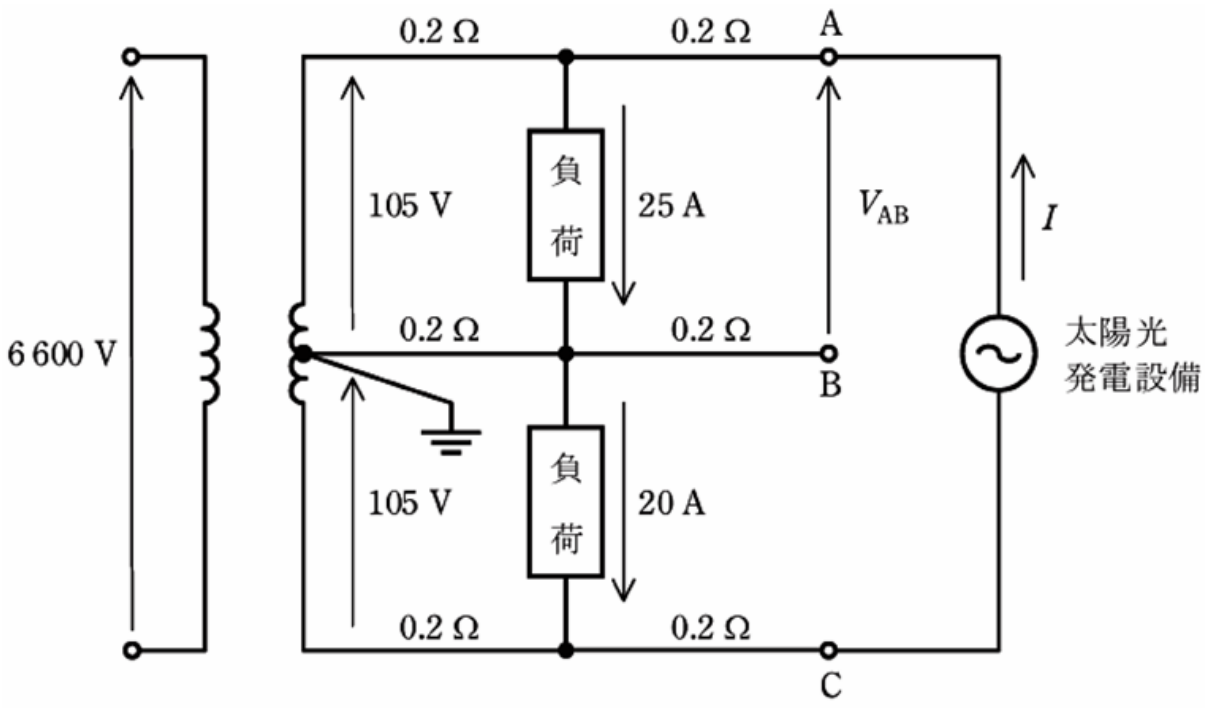
図のように，電圧線及び中性線の各部の抵抗が 0.2 Ω の単相 3 線式低圧配電線路において，末端の AC 間に太陽光発電設備が接続されている。各部の電圧及び電流が図に示された値であるとき，次の(a)及び(b)の問に答えよ。
ただし，負荷は定電流特性で力率は 1，太陽光発電設備の出力(交流)は電流 I [A]，力率 1 で一定とする。また，線路のインピーダンスは抵抗とし，図示していないインピーダンスは無視するものとする。




(a)　太陽光発電設備を接続する前の AB 間の端子電圧 $V_{AB}$ の値 [V] として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1)　96　　(2)　99　　(3)　100　　(4)　101　　(5)　104

(b)　太陽光発電設備を接続したところ，AB 間の端子電圧 $V_{AB}$ [V] が 107 V となった。このときの太陽光発電設備の出力電流(交流) I の値 [A] として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1)　5　　(2)　15　　(3)　20　　(4)　25　　(5)　30

## 解 説

*(a)*

次の手順で解きます。

① 中性線に流れる電流を求める

② 各線(電圧線、中性線)の電圧降下を求める

③ $V_{AB}$ を求める

① 中性線に流れる電流を求める

上側電圧線に流れる電流は 25A、下側電圧線に流れる電流は 20A

その差が中性線に流れる電流になるので、25 － 20 = **5A** と求められる。

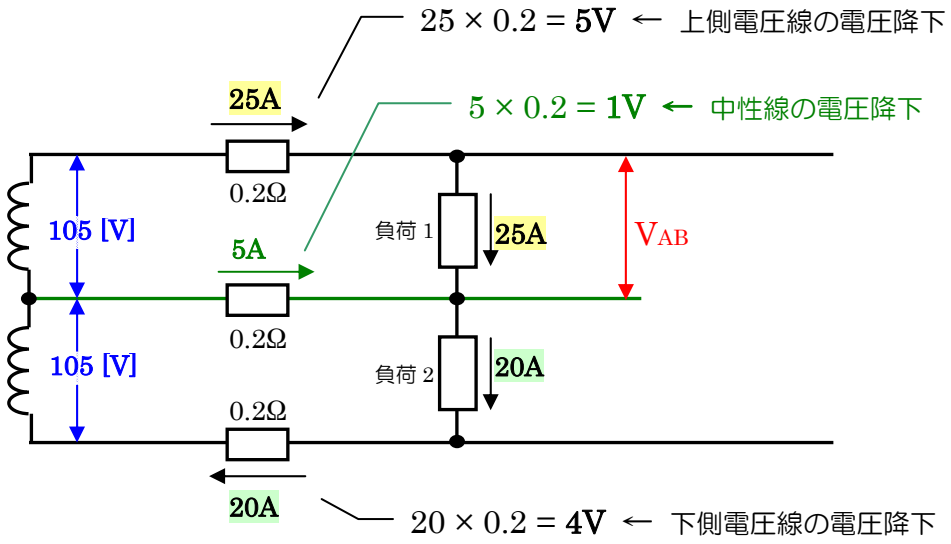
② 各線の電圧降下を求める

各線の電圧降下は次のように求められる。(電圧降下は V = I × R で求められる)

上側電圧線の電圧降下は、25 × 0.2 = **5V**

下側電圧線の電圧降下は、20 × 0.2 = **4V**

中性線の電圧降下は、5 × 0.2 = **1V**




③ $V_{AB}$ を求める

上側負荷に流れる電流は 25A、下側負荷に流れる電流は 20A、

このことから、上側負荷のほうが重負荷 ということが判断できる。

**重負荷側**では、105[V]から 電圧線による電圧降下分 をマイナスし、さらに中性線の電圧降下分 を**マイナス**したものが 負荷電圧$V_{AB}$ になる。

$V_{AB}$ = 105 － 5 － 1 = 99

*答 (a)―(2)*

*(b)*

(b)　太陽光発電設備を接続したところ，AB 間の端子電圧 $V_{AB}$ [V] が 107 V となった。このときの太陽光発電設備の出力電流(交流) I の値 [A] として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。　(再掲)

前提条件として「負荷 1 に流れる電流 25A、負荷 2 に流れる電流 20Aは変化しない」ということを踏まえる。(負荷は定電流特性とあるので、負荷 1、負荷 2 に流れる電流は変化しない)

解き方

④ 上側電圧線に流れる電流を求める

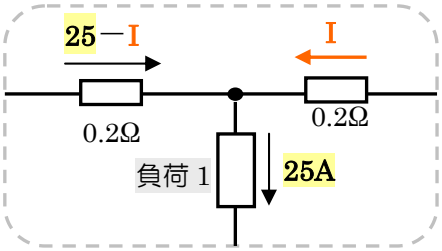
⑤ 負荷 1 にかかる電圧 $V_1$ を求める

⑥ 左上部分の回路でキルヒホッフ第 2 法則の式を立てて、出力電流 I を求める

では、解いていきます。

④ 上側電圧線に流れる電流を求める

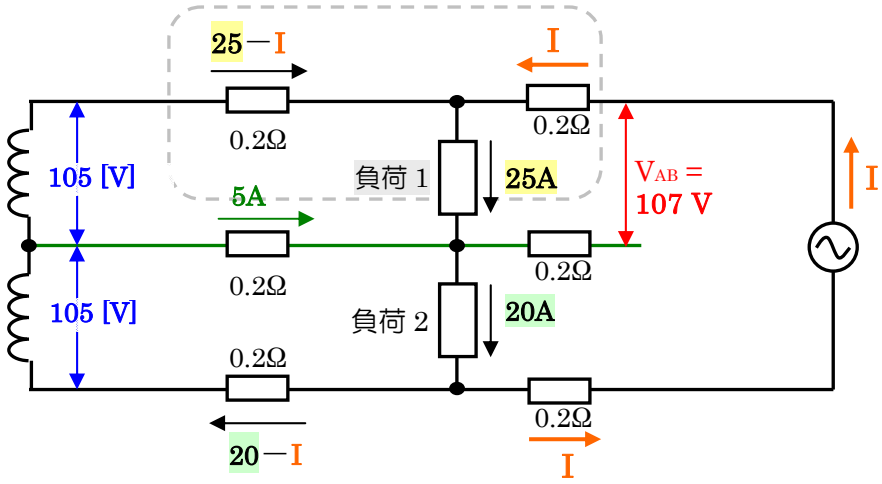
負荷 1 に流れる電流は 25A で変化しないので、上側電圧線に流れる電流は、キルヒホッフの法則から (25－I)[A] と決まる。




キルヒホッフ第 1 法則「回路の分岐点において 流れ込む電流の和 と 流れ出す電流の和 は等しい」を当てはめると、

(25－I) + I ＝ 25 が成り立つ。

ゆえに、上側電圧線に流れる電流は (25－I) [A] とわかる。

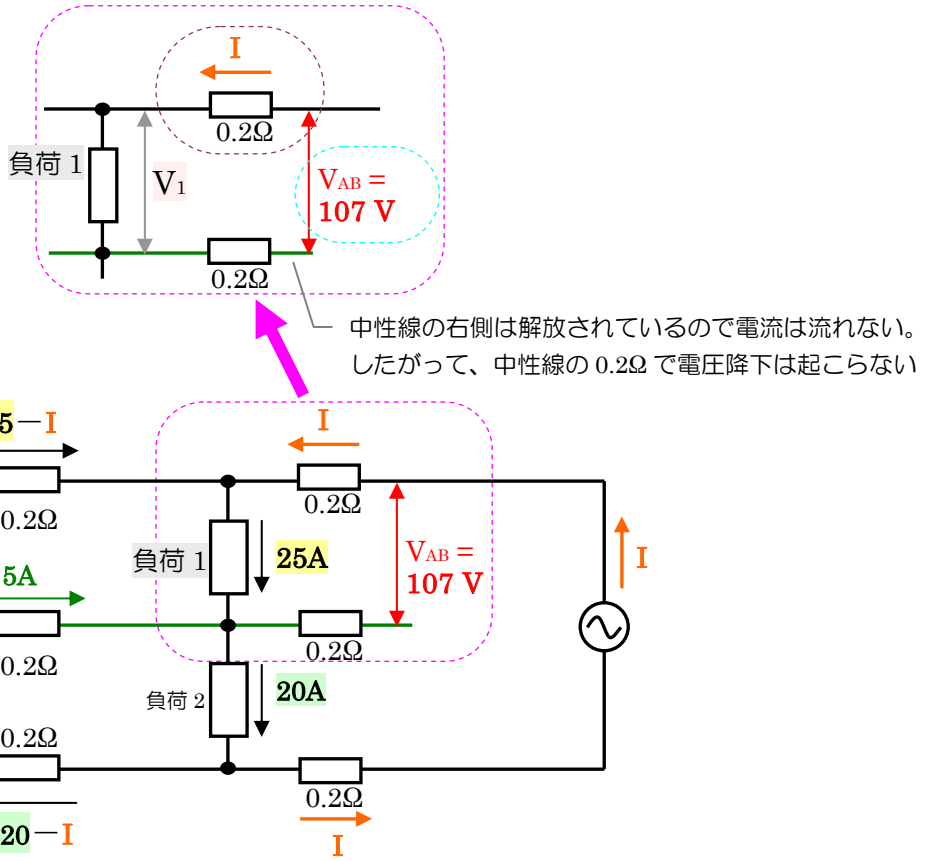



太陽光発電設備の出力電流 I は、左の図のように流れる

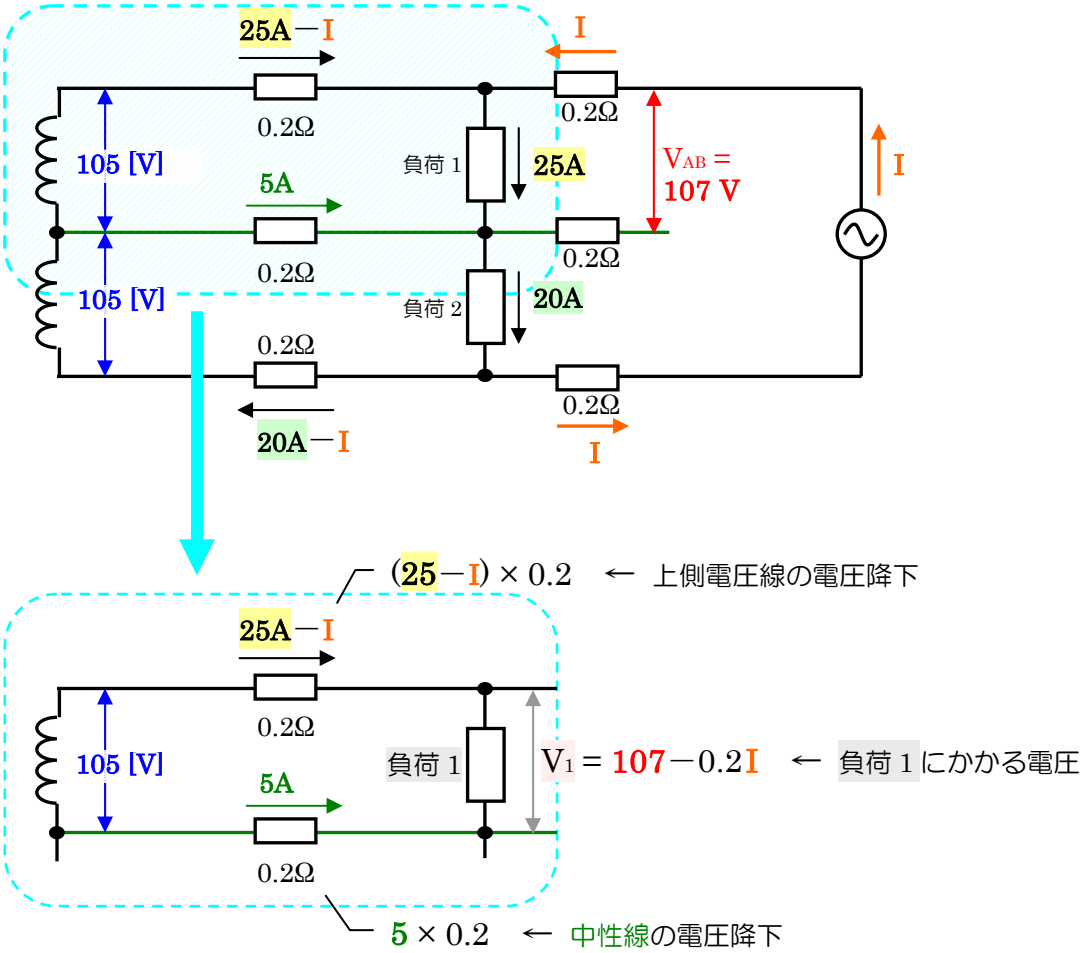
⑤ 負荷 1 にかかる電圧 $V_1$ を求める

$V_1$ は、107 から 0.2I (0.2Ω で起こる電圧降下の値)を引いた値になる。

$V_1 = 107 - 0.2I$




⑥ 左上部分の回路でキルヒホッフ第 2 法則の式を立てる



この回路でキルヒホッフ第 2 法則の式を立てる

「閉回路を一定の向きに一周したとき、起電力の総和 と 電圧降下の総和 は等しい」

上側電圧線の電圧降下

負荷 1 にかかる電圧 $V_1$

中性線の電圧降下

$$105 = (25 - I) \times 0.2 + 107 - 0.2I + 5 \times 0.2$$

起電力の総和

電圧降下の総和

この式を解いて、太陽光発電設備の出力電流 I を求める。

$$105 = (25 - I) \times 0.2 + 107 - 0.2I + 5 \times 0.2$$

$$105 = 5 - 0.2I + 107 - 0.2I + 1$$

$$0.4I = 8$$

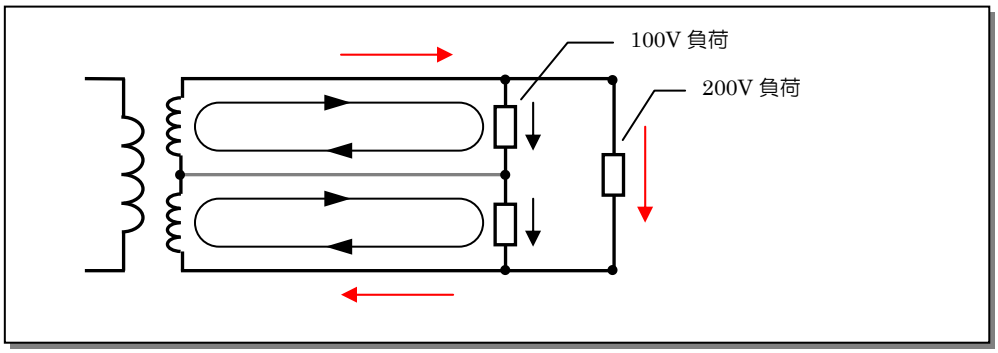
$$I = 20$$

*答　(b)―(3)*

単相 3 線式回路についての回路計算について、次ページから説明していきます。

## 単相 3 線式回路における各接続点の電流値

単相 3 線式回路に 100 V 負荷 と 200V 負荷 を接続したときの電流の流れは次のようになります。

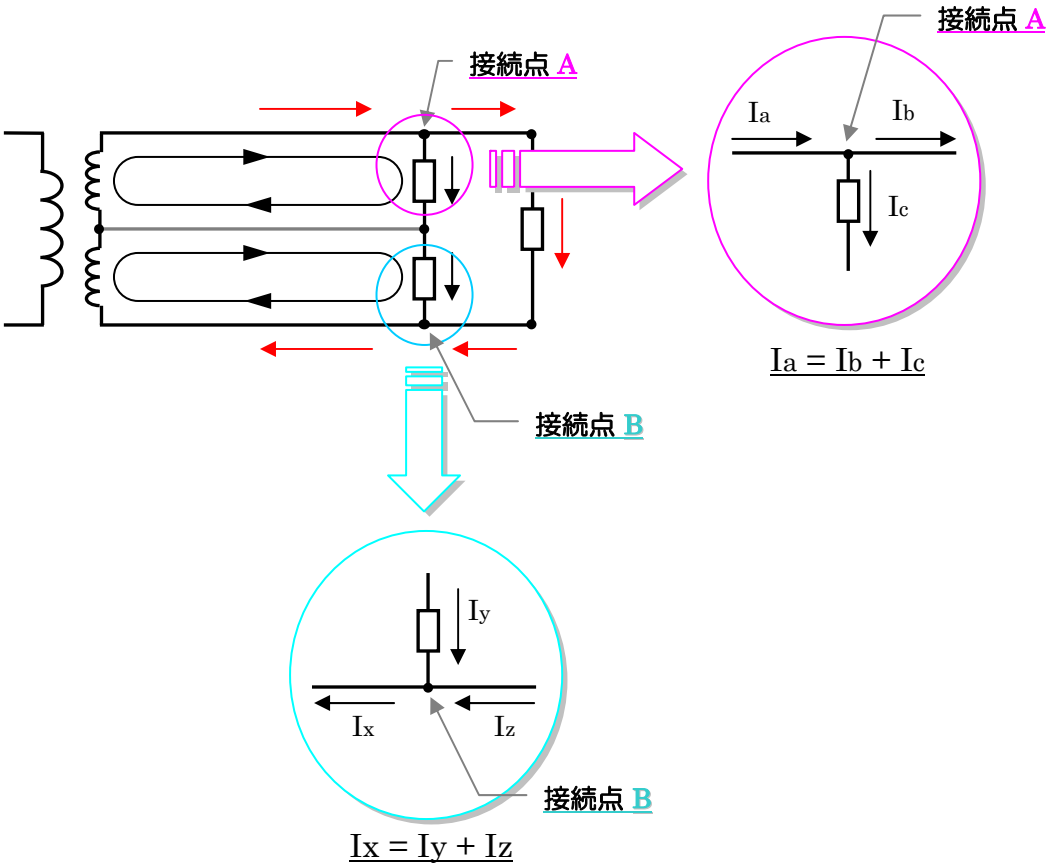



キルヒホッフの法則を使うと、電線の各接続点の電流値を求めることができます。

例えば下図において、

接続点 A に流れ込む電流をIa、接続点 A から流れ出す電流を Ib、Ic とするとき、

Ia = Ib + Ic の関係が成り立ちます。

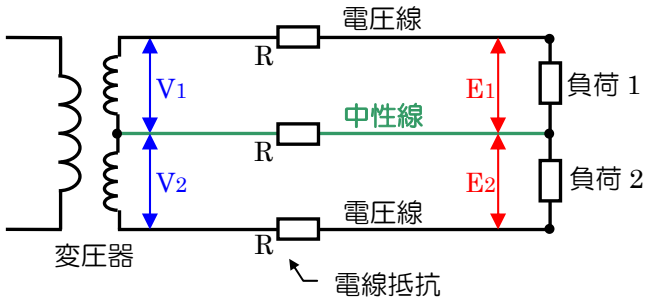



接続点 B に流れ込む電流を Iy、Iz、接続点 B から流れ出す電流をIx とするとき、

Ix = Iy + Iz の関係が成り立ちます。

## 単相 3 線式の電圧降下

他の電線路と同様、単相 3 線式においても 各電線の抵抗により電圧降下が起こります。
下図のような回路に電流を流した場合、**電圧線** と 中性線 に電圧降下が起こります。
そのため変圧器二次電圧 $V_1$ 、$V_2$ に比べ、負荷電圧 $E_1$ 、$E_2$ のほうが電圧は低くなります。




$V_1$、$V_2$：変圧器二次電圧
（電圧降下前の電圧）
$E_1$、$E_2$：負荷電圧
（電圧降下後の電圧）
R：電線の抵抗

## 単相 3 線式の電圧降下についての決まりごと

単相 3 線式の電圧降下については、次の決まりごとがあります。

① 電圧線の電圧降下 は通常通り、電流 × 電線の抵抗（I × R）で求められる

② 中性線の電圧降下 も、電流 × 電線の抵抗（I × R）で求められる

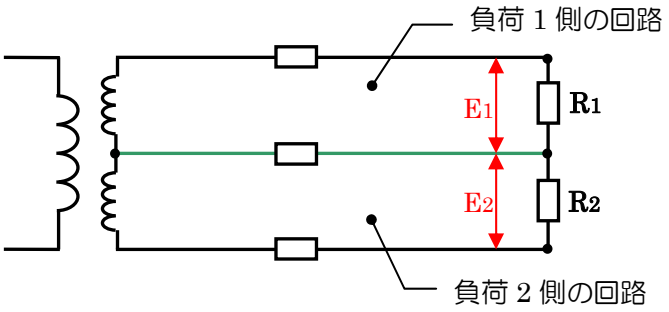
③ 負荷電圧は、電圧線の電圧降下と中性線の電圧降下から求められるが、
**軽負荷側回路**では中性線の電圧降下分は電圧上昇、**重負荷側回路**では中性線の電圧降下分は電圧降下になる。

③ に出てくる **軽負荷、重負荷側** の判断について

負荷抵抗の大きさ、又は負荷に流れる電流の大きさにより、**軽負荷、重負荷側** の判断を行います。

### 負荷の大きさで 軽負荷、重負荷 を判断する場合

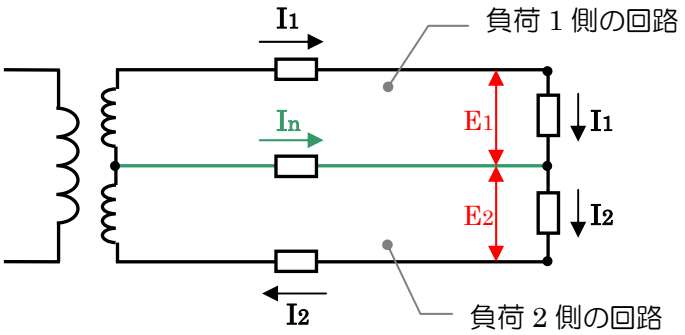
次のように、負荷 1 と 負荷 2 が接続された単相 3 線式の回路において、
負荷 1（$R_1$）と 負荷 2（$R_2$）では
抵抗値の大きいほうが**重負荷側**
抵抗値の小さいほうが**軽負荷側** と判断できます。（$R_1$ と $R_2$ の大きさで判断）




$R_1$： 負荷 1 側の抵抗
$R_2$： 負荷 2 側の抵抗

**負荷に流れる電流の大きさで 軽負荷、重負荷 を判断する場合**

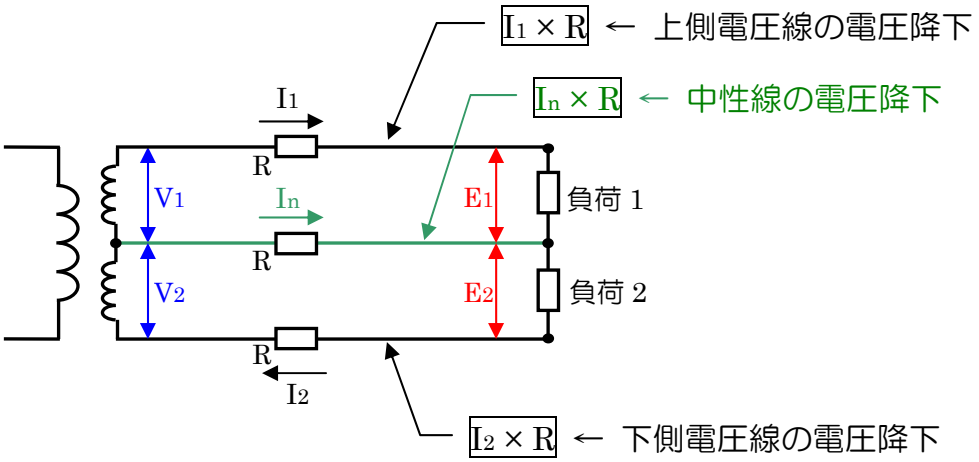
負荷 1 に 電流 $I_1$ 、負荷 2 に 電流 $I_2$ が流れているとした場合
電流値の大きいほうが **重負荷側**
電流値の小さいほうが **軽負荷側** と判断できます。($I_1$ と $I_2$ の大きさで判断)




$I_1$： 負荷 1 側の回路に流れる電流
$I_2$： 負荷 2 側の回路に流れる電流
$I_n$： 中性線に流れる電流

## *電線による電圧降下を求める*

電圧線 と 中性線 の電圧降下を求める式は次のようになります



## 負荷電圧 $E_1$、$E_2$ を求める

負荷 1 を軽負荷側 、負荷 2 を重負荷側 と仮定した場合についての、$E_1$、$E_2$ の求め方について説明します。
電圧線 と 中性線 の電圧降下の値から負荷電圧 $E_1$、$E_2$ を求めます。

### 軽負荷側（負荷 1 側）

$V_1$ から 電圧線による電圧降下分 をマイナスし、中性線の電圧降下分 をプラスしたものが負荷電圧$E_1$ になります。

以上のことを式にすると次のようになります。

$$E_1 = V_1 - \boxed{I_1 \times R} + \boxed{I_n \times R}$$

「中性線の電圧降下分は、軽負荷側では電圧上昇になる」という決まりのため、
中性線の電圧降下分を プラスする。

### 重負荷側（負荷 2 側）

$V_2$ から、電圧線による電圧降下分をマイナスし、中性線の電圧降下分 をマイナスしたものが負荷電圧$E_2$ になります。

以上のことを式にすると次のようになります。

$$E_2 = V_2 - \boxed{I_2 \times R} - \boxed{I_n \times R}$$

「中性線の電圧降下分は、重負荷側では電圧降下になる」という決まりのため、
中性線の電圧降下分を マイナスする。