

三相の誘導電動機をスターデルタ始動した場合の電流の話です。
 皆様ご承知の様に、スターデルタ始動はよく用いられる始動方法です。
 この始動方式を用いた場合の、始動電流及び始動トルクの関係は次の様に説明されています。

説明その1

始動電流は全電圧始動の $1/3$ になり、始動トルクは $1/3$ になる。

説明その2

始動電流は全電圧始動の $1/3$ になり、始動トルクは $1/3$ になる。

一つの事項に対する説明が2種類ある場合、次の事が言えます。

片方が間違っている。又は両方間違っている。

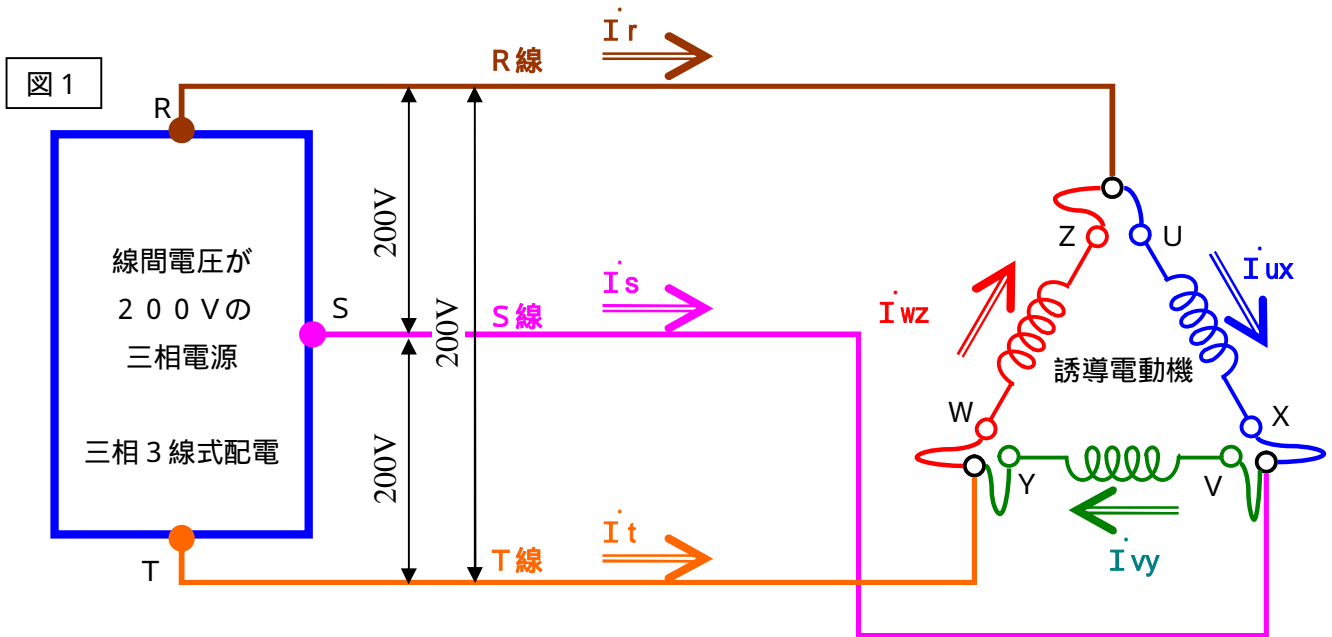
結論を先に書きます。

説明その1 < == 正しい。

説明その2 < == 間違い。

結構権威のある解説書などにも、この間違った記載があります。
 何処でどう間違えたかは良く解りませんが、間違いは間違いです。

まず、基本回路ですが下図の様な回路で考えます。



この回路で \dot{I}_r 、 \dot{I}_s 、 \dot{I}_t は配線に流れる電流、 \dot{I}_{ux} 、 \dot{I}_{vy} 、 \dot{I}_{wz} は誘導電動機のコイルに流れる電流です。
 この電流の大きさの関係は下記になります。

$$|\dot{I}_r| = |\dot{I}_s| = |\dot{I}_t| = 3 \times |\dot{I}_{ux}| = 3 \times |\dot{I}_{vy}| = 3 \times |\dot{I}_{wz}| \quad \dots \quad \text{式}$$

つまり、**線電流は巻線電流の 3 倍の電流**が流れます。

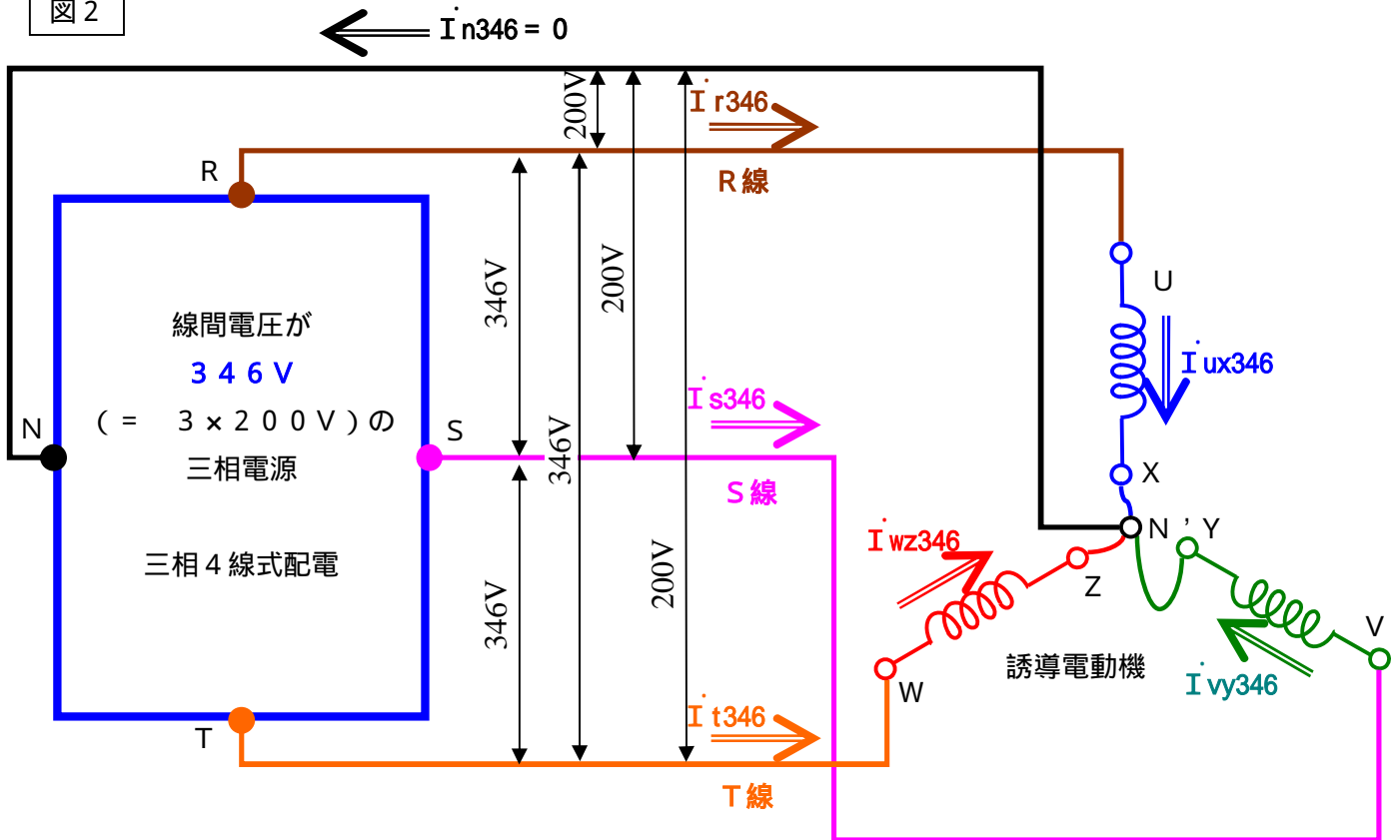
ベクトル演算式は取り敢えず忘れて頂いて結構です。

電流値の大きさのみの比較です。

どうしてこうなるかは、「なるからなる。」としてください。

次に下記のような回路を考えます。

図 2



何やら奇怪な回路図ですが、この回路は、誘導電動機の巻線を から Y に組み直し、電源線間電圧を 3 倍にしたものです。

N 相の電流は 0 (ゼロ) になります。

N 線は有っても無くても同じですが、取り敢えず書いておきました。

実際には線間電圧が 346V の電圧は商用電源には有りません。

有りませんが、作ったらこうなるという事を考えます。

上図の場合、線電流と巻線電流は次の関係式になります。

$$|\dot{I}_{r346}| = |\dot{I}_{s346}| = |\dot{I}_{t346}| = |\dot{I}_{ux346}| = |\dot{I}_{vy346}| = |\dot{I}_{wz346}| \quad \dots \quad \text{式}$$

つまり電流値の値は全部同じです。

又、N 点 (中性点) と U 点、V 点、W 点間の電圧は 200V です。

N 点は X、Y、Z 点と電氣的に接続されています。(スター結線だから当たり前の話。)

従って、U~X、V~Y、W~Z 間に印加される電圧は 200V です。

ここで、2つの回路 (図1及び図2) の電動機の出力を考えます。

コイルの組み方を変えて、線間電圧を変えた。

図1の場合の出力を P [kW] とすると、図2の出力は・・・次の内のどれか？

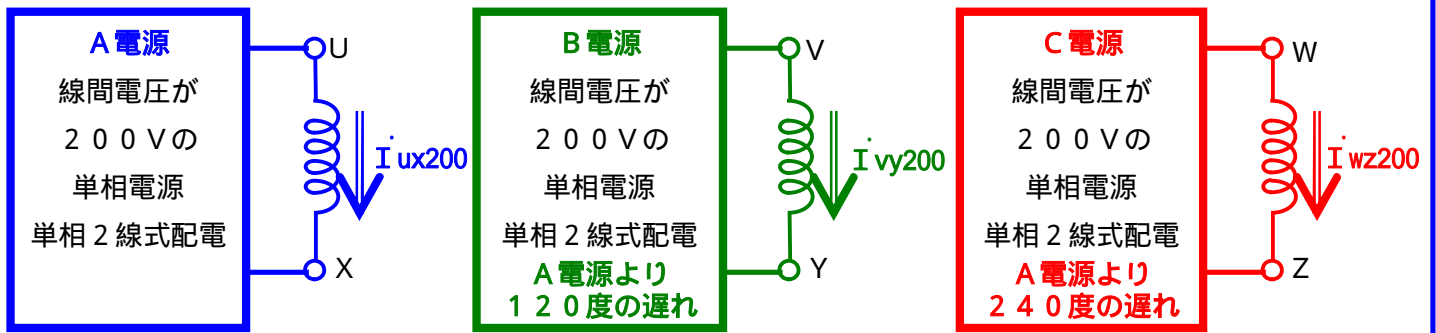
- (1) P [kW] で同じ。
- (2) 3 × P [kW] になる。
- (3) 3 × P [kW] になる。
- (4) P / 3 [kW] になる。
- (5) P / 3 [kW] になる。

正解は (1) です。

どうして、こうなるかを次ページで説明します。

説明の為に次の様な回路を考えます。

図 3



またまた、奇怪な回路図です。
 この回路図は、誘導電動機の巻線をバラバラにして、各々に別々の単相電源を印加したものです。
 電源の電圧は全部同じで、200Vです。
 電圧位相はそれぞれ120度の位相です。
 つまり三相交流と同じです。
 巻線の特性は全部同じですので、次の関係式が成り立ちます。

$|I_{ux200}| = |I_{vy200}| = |I_{wz200}|$
 つまり電流値は全部同じ大きさになります。
 これで、誘導電動機は回るか？
 ご心配無く。ちゃんと回ります。

では、この回路は、図1に当てはまるものでしょうか？それとも図2に当てはまるものでしょうか？
この図(図3)は図1と図2両方に当てはまります。

巻線コイル側から見ると、端子間に印加された電圧は、図1、図2、図3総て同じで200Vです。
 電源回路の線間電圧がどうなっていようと関係有りません。

120度ずれた電圧200Vが6つの端子(UV、WX、YZ)にそれぞれ印加されれば、
 それで良い訳です。

従って、コイルに流れる電流は、図1、図2、図3で総て同じ電流になります。

つまり $|I_{ux}| = |I_{vy}| = |I_{wz}| = |I_{ux200}| = |I_{vy200}| = |I_{wz200}| = |I_{ux346}| = |I_{vy346}| = |I_{wz346}|$

--- 式

になります。

コイルに流れる電流が全部同じ、コイルに印加された電圧が全部同じ、つまり、出力は全部同じで $P[kW]$ になります。(図1、図2、図3に共通。)

次に、図1と図2の線電流を比べます。

式を持ってきます。

$|I_r| = |I_s| = |I_t| = 3 \times |I_{ux}| = 3 \times |I_{vy}| = 3 \times |I_{wz}|$ --- 式

式を持って来ます。

$|I_{r346}| = |I_{s346}| = |I_{t346}| = |I_{ux346}| = |I_{vy346}| = |I_{wz346}|$ --- 式

式を見て、式の値を式に代入すると下記の式を得ます。

$|I_r| = |I_s| = |I_t| = 3 |I_{r346}| = 3 \times |I_{s346}| = 3 \times |I_{t346}|$

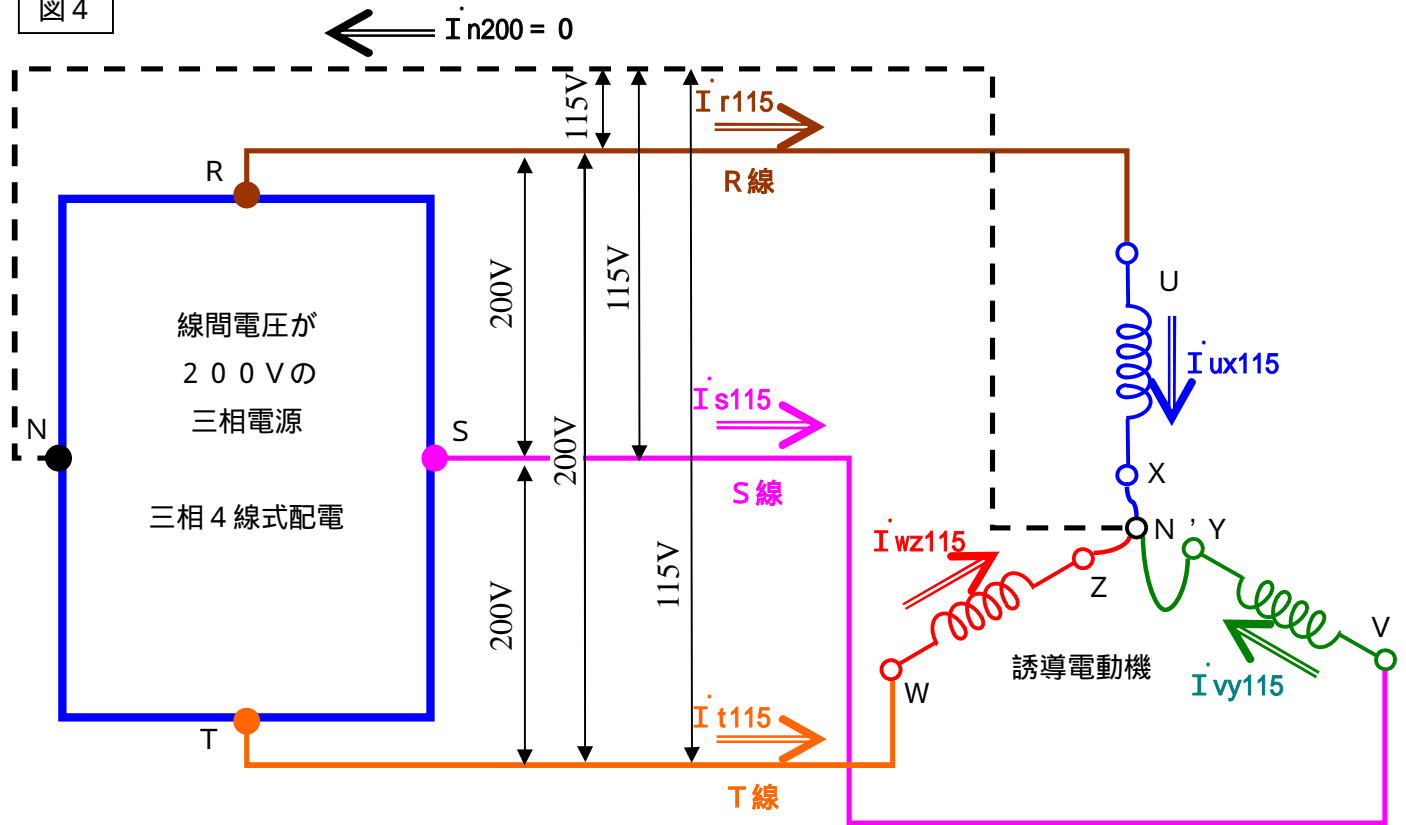
図1の線電流は、図2の線電流の3倍です。

言い換えると、図2の線電流は、図1の1/3倍です。

図1に対して、図2は線間電圧を3倍しましたが、線電流は1/3倍になった訳です。

今度は、図2の線間電圧を下げます。

図4



この図は、線間電圧を図2に対して1 / 3倍にしたものです。

この図と、図2を比較します。

図から解るとおり、

$$|I_{r115}| = |I_{s115}| = |I_{t115}| = |I_{ux115}| = |I_{vy115}| = |I_{wz115}| \quad \dots \quad \text{式}$$

になります。

負荷のインピーダンスは変わりませんので、線間電圧を1 / 3倍にすれば、線電流は自動的に1 / 3倍になります。

(消費電力は1 / 3になる。消費電力は電圧の2乗に比例。)

つまり、図4の線電流は図2の線電流 $\times 1 / 3$ 倍になります。

図2の線電流は図1の線電流 $\times 1 / 3$ 倍でしたから、

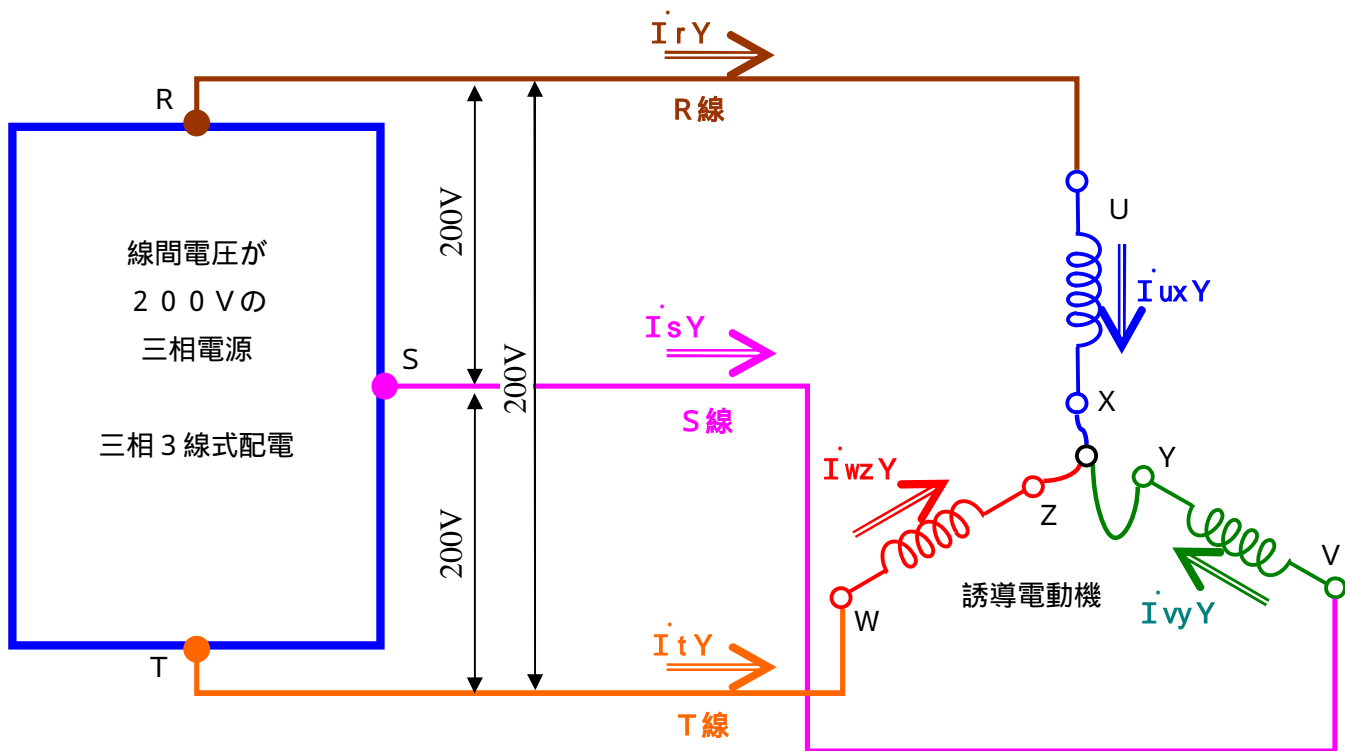
図4の線電流は図1の線電流 $\times 1 / 3$ 倍になります。

図4からN線を撤去します。

そうすると、この図は、スターデルタ始動のスター時の結線になります。

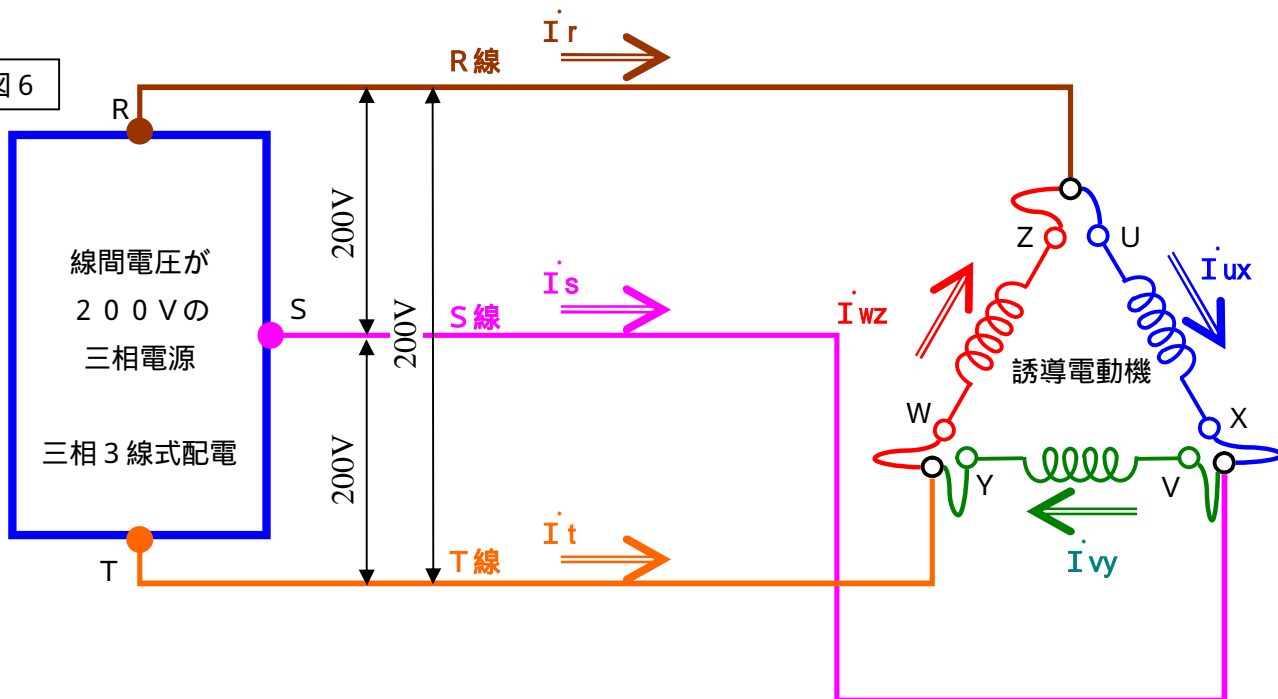
次ページ参照。

図 5



つまり、スター結線時の線電流は、デルタ結線時の線電流の $1/3$ になります。
下記に 結線時の場合を記載します。

図 6



$|I_{rY}| = |I_r| / 3$ です。

図6は普通に接続した場合の図です。
 電源の線間電圧は200V、誘導電動機巻線の結線はデルタです。

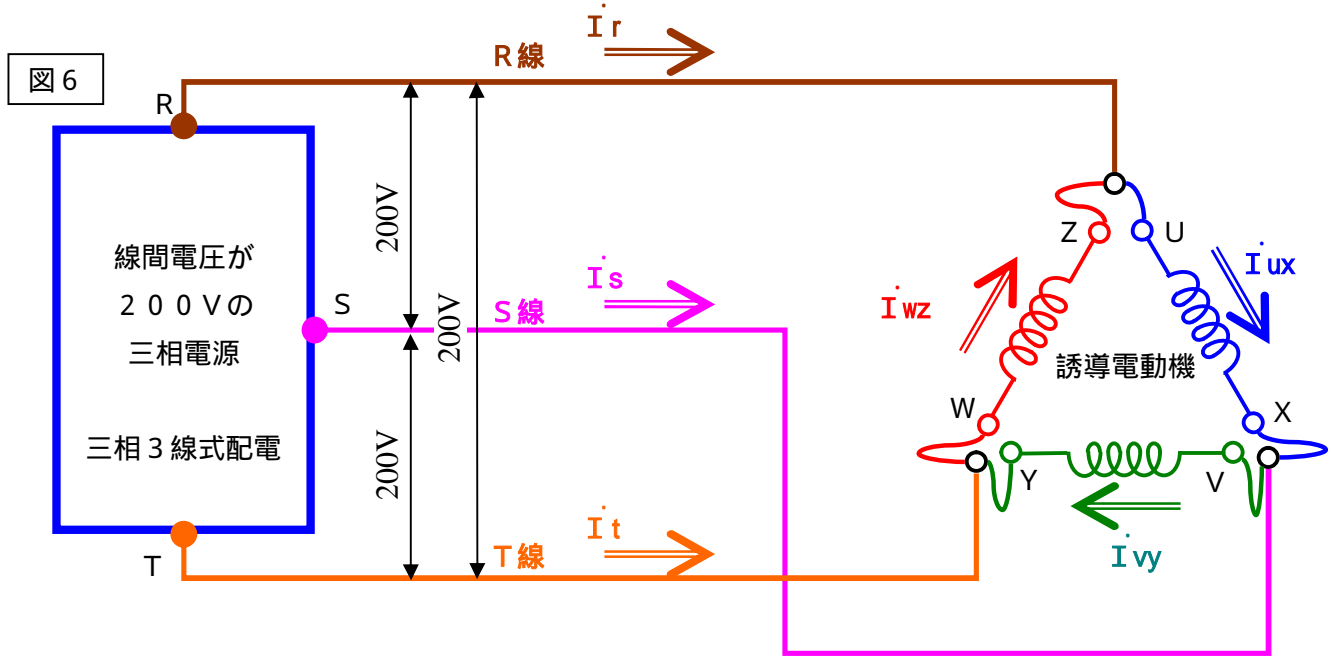


図3は怪しげな結線図です。

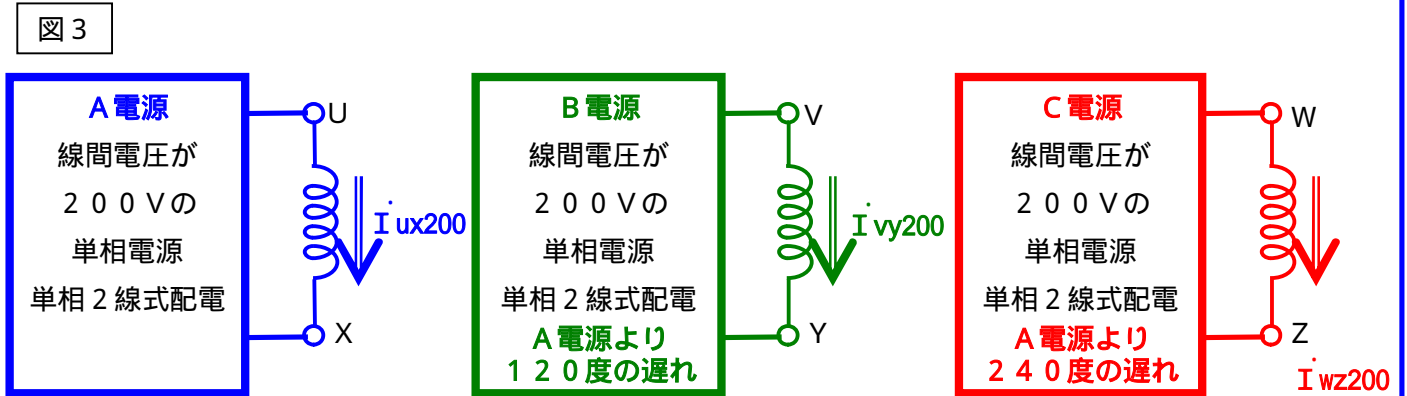


図3を下記のように書くと解って貰えるかも？

