



日立パワーデバイス技術情報 PD Room

みなさま明けましておめでとうございます。PD Room 第2号をお届けいたします。

新年を迎えまして新たな気持ちで取り組みたいと考えておりますので本年も宜しく御願いたします。

今回は IGBT を AVAF インバータ回路に使用した場合の一般的な損失計算の仕方についてご紹介いたします。

IGBT モジュール内発生損失(2in1 の場合)

$$\begin{aligned} \text{全損失} &= 2 \times \{ \text{IGBT での損失} + \text{FWD での損失} \} \\ \text{IGBT 損失} &= \text{オン定常損失} (P_{on}) + \text{ターンオン損失} (P_{ton}) + \text{ターンオフ損失} (P_{toff}) \\ \text{FWD 損失} &= \text{順損失} (P_f) + \text{リカバリ損失} (P_{rr}) \end{aligned}$$

計算の前提として出力は正弦波といたします。

IGBT での損失

1) オン定常損失 (P_{on})

$$P_{on} = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi i \times v \times D \times dt \quad (D : \text{オンデューティ})$$

$$D = \frac{1 + \sin\theta}{2}$$

さらにオンデューティ係数 K を掛けて

$$D = K \times \frac{1 + \sin\theta}{2} \text{ が実際に制御するものとなり}$$

ますが、ここでは $K=1$ とします。

$$= \frac{\sqrt{2}I_0}{2\pi} \left\{ a + \frac{\pi}{4} b \cdot \sqrt{2}I_0 + \frac{\pi}{4} \cos\phi \cdot \left(a + \frac{8}{3\pi} b \cdot \sqrt{2}I_0 \right) \right\}$$

で求められます。

ここで、 i : IGBT に流れるコレクタ電流(瞬時値)

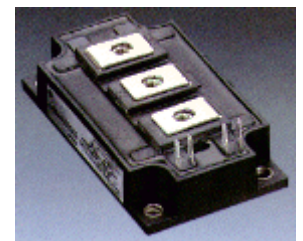
v : IGBT の飽和電圧(瞬時値)

I_0 : インバータ相出力電流実行値(=IGBT 電流)

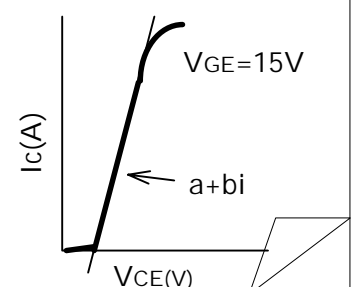
a, b : $V_{CE(sat)} = a + bi$ で表される直線近似カブの値

(図1の IC-VCE 特性より求めます)

$\cos\phi$: 負荷力率



IC-VCE 特性 $T_c=125$



(図1)

2) ターンオン損失(P_{ton})、ターンオフ損失(P_{toff})

インバータ相出力電流実行値を I_0 とすると、出力電流ピーク値は $\sqrt{2}I_0$ となります。

一方、素子のターンオン電流、ターンオフ電流の平均値は

$$I_{ave} = \frac{2}{\pi} \times \sqrt{2}I_0 \quad \text{となります。}$$

上記 I_{ave} に対する(1パルス当たりの)ターンオン損失、ターンオフ損失を求めそれぞれを E_{ton} 、 E_{toff} (図2)としますと

ターンオン損失 P_{ton} 、ターンオフ損失 P_{toff} は

$$P_{ton} = E_{ton} \times \frac{fc}{2} \quad P_{toff} = E_{toff} \times \frac{fc}{2}$$

と求められます。 fc : キャリア周波数

) FWD での損失

1) 順損失(P_f)

$$P_f = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi \sqrt{2}I_0 \sin\theta \cdot (a + b\sqrt{2}I_0 \sin\theta) \cdot \frac{1 - \sin(\theta - \phi)}{2} d\theta$$

$$= \frac{\sqrt{2}I_0}{2\pi} \left\{ a + \frac{\pi}{4} b \cdot \sqrt{2}I_0 - \frac{\pi}{4} \cos\phi \cdot \left(a + \frac{8}{3\pi} b \cdot \sqrt{2}I_0 \right) \right\}$$

と求められます。

ここで、 I_0 : インバータ相出力電流実行値

a, b : $V_f = a + bi$ で表される直線近似カーブの値

$\cos\phi$: 負荷力率 (図3)

2) リカバリ損失(P_{rr})

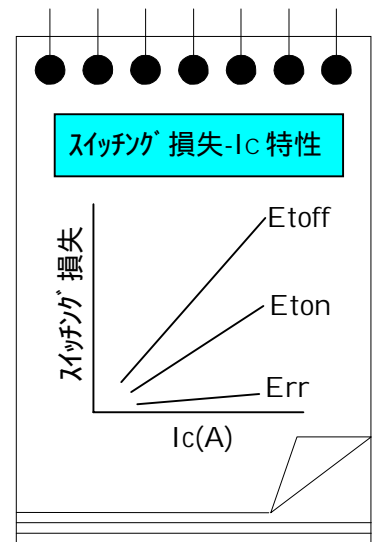
順方向平均電流は出力電流ピーク値を $\sqrt{2}I_0$ とすると

$$I_{ave} = \frac{2}{\pi} \times \sqrt{2}I_0 \quad \text{となります。}$$

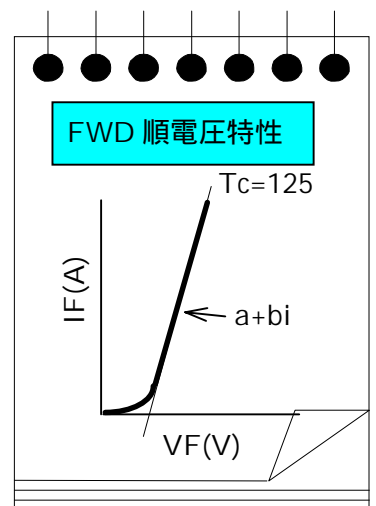
上記 I_{ave} に対する(1パルス当たりの)リカバリ損失を求めそれを Err (図2)とすると P_{rr} は

$$P_{rr} = Err \times \frac{fc}{2} \quad \text{と求めることができます。}$$

以上



(図2)



(図3)

図1 ~ 3はカタログに記載

安全に関する注意

製品ご使用前に個別製品の「安全上のご注意とお願ひ」をよくお読みの上、正しくご使用下さい。

お願ひ

本資料に記載された情報・製品や回路の使用に起因する損害または著作権その他権利の侵害に関しては株式会社日立製作所は一切の責任を負いません。本資料によって第三者または株式会社日立製作所の著作権その他権利の一部を侵害するものではありません。本資料の一部または全部を当社に無断で複製または改竄することを堅くお断りします。本資料に記載された製品(技術)を国際平和および安全の維持のためとなる使用目的を有する者に再提供したり、またそのような目的に自ら使用したり第三者に使用させたりしないようお願いいたします。なお、輸出などされる場合はお為めの定めるところに従い必要な手続きをおとりください。

代理店