

誰も教えてくれないベクトル図の話

皆様こんにちは
今回の「お題」は電圧ベクトルです。
「又、ベクトル図の話かよ！」と言わないで、お時間があればお読み下さい。
尚、この記載は今まで彼方此方に描いてきた内容を整理したものです。

宇宙 元年 鹿月 骨日
さいたまドズニールランド大学 学長 鹿の骨 記

さて早速ですが下記の問題を考えて下さい。

問題 1

下図は200V級三相トランスの二次側の回路図である。(一次側の結線図は省略。)
次の問題に答えなさい。

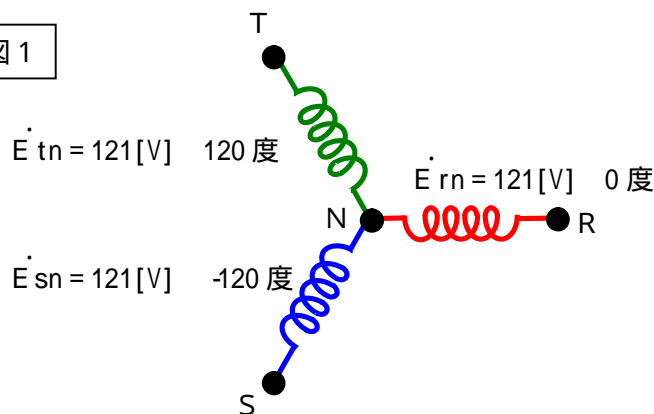
問1

\dot{E}_{rn} 、 \dot{E}_{sn} 、 \dot{E}_{tn} のベクトル図を描きなさい。

問2

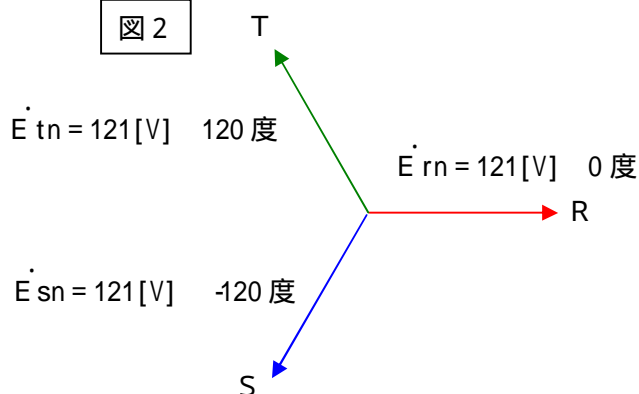
端子R～端子Sの電圧に適切な記号を振り、ベクトル図を描きなさい。
併せて、ST間、TR間の電圧のベクトル図も描きなさい。

図1



問1の解答

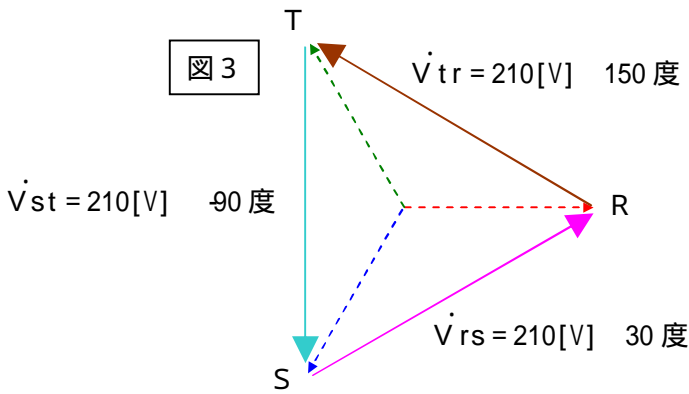
図2



別に難しい問題でも何でもありません。
教科書に出てくる「まんま」です。

万が一、これが理解できない方、申し訳ありませんがもう少し勉強してからお読み下さい。

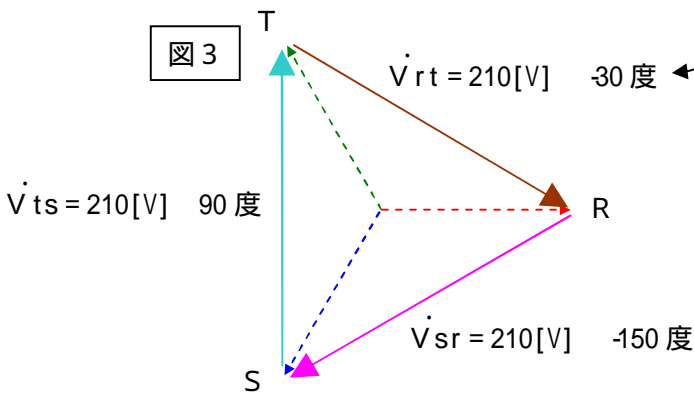
問2の解答 その1



双方のベクトル記号の振り方に注意!
 \dot{V}_{tr} 、 \dot{V}_{rt} 添え字が違う。

問題2の解答を記載しました。これも教科書の「まんま」です。では、下図をご覧ください。

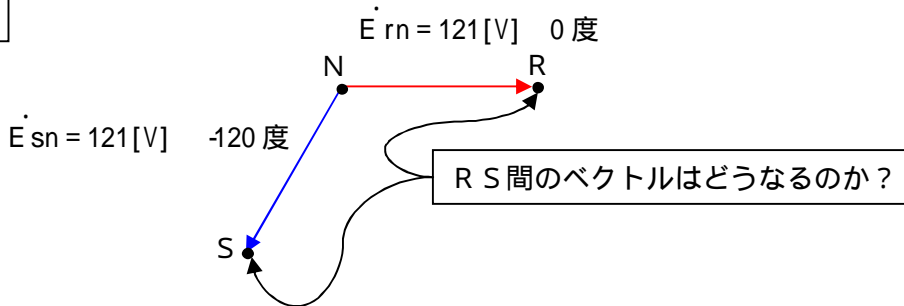
問2の解答 その2



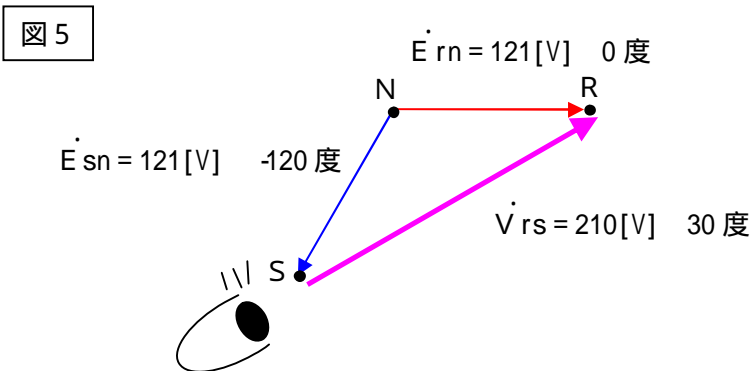
これは間違いか？正解か？・・・さあ～どっちでしょうか？
 実は、これも正解です。
 通常はこの様な書き方はしませんが、間違いではありません。

これを説明します。下記を考えて下さい。
 ベクトル矢印の頂点と頂点を結ぶベクトルは、どの様になるか？という事です。

図4

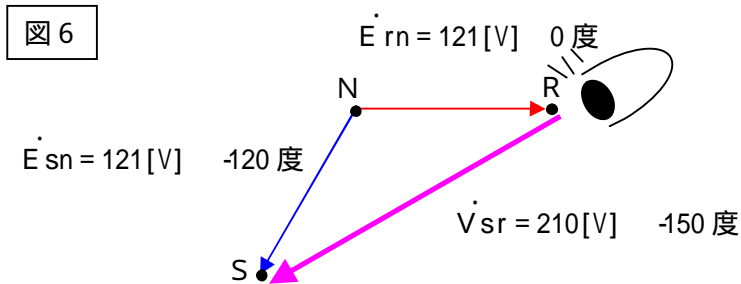


そもそも「電圧とは何だ？」を考えます。
 「電圧とは2点間の電位の差である。」が解答です。



この場合はS点を基準にR点を見ている。
 すなわち、R点の電位からS点の電位を引き算している。
 R点の電位はN点を基準に、121[V] 0度で与えられている。
 S点は121[V] -120度である。

$$\begin{aligned} \dot{V}_{rs} &= \dot{E}_{rn} - \dot{E}_{sn} \text{ (S点を基準にR点を見るので、R点の電位からS点の電位を引き算する。)} \\ &= 121[V] \ 0 - 121[V] \ -120 \\ &= 121(\cos 0 + j \sin 0) - 121(\cos -120 + j \sin -120) \\ &= 121 + 60.5 + j 104.79 \\ &= 181.5 + j 104.79 \\ & \quad 210 \ 30 \text{度 となる。} \end{aligned}$$



この場合はR点を基準にS点を見ている。
 $V_{sr} = 210 \ -150 \text{度}$ となる。(計算略)

図5、図6どちらが正解なのか？

両方とも正解です。

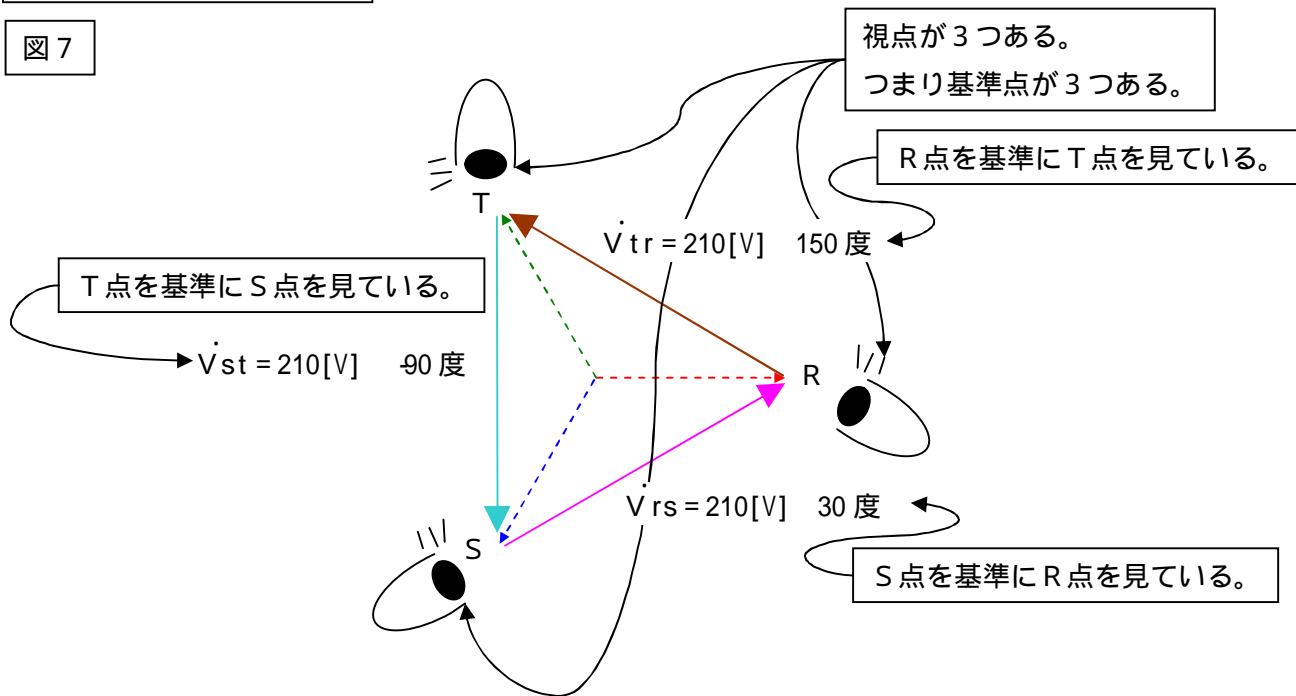
電圧ベクトルの矢印の先端と先端を結ぶ矢印は、二通りの書き方が出来ます。
 どちらの方法で描かなければイケナイという決まりはありません。

解りやすい方、都合の良い方で描けば良いのです。

この「視点」という概念で「問2の解答 その1」及び「その2」を見ると次ページに示すようになります。

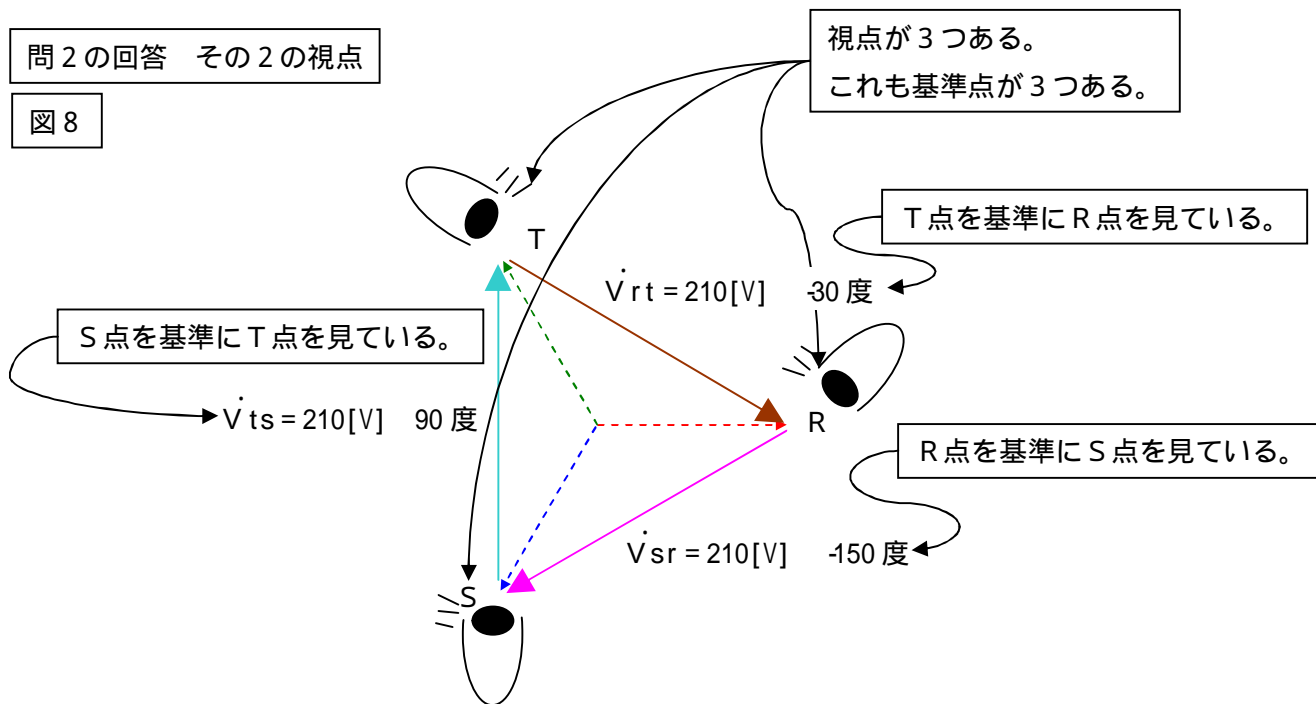
問2の回答 その1の視点

図7



問2の回答 その2の視点

図8



上記2図は、それぞれ正解です。視点をどの様にするのは自由です。

になる電圧ベクトルを書く時は、この様に3つの視点で書きます。

2つの視点で書いても良いのですが、もの凄く紛らわしくなりますので、視点を順送りとし、3つ取って書くのが普通です。

尚、視点が2点になる場合が無いわけではありません。

これに関しては後の方で書きます。

今度は 結線の電圧ベクトルを考えます。図9をご覧ください、視点は3つです。
この視点でベクトル図を描くと図2になります。

図9

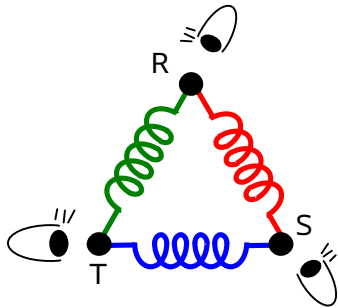
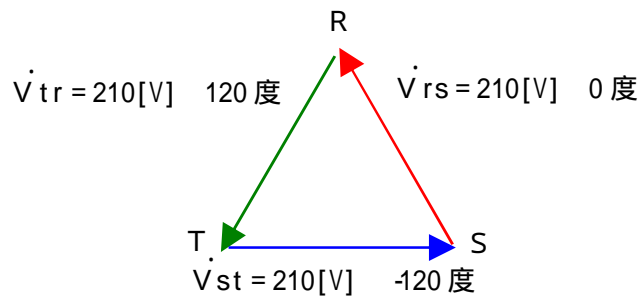


図10



視点を変えて描いたものを下記に示します。

図11

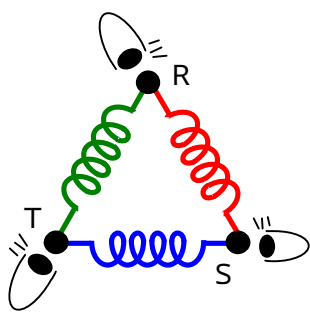
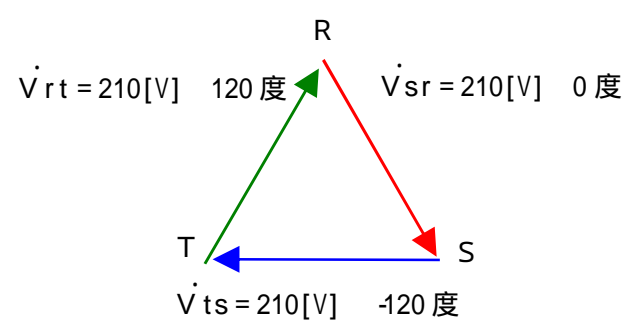


図12



通常は図10の様に書きますが、図12でも正解なのです。
図12で書いてしまうと、相順が逆にならないか？という疑問が発生しますが、実は図10と図12の相順は同じです。
下図に証明の為の図を描きます。

図13

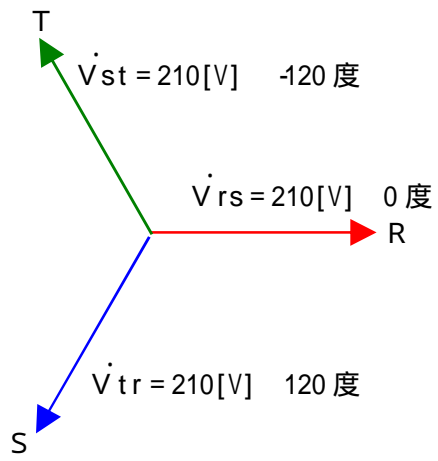
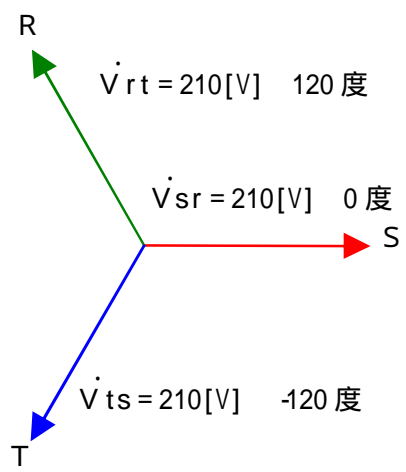


図14



この図は、図10、図12のベクトル図をバラバラにし、再配置の後に、全体をぐるっと回したものです。
色に対するR S Tの符合は違いますが、相順は変わりません。R S Tの順番です。
どのベクトルがどの位置に来ているかよく見て下さい。

つまり、図10と図12は同じものです。< == 重要です！

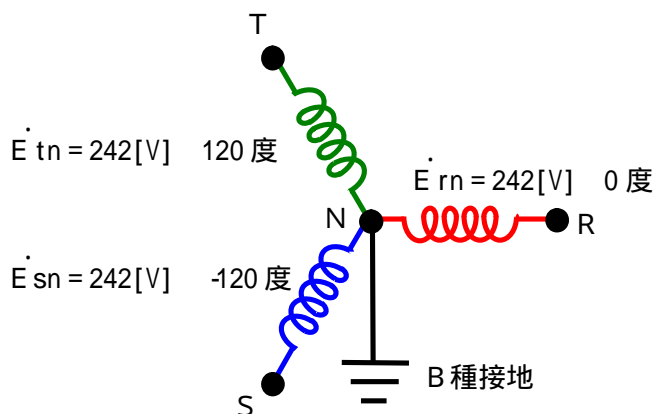
今度は対地電圧の話です。
手始めに下記の問題を考えて下さい。

問題 2

下図は **400V級**三相トランスの二次側の回路図である。(一次側の結線図は省略。)
次の問題に答えなさい。

問1. R点、S点、T点の対地電圧は幾つになるか答えなさい。
又、各点の対地電圧のベクトル図を描きなさい。

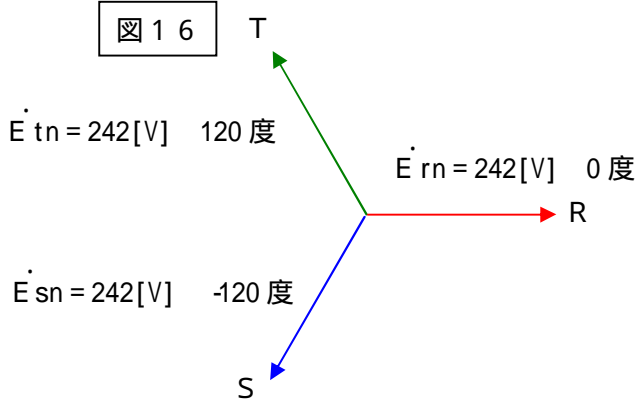
図15



下図のようになります。
つまり対地電圧は全ての点で、242Vです。

問1の解答

図16



説明するまでも無いのですが、R点はN点を基準にした電圧です。
S点及びT点も基準は同じです。視点が同じN点です。
N点を大地に直接接地していますから、N点の対地電圧は0Vです。
従って、各点の対地電圧は電圧値がそのままとなります。

此処までは簡単。
問題は の場合です。

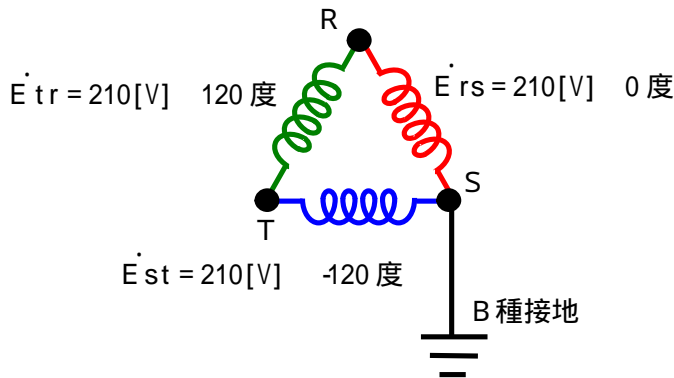
又、対地電圧の問題です。

問題 3

下図は 200V 級三相トランスの二次側の回路図である。(一次側の結線図は省略。)
次の問題に答えなさい。

問 1. R 点、S 点、T 点の対地電圧は幾つになるか答えなさい。
又、各点の対地電圧のベクトル図を描きなさい。

図 15



下図(図16)のようになります。
つまり**対地電圧はR点及びT点が210V、S点が0V**です。

図 16 問1の解答

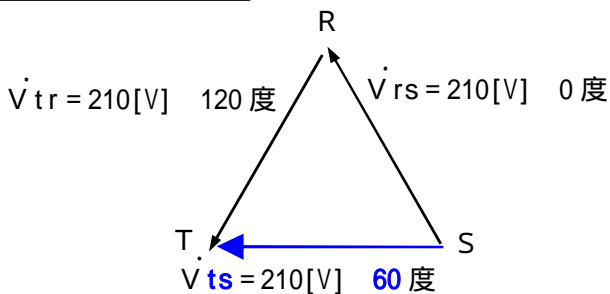
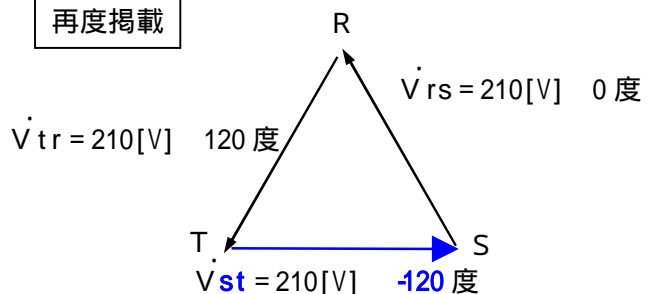


図 10
再度掲載



ナニコレ? と思ったあなた!・・・普通です。
図16のST間の電圧が、図10と比較すると180度反転しています。

一つ一つ整理しましょう。
まずS点ですが、これは直接接地していますから、対地電圧は0Vです。
これは直感的に理解できると思います。
次に、R点の対地電圧ですが、これは元々R点を見る時にS点を基準にして見ているから、S点を接地しても考え方は変わりません。
元の電圧のままです。
問題はT点です。
R点から見たT点の電圧は210[V] 120度で元の電圧と変わりません。
しかし、ST間の電圧だけが180度反転しています。

これは次ページに示す考え方で解決します。

結論を先に書きます。

対地電圧を考える時の視点は1つである。

の電圧を考える時の視点は3つだという説明は既にしました。
当たり前の話ですが、対地電圧を考える時の視点は一つでなければイケナイのです。
対地電圧は、大地に対する電圧ですから、視点は必ず大地に置きます。
他の点を基準にしたら、対地電圧を定義した事になりません。
従って、今回の場合、S点が大地に直接接地されていますから、視点の基準点はS点です。
S点を基準に、ベクトル図を描くと、自動的に前ページ図16になります。

ここで、しつこいようですが、下記のようなドツポにはまった場合の脱出方法を記載します。
図16のベクトル図をバラバラにして書き直すと下図になります。

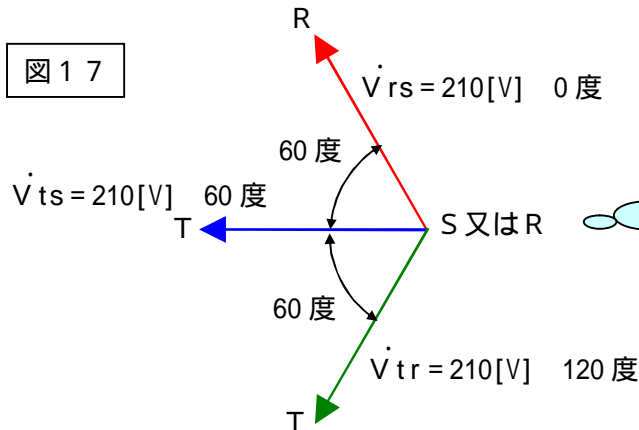


図17

T点が2つある？
三相だから各電圧ベクトルの位相は120度位相になるはず？
何で60度位相になるの？

これは、3つの視点で書かなければイケナイベクトル図を2つの視点で書いたから、こうなります。
つまり、

3点間の電圧ベクトルを描く時は、視点を3つ取れ
対地電圧を描く時は視点は一つで、電圧ベクトルは2本で終わり
と言う事です。

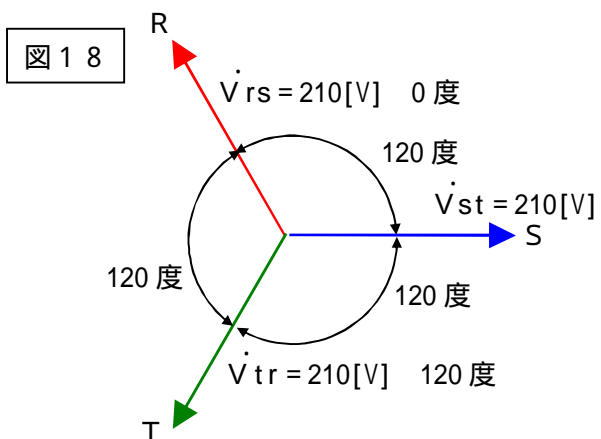
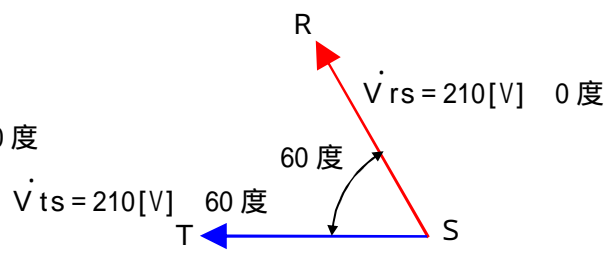


図18

線間電圧を描く時のベクトル図
視点は3つで描く。
120度位相は崩れない。

図19



対地電圧を描く時のベクトル図
視点は1つで描く。
ベクトルは2本描いたら終わり。
3本目は描くな！
2本描けば3点の対地電圧は定義出来る。

これでお解り頂けたでしょうか？

こんなヘンテコリンな解説は、どの参考書にも載っていないと思います。

しかし、電気の勉強をしていると、誰もが必ず行き当たる疑問だと思います。

これらの疑問無しでご理解されている方は、もの凄くアタマが良いか、理解していないかのどちらかだと思うのは、小生の独断と偏見です。