パーセントインピーダンス計算法入門

電気屋をやっていると、短絡電流の計算を行う羽目になる事がよくあります。
この時**パーセントインピーダンス**を使って計算すると、計算が楽です。
しかし、この計算手法は解ってしまうと非常に便利な計算方法なのですが、解らないと、トコトン解らない手法です。
市中には、色々な解説書が有りますが、難解で読んでいる内にワケガワカランという事になってしまうものも有ります。
ここでは、出来るだけ解りやすい様に解説を書きました。
読者のご高覧を賜れば幸いです。

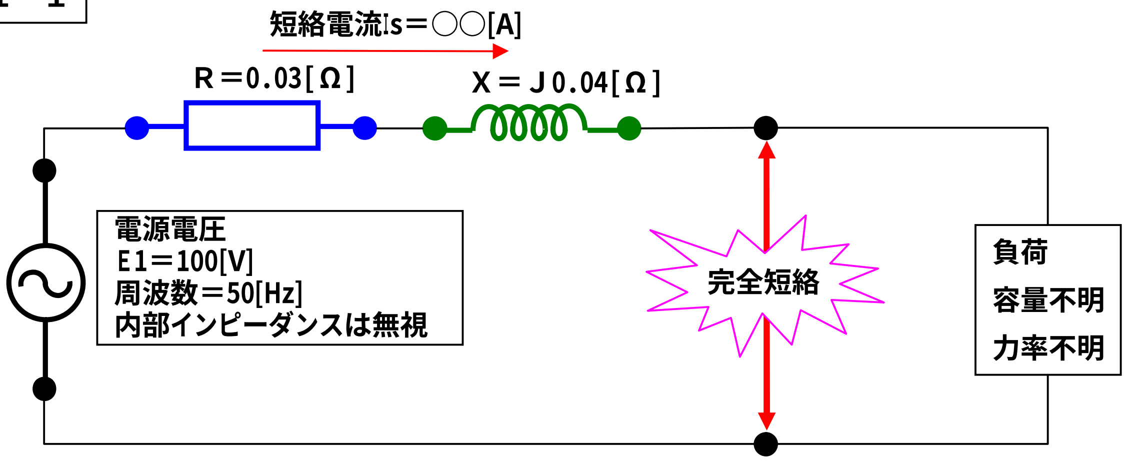
平成　鹿年　骨月　吉日
貧電工附属　サイタマ・ドズニーランド・大学　学長　鹿の骨

で・・・、いきなり問題を出します。

問題１

下記回路で短絡事故が発生しました。
短絡電流の大きさ求めなさい。

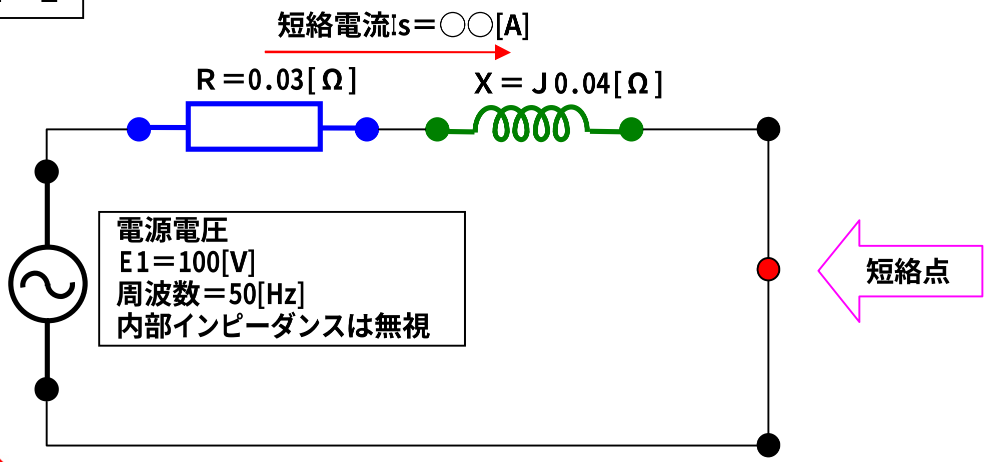
図１－１



解答１

一見難しそうに見える問題ですが、実はもの凄く簡単です。
負荷の容量及び力率は不明ですが、短絡点が負荷の電源側ですから、負荷の容量は計算に関係ありません。
又、電源の周波数も計算に無関係です。（ただ書いてあるだけ。）
従って、下記の回路の計算を行えば良いことになります。

図１－２



鹿の骨印

解答１の続き

線路インピーダンスを$\dot{Z}$とすると下記の関係式が成立します。

$$\dot{I}s[A]=\frac{\dot{E}1[V]}{\dot{Z}[\Omega]}$$ （オームの法則のまんまです。）

$\dot{Z}[\Omega]=0.03[\Omega]+J0.04[\Omega]$ですから

$$\dot{I}s[A]=\frac{100[V]+J0[V]}{0.03[\Omega]+J0.04[\Omega]}$$ （電源電圧を基準ベクトルにして計算します。）

$$\dot{I}s[A]=\frac{(100[V]+J0[V])\times(0.03[\Omega]-J0.04[\Omega])}{0.03^2[\Omega]+0.04^2[\Omega]}$$

$$\dot{I}s[A]=\frac{3[V]-J4[V]}{0.0025}$$

$\dot{I}s[A]=1200[A]-J1600[A]=2000\angle-53.1$度　（角度は関数電卓で求めます。）

$|\dot{I}s|[A]=|2000\angle-53.1$度$|$　（｜｜は絶対値を示します。つまりベクトルの長さです。以下同じ。）

＝2000[A]となります。

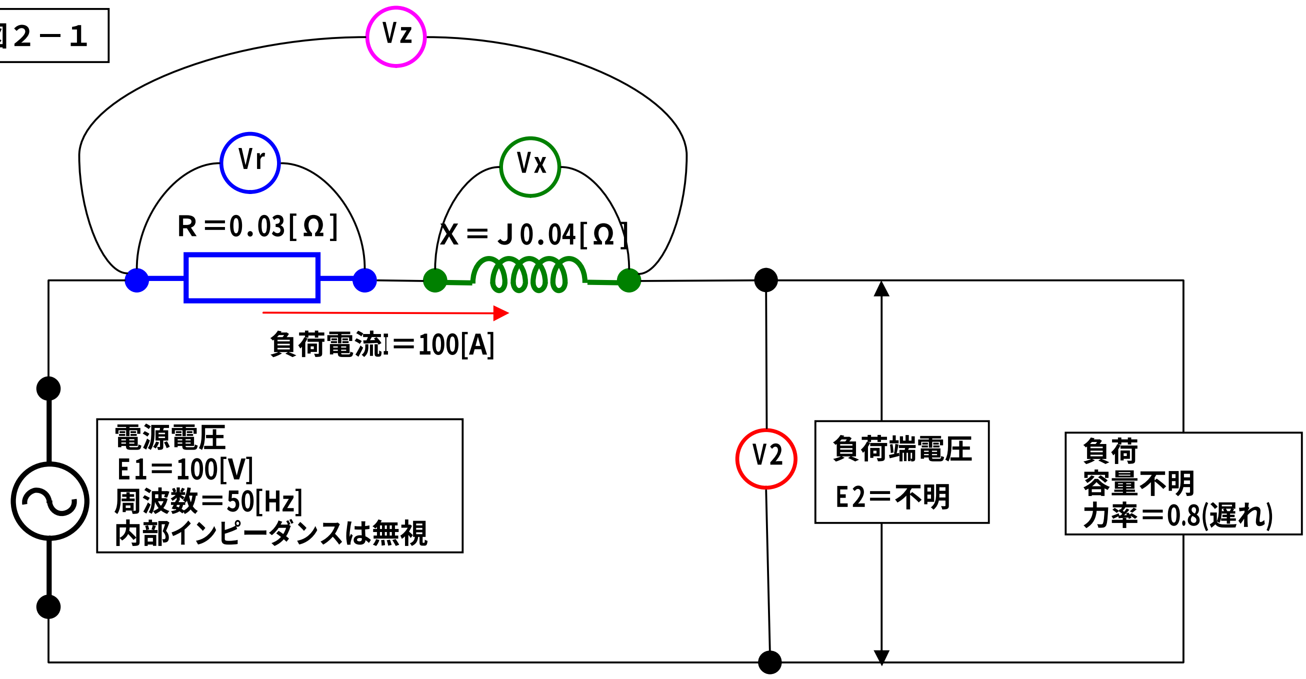
別に難しい問題でも何でもありません。初等交流回路計算のまんまです。

こんどは、次の問題を解いて下さい。

問題２

下記の様な回路があります。
この回路に於いて、各電圧計で計測される電圧値、及びベクトル図を描いて下さい。

図２－１

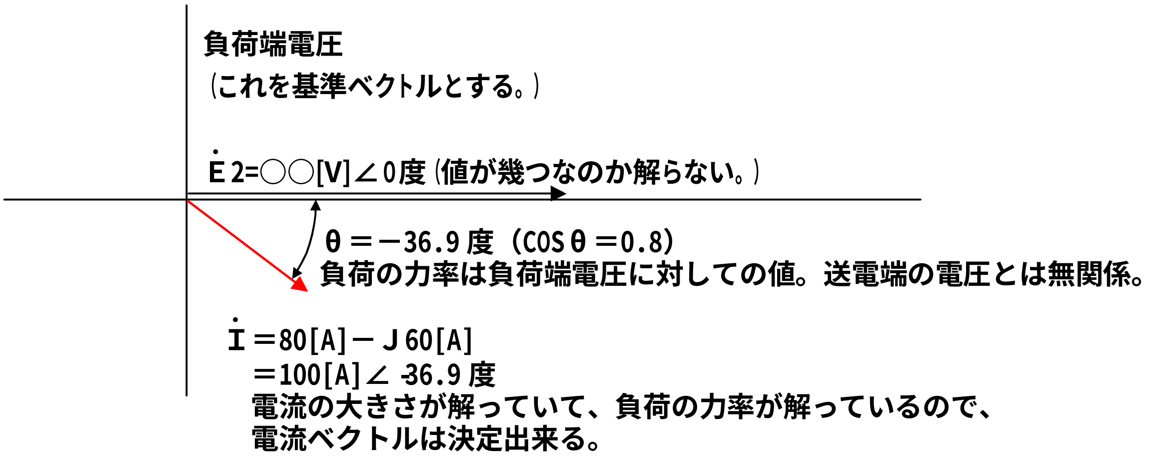


解答２

この問題、難しいです。ハイ。（電験三種のＢ問題程度か？）
下記にベクトル図を示しますので、これを見ながら解法を考えましょう。

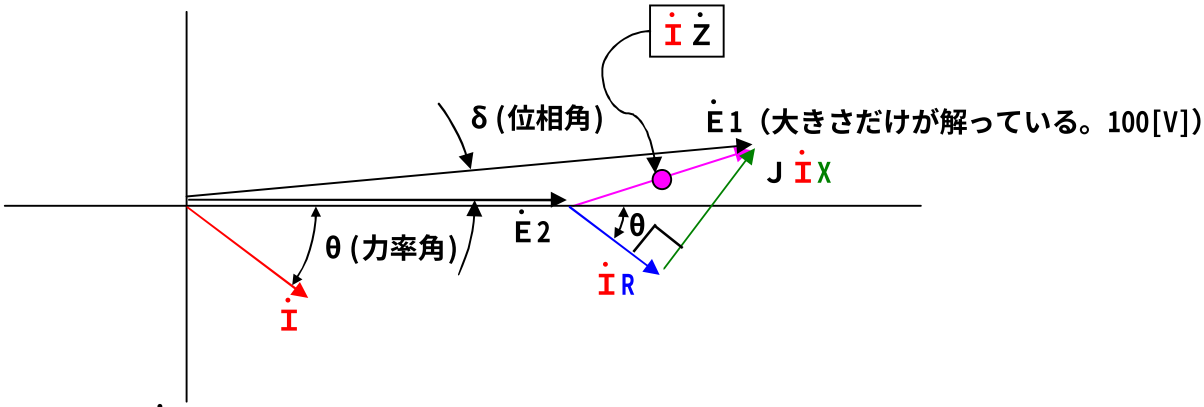
ところで何の為にこんな計算をやらせるの？
深く考えないで良いからヤレ！！

図２－２



このベクトル図に電源電圧のベクトルと、配線の電圧降下のベクトルを加筆すると下図になります。

図２－３



この図から解る通り、$\dot{E}$1は下記の式で表す事が出来ます。
$\dot{E}$1＝$\dot{E}$2＋$\dot{I}$R＋J$\dot{I}$X

これに各値を代入すると下記になります。
100(COSδ＋JSINδ)＝E2＋(80－J60)×0.03＋(80－J60)×J0.04
100COSδ＋J100SINδ＝E2+2.4－J1.8＋J3.2+2.4
100COSδ＋J100SINδ＝(E2+4.8)＋J1.4

上記の式は複素数の式ですから下記の関係式が成立します。
左辺の実数部＝右辺の実数部
左辺の虚数部＝右辺の虚数部
従って下記の関係式が成立します。
100COSδ＝E2+4.8（実数部）－－－　①式
100SINδ＝1.4（虚数部）　－－－－－－　②式
②式が先に解けます。（関数電卓を使います。）
SINδ＝0.014
δ＝0.802度
従ってCOSδ＝0.9999（COSδ＝$\sqrt{(1-SIN^2\delta)}$として解いても同じ。）

解答２の続き

これを①式に代入して
100COSδ＝E2＋4.8
99.99＝E2＋4.8
E2＝95.19[V]となります。
これで全部の値が解りました。
整理すると次の様になります。

基準ベクトルは$\dot{E}2$とします。（$\dot{E}2$＝E2∠0度です。）
δ＝0.802度
θ＝−36.9度
$\dot{E}1$＝100∠0.802度[V]＝99.99[V]＋J1.4[V]
$\dot{E}2$＝95.19∠0度[V]＝95.19[V]＋J0[V]
$\dot{I}$＝100∠−36.9度[A]＝80[A]−J60[A]
$\dot{I}\dot{R}$＝$\dot{I}$・R＝100∠−36.9度[A]×0.03[Ω]＝3∠−36.9度[V]＝2.4[V]−J1.8[V]
$\dot{I}\dot{X}$＝$\dot{I}$・J X＝100∠−36.9度[A]×0.04∠90度[Ω]＝4∠53.1度[V]＝2.4[V]＋J3.2[V]
$\dot{I}\dot{Z}$＝$\dot{I}$・$\dot{Z}$＝100∠−36.9度[A]×0.05∠53.1度[Ω]＝5∠16.2度[V]＝4.8＋J1.4
となります。
ついでに計算すると
負荷皮相電力＝|$\dot{E}2$|・|$\dot{I}$|＝95.19[V]×100[A]＝9.519[kVA]
負荷有効電力＝皮相電力×力率＝9.519[kVA]×0.8＝7.615[kW]
電圧降下は概ね５%であることも解ります。

引き続き下記の問題を解いて下さい。

問題３

問２で算出した値の内、下記の比率を計算しなさい。（%値で答えなさい。）
① |$\dot{I}\dot{R}$|／|$\dot{E}1$|
② |$\dot{I}\dot{X}$|／|$\dot{E}1$|
③ |$\dot{I}\dot{Z}$|／|$\dot{E}1$|

解答３

これ、もの凄く簡単です。アホみたいな問題です。
① |$\dot{I}\dot{R}$|／|$\dot{E}1$|＝3[V]÷100[V]×100[%]＝3[%]
② |$\dot{I}\dot{X}$|／|$\dot{E}1$|＝4[V]÷100[V]×100[%]＝4[%]
③ |$\dot{I}\dot{Z}$|／|$\dot{E}1$|＝5[V]÷100[V]×100[%]＝5[%]

ところでこんな計算をやらして何考えてるの？
いいから次へ進め！

鹿の骨印

引き続き下記の計算を行い、算出結果を考察しなさい。

問題４

問題２の電流値を問題３で算出した値の③の値で割りなさい。

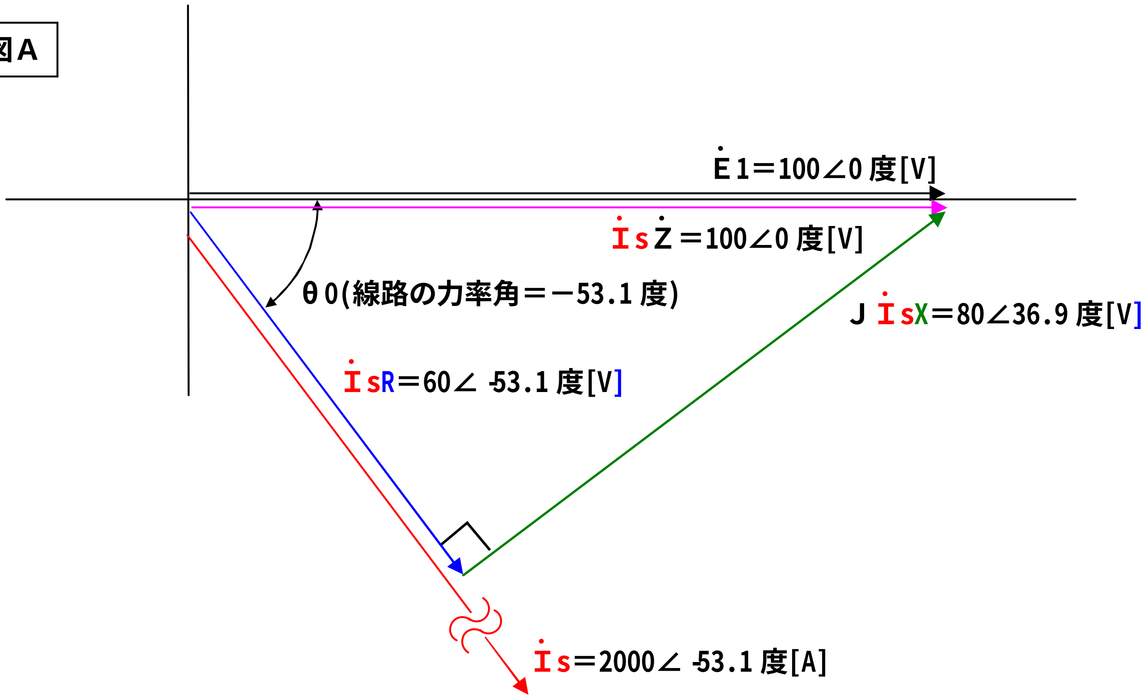
解答４

問２の電流値は 100[A]。
問３で算出した値の③の値は 5[%]
電流値を%値で割れと言っているので
100[A]÷5[%]＝2000[A]となります。

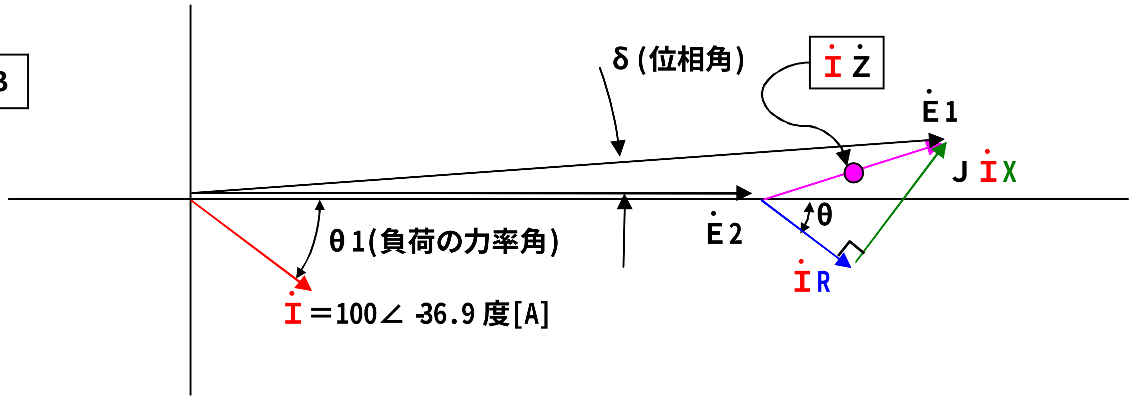
オイ！！チョット待て！　この数字見覚えがあるぞ！！

そうです。この電流は短絡電流です。
何故この様な計算を行うと短絡電流が求まるのかを説明します。
下記に２つのベクトル図を描きます。
１つは問題１のベクトル図、もう一つは問題２のベクトル図です。

図A



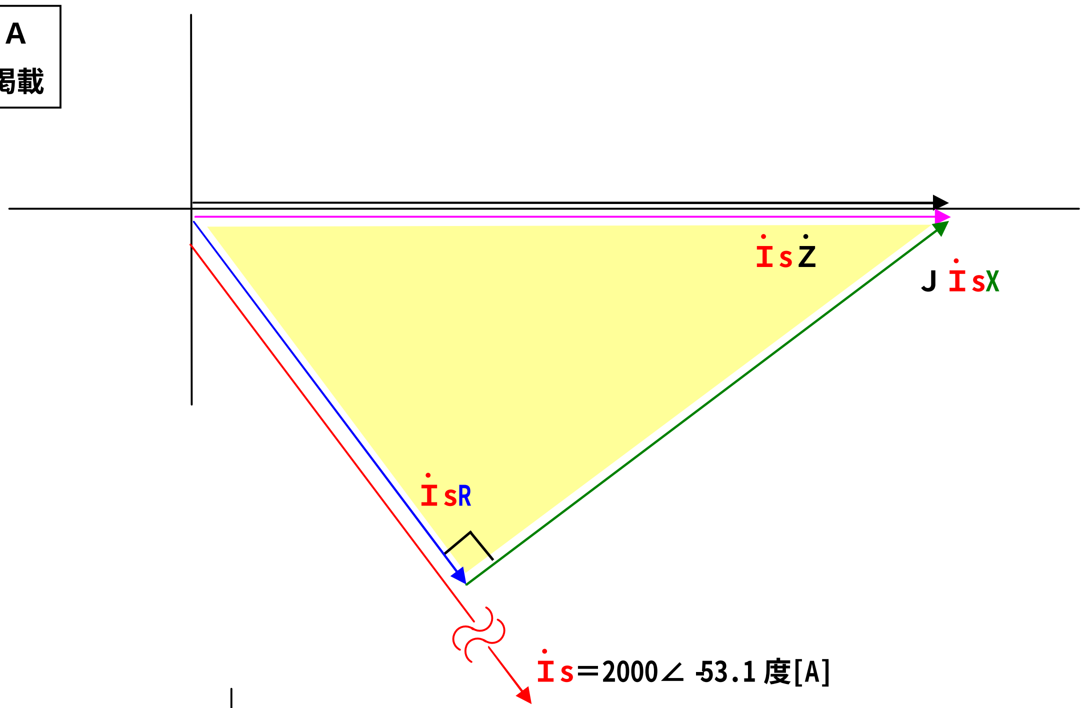
図B



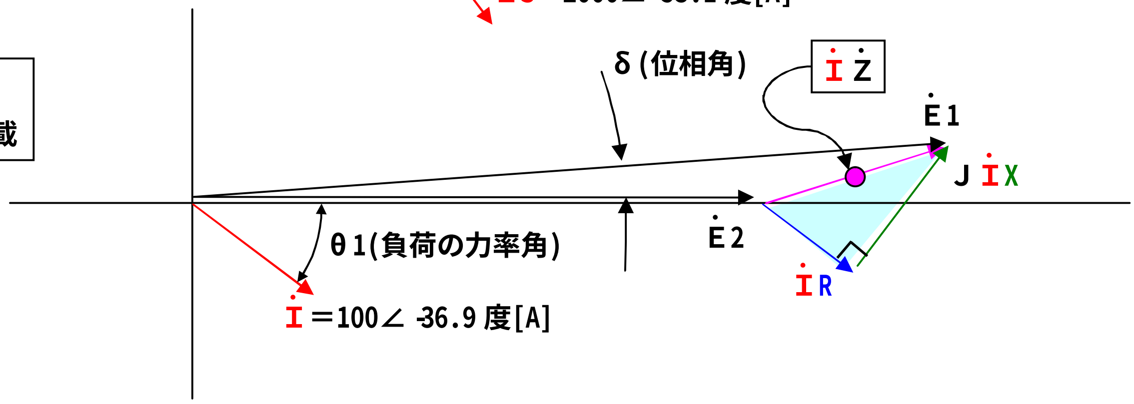
この二つのベクトル図をよく見るとあることに気が付きます。
電圧降下を表す二つの三角形に注目して下さい。。

もう一度図を掲載します。（一部省略）

図Ａ
再掲載

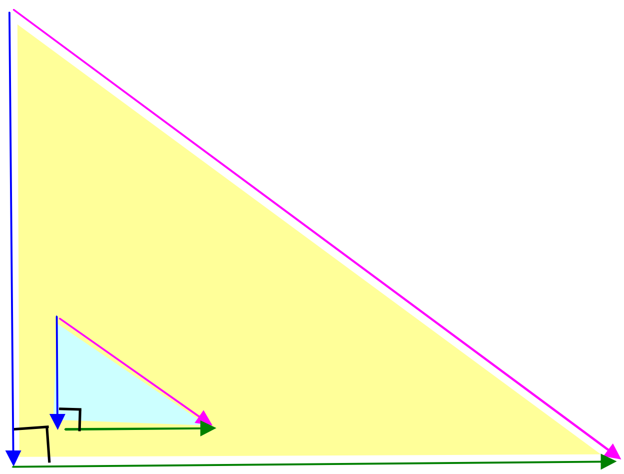


図Ｂ
再掲載



二つの直角三角形△と△は相似形です。下図参照。

図Ｃ



ですから、電圧降下の値と電源電圧の値の比で、負荷電流値を割ると、短絡電流値が算出、出来ます。