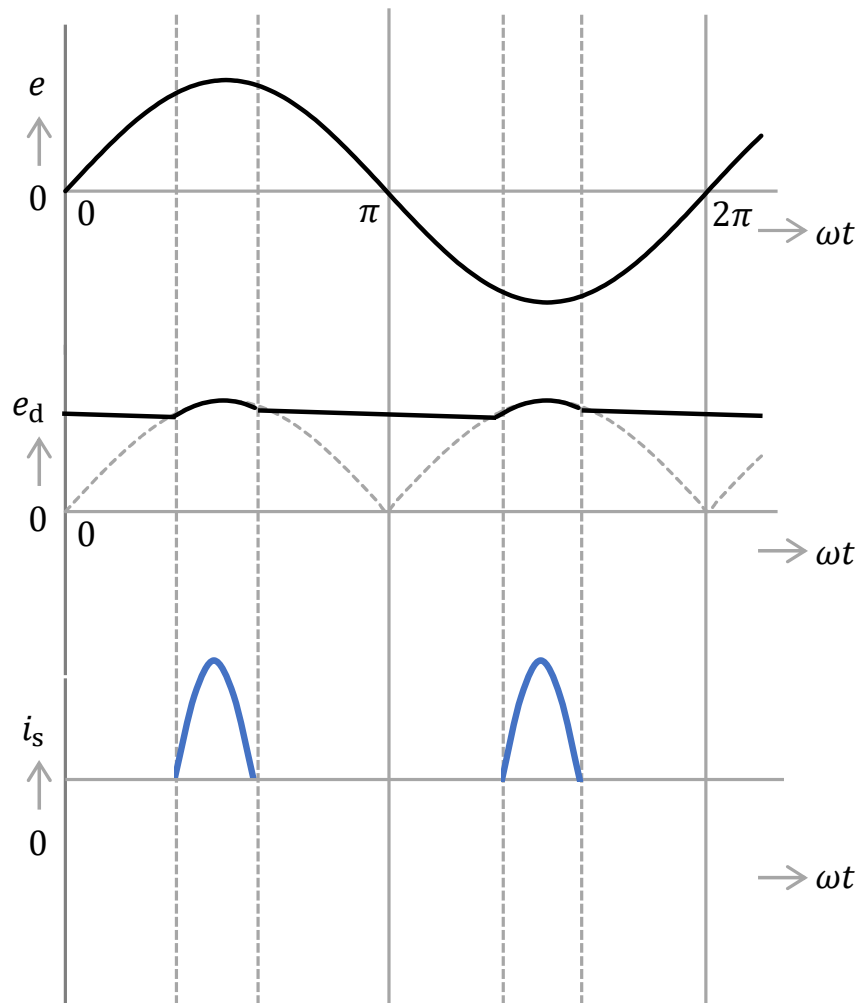
次に、単相全波整流回路であるから、平均直流電圧は、

$$\begin{aligned} E_{d1} &= \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} e \, d\omega t = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2}E \sin \omega t \, d\omega t = \frac{\sqrt{2}}{\pi} E [-\cos \omega t]_0^{\pi} \\ &= \frac{2\sqrt{2}}{\pi} E \approx 0.90031E \rightarrow 0.900E \quad \dots (\text{答}) \end{aligned}$$

(2) 平滑コンデンサに充電しているときだけ、 i_s に電流が流れるため、代表的な波形は

次のようになる。





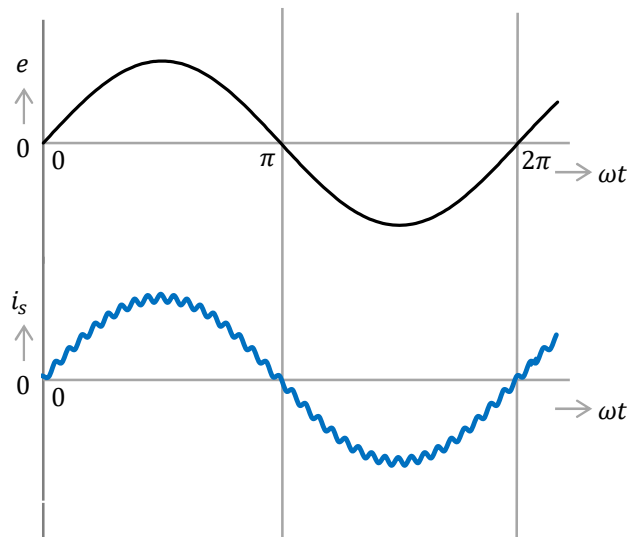
次に、抵抗負荷がない場合、平滑コンデンサは放電をしないため交流電圧 e の最大値まで充電される。

$$\therefore E_{d2} = \sqrt{2}E \rightarrow 1.41E \quad \dots (\text{答})$$

また、直流電流が増えると、充電に対する放電の割合が増加するので、直流平均電圧が低下する。 $\dots (\text{答})$



(3)題意より，波形は次のようになる。



次に，回路が正常に動作しているとき，**図 3-1** の整流後は昇圧チョッパ回路であるか

ら，

$e_{\text{rec}} < e_{\text{dc}}$. . . (答)

●参考

https://toshiba.semicon-storage.com/jp/semiconductor/knowledge/e-learning.html?utm_source=youtube&utm_campaign=learning&utm_content=motorcontrol1 .

東芝デバイス&ストレージ株式会社."e-ラーニング"

#サイト内に"[教育]スイッチング電源の基礎"という動画があり，その第4回が本問の内容を説明している。他の動画もためになる。

