

宿題 No.1

学生番号 _____ 氏名 _____

by Miyatake with pLATEX 2 ϵ

次回までに2週間あるため、簡単な宿題を出すこととした。

設問

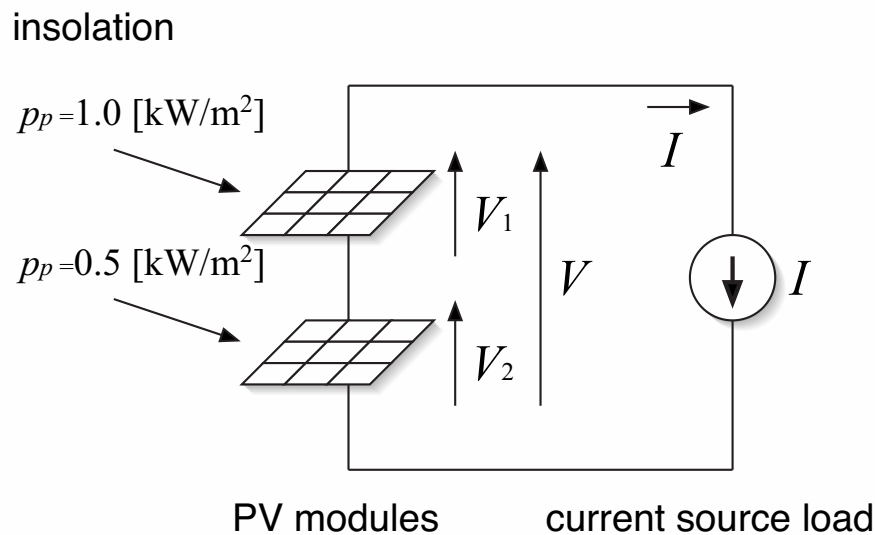


図 1: 直列接続された太陽電池モジュール

図 1 に示すように、2枚の太陽電池モジュールが直列に接続されている。下側のモジュールには薄い影がかかっており、日射量は上側の半分となっている。簡単のため、負荷を電流源とみなし、電流を自由に設定できるとする。

モジュール1枚の V-I 特性は、(1) ~ (3) 式で表されるとする。基本は (1) 式だが、電圧・電流が負にならないようにダイオードを挿入しているため、(2),(3) 式を考慮する必要がある。なお、この式は一例であって、モジュールによって異なる。

$$I = -8.66 \times 10^{-5} \exp(0.482V_i) + 3.281p_p \quad (I \leq 3.281p_p, V_i \leq \frac{1}{0.482} \ln \frac{3.281p_p}{8.66 \times 10^{-5}}) \quad (1)$$

$$V_i = 0 \quad (I > 3.281p_p) \quad (2)$$

$$I = 0 \quad (V_i > \frac{1}{0.482} \ln \frac{3.281p_p}{8.66 \times 10^{-5}}) \quad (3)$$

ただし、 V_i, I の単位はそれぞれ V, A である。また、 p_p は太陽光のエネルギー密度であり、上側は $1.0 \text{ [kW/m}^2\text{]}$ 、下側は $0.5 \text{ [kW/m}^2\text{]}$ とする。

この時、2枚のモジュール合計の電圧-電流 ($V-I$) 特性、および電圧-電力 ($V-P$) 特性をグラフに描け。ただし、縦軸を I 、横軸を V とし、第1象限のみ考える。

解き方

2枚のモジュールに流れる電流 I は共通である。そこで、電流 I が流れている場合のモジュール電圧 V_1, V_2 を (1) ~ (3) 式から求め、その和を取ればよい。すなわち、(4) 式である。

$$V = V_1 + V_2 \quad (4)$$

なお、(1) 式では、 I から V を求めるので、逆関数を計算しなくてはならない。逆関数は、(5) 式である。

$$V_i = \frac{1}{0.482} \ln \frac{3.281 p_p - I}{8.66 \times 10^{-5}} \quad (5)$$

さらに書くと、

$$V_1 = \frac{1}{0.482} \ln \frac{3.281 - I}{8.66 \times 10^{-5}} \quad (6)$$

$$V_2 = \frac{1}{0.482} \ln \frac{3.281 \times 0.5 - I}{8.66 \times 10^{-5}} \quad (7)$$

である。ここで、(2) 式の存在を忘れてはならない。よって、次のように修正する。なお、下記の関数 \max は、2つの要素の中で、大きい方を選択するという意味である（電圧は常に 0 以上）。

$$V_1 = \max \left(\frac{1}{0.482} \ln \frac{3.281 - I}{8.66 \times 10^{-5}}, 0 \right) \quad (8)$$

$$V_2 = \max \left(\frac{1}{0.482} \ln \frac{3.281 \times 0.5 - I}{8.66 \times 10^{-5}}, 0 \right) \quad (9)$$

(4), (8), (9) 式から特性を求めることができる。

なお、(3) 式は $I > 0$ の範囲で考えれば問題なく、 $I = 0$ の場合は曲線が横軸正の方向に伸びていくだけのことである。

結果については、Excel 等、表計算ソフトでグラフを描かせるのが一番容易だろう。電流から電圧を計算する形となる。ただし、電圧が急変化する所（グラフが水平に近い部分）では電流を細かく取らないと綺麗なグラフにならない可能性がある。

発展問題（余裕があれば）

2枚のモジュールを並列につないだ場合の $V-I, V-P$ 特性はどうなるか？

提出

11月11日(月) 本授業開始時(9:20)とする。教室で回収する。グラフだけでよい。学生番号・名前を忘れず記入すること。