

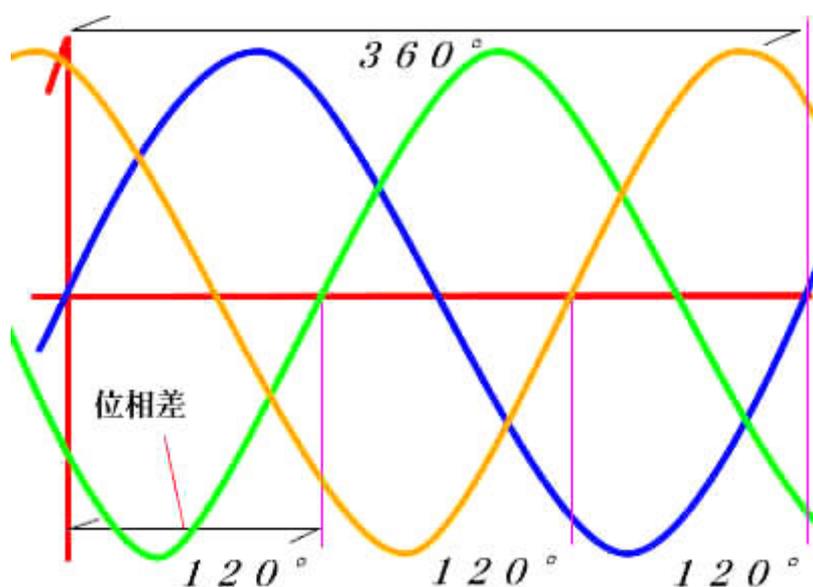
26.電動機



小学生の頃、理科の実験でマブチモーターを使用したでしょうか？あれは直流のモーターでしたが、試験に出てくるモーターは三相交流のものです。

電動機の逆回転・始動電流・回転速度・負荷

三相の電源について



三相の電源は RST という3つの相になっています。

R→S→T→R→S→T と位相が 120 ずつ、ずれて供給されています。上図参照。

回転の制御

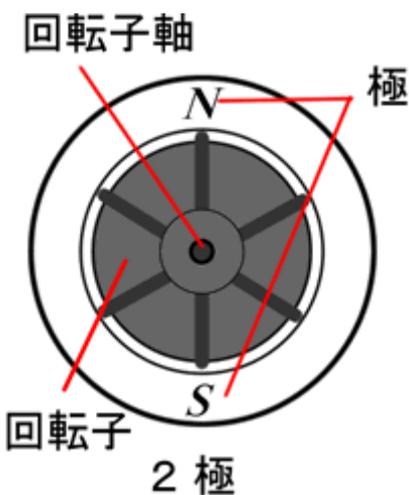
電動機側には UVW という端子が付いています。これをその順番通りに接続すると、回転します。それを正回転とします。そして、結線3本の内いずれか2本を入れ替えると逆回転となります。

電動機は電源周波数を f [Hz]、極数を p とすると、同期速度 N_s は次のようになります。

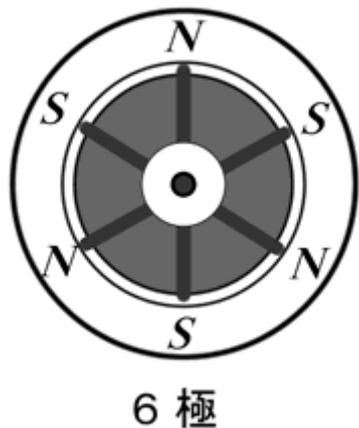
$$N_s = \frac{120 f}{p} \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

ちなみに、巷ではこんな表があるので計算なんぞはしません。

	2	4	6	8	10	12	16
50Hz	3000	1500	1000	750	600	500	375
60Hz	3600	1800	1200	900	720	600	450
400Hz	24000	12000	8000	6000	4800	4000	3000



極数とは、左の電動機断面図を見ていただくと分かりますが、永久磁石が何対あるかということです。極数が増えると回転数は遅くなります。電流も余分に食います。では何故極数を増やすのかというと、大きな電動機は当然負荷が大きい際に使用します。そうすると、より大きな力が必要となります。トルクを大きくしてあげなければ回りません。『トルクって何だ』といわれると、また説明が長くなるので割愛しますが、簡単に言うと力の大きさです。



電動機は磁力によって回ります。永久磁石の極性は変化しませんが、コイルが巻かれている回転子の磁界は常に変化し、極性も変化します。NとSが引き合うと片方の極性は変化するので今度は反対側の極性と引き合います。これが繰り返されて電動機は回ります。そして、極数が2極しかない、180度反対の極に対して次々に引き合う力が生じ、近づくほどに加速が増すので回転数が上がります。

逆に、局数が多くなり下の図の様に6極もあると、60度で次の極ですから、加速も程々です。

電動機の始動と運転

突入電流(始動電流)が**定格電流の4~8倍**になってしまいます。

それを改善させるには、結線方法を始動時と運転時に変える方法がとられます。

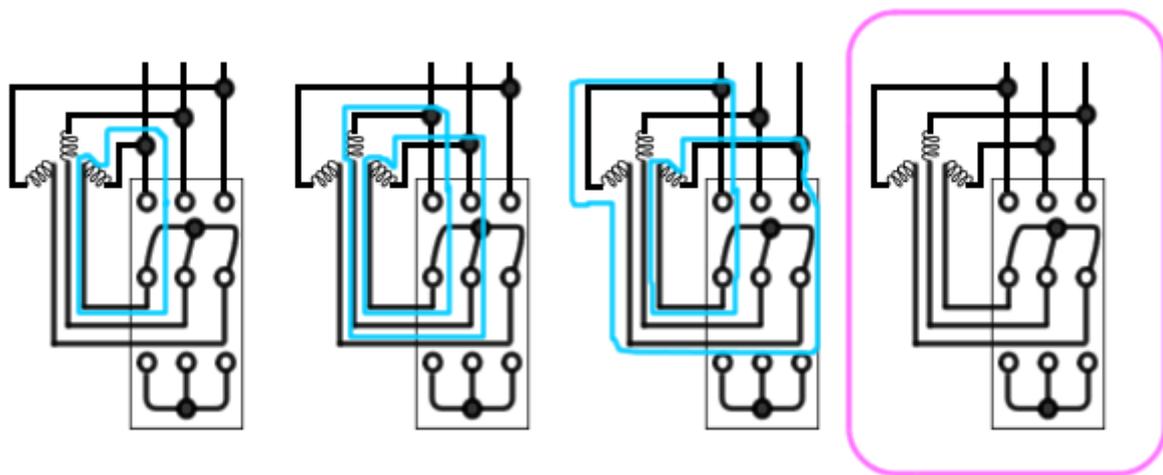
始動時にはスター結線。運転時にはデルタ結線です。

デルタ結線で定格電流を1とした場合、突入電流は $1\sqrt{3}$ に、線電流は $1/3$ になります。

そのかわり、トルク(回す力)も $1/3$ になりますので、回り始めのスピードは遅いのです。

三相誘導電動機のスターデルタ始動回路として正しいモノを選ぶ問題がありますが、当サイトでは一発で答えが分かる方法を紹介します。

それは、👉 **回路を一筆書きで1巡**出来れば、それが正解です。



右端の回路を除いて、他の回路はスター結線部分すべてに電流が流れる結線とはなっていません。

右端の回路をたどってみてください。一筆書きで全てのラインが繋がっています。

周波数

日本は世界でも珍しい2つの周波数が存在する国です。他の国なら、問題になっているかどうか…。まあ、飛行機で使う電気の周波数は400Hzですし、他にもいろいろあるので考えなくて良いわけではありません。周波数の問題で問われるのが、50Hzと60Hzで電動機を動かした場合、どちらがどちらに対して回転が速くなるか遅くなるかというものです。同期速度の式で計算してみましょう。極数は2と仮定します。

$$N_s = 120 f / p$$

$$50\text{Hz}: 120 \times 50 \div 2 = 3000$$

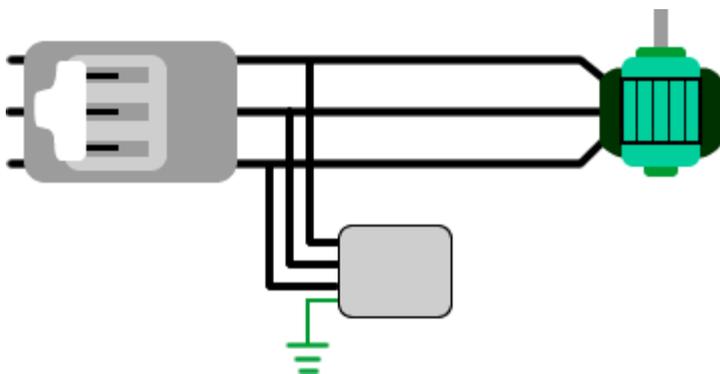
$$60\text{Hz}: 120 \times 60 \div 2 = 3600 \text{ こちらが早いです。}$$

回転数は周波数に比例して、電流Aは反比例して大きくなると覚えておくと便利です。

コンデンサの使用目的

すでに知っていると思いますがおさらいです。

誘導電動機の力率は高くないため、コンデンサを並列に接続して改善を図ります。



コンデンサは、開閉器と電動機のように設置します。

電動機の工事

エアコンも電動機であることに注意が必要。

2.0kW 以上の定格消費電力の機械器具を接地する場合は、以下のように設置をすれば対地電圧を 300V以下とすることができる。

1. 人が容易に触れる恐れがないようにする。
2. 電路には専用の開閉器か過電流遮断機を設置する。
3. 電路には漏電遮断機を設置する。
4. 屋内配線と直接接続する(コンセントを使わない)
5. 金属製外箱や鉄台にD種接地工事を施す。

過負荷保護装置の設置

定格出力(モーターから取り出せる機械的な出力)が 0.2kW を超える電動機には、電動機を焼損させるような

過電流が流れた場合に自動的に阻止する装置か、警報装置を設置しなければならない。

過負荷保護装置

1. 電磁開閉器
2. 電動機用ヒューズ
3. 電動機用配線遮断機

保護装置の省略

1. 取扱者が常時そばにいる。
2. 電動機の構造上または負荷の性質上、焼損の恐れがない。
3. 15A(配線用遮断機の場合は 20A)の過電流遮断機で保護される単相電動機。

それでは電動機という言葉が問題文に含まれる問題をやって見ましょう。

他のカテゴリーとも重複していますが、復習も兼ねてどうぞ。

Practice 練習問題をやってみよう!

1. 床に固定した定格電圧 200[V]、定格出力 2.2[kW]の三相誘導電動機の鉄台に接地工事をする場合、接地線(軟銅線)の太さと接地抵抗値の組合せで、不適切なものは。
ただし、漏電遮断器を設置しないものとする。
 - イ. 直径 2.6[mm]、100[Ω]
 - ロ. 直径 2.0[mm]、50[Ω]
 - ハ. 直径 1.6[mm]、10[Ω]
 - ニ. 公称断面積 0.75[mm²]、5[Ω]
2. 三相誘導電動機を逆回転させるための方法は。
 - イ. 三相電源の3本の結線を3本とも入れ替える。
 - ロ. 三相電源の3本の結線のうち、いずれか2本を入れ替える。
 - ハ. コンデンサを取り付ける。
 - ニ. スターデルタ始動器を取り付ける。
3. 低圧三相誘導電動機に対して電力用コンデンサを並列に接続する目的は。
 - イ. 電動機の振動を防ぐ。
 - ロ. 回路の力率を改善する。
 - ハ. 回転速度の変動を防ぐ。
 - ニ. 電源の周波数の変動を防ぐ。

4. 三相 200[V]、2.2[kW]の電動機の鉄台に施設した接地工事の接地抵抗値を測定し、接地線(軟銅線)の太さを点検した。接地抵抗値及び接地線の太さ(直径)の組合せで、適切なものは。ただし、電路には漏電遮断器が施設されていないものとする。

- イ. 50[Ω] ロ. 70[Ω] ハ. 150[Ω] ニ. 200[Ω]
1.2[mm] 2.0[mm] 1.6[mm] 2.6[mm]

5. 三相かご形誘導電動機の回転方向を決定するため、三相交流の相順(相回転)を調べる測定器は。

- イ. 回路計 ロ. 回転計 ハ. 検相器 ニ. 検電器

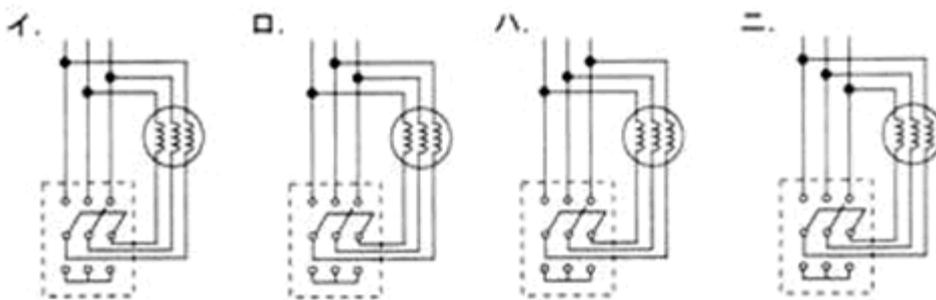
6. 三相誘導電動機の始動において、じか入れ始動に対して、スターデルタ始動器を用いた場合は。

- イ. 始動電流が小さくなる。
ロ. 始動トルクが大きくなる。
ハ. 始動時間が短くなる。
ニ. 始動時の巻線に加わる電圧が大きくなる

7. 三相かご形誘導電動機の記述で、誤っているものは。

- イ. 始動電流は全負荷電流の4～8倍程度である。
- ロ. 電源の周波数が 60[Hz]から 50[Hz]に変わると回転速度が低下する。
- ハ. 負荷が増加すると転速度はやや減少する。
- ニ. 3本の結線のうちいれか2本を入れ替えても逆回転しない。

8. 三相誘導電動機のスターデルタ始動回路として、正しいものは。ただし、丸で囲まれた部分は三相誘導電動機、四角で囲まれた部分はスターデルタ始動を表す。



9. 三相誘導電動機を電圧 200[V]、電流 10[A]、力率 80[%]で毎日1時間運転した場合、1ヵ月(30日)間の消費電力量[kW・h]は。ただし、 $\sqrt{3}=1.73$ とする。

- イ. 48 ロ. 75 ハ. 83 ニ. 130

10. 定格周波数 60[Hz]、極数4の低圧三相かご形誘導電動機の同期回転速度[min^{-1}]は。

- イ. 1 200 ロ. 1500 ハ. 1800 ニ. 3000

Answer 答え合わせをしましょう。

1. ニ

D種接地工事が必要だが、100Ω以下で1.6mm以上の接地線が必要。

2. 口

3. 口

4. 口

D種接地工事が必要だが、100Ω以下で1.6mm以上の接地線が必要。

5. ハ

6. イ

始動電流が小さくなるため、始動トルクは小さくなり、始動時間が長くなる。電圧も小さくなる。

$$I(\text{線電流}) = V / \sqrt{3}Z$$

$$V(\text{線間電圧}) = \sqrt{3}E$$

7. ニ

いずれか 2 本を入れ替えると逆転する。

8. 口

9. ハ

$$P[W] = \sqrt{3}VI\cos\theta = 1.73 \times 200 \times 10 \times 0.8 = 2768[W]$$

$$30 \text{ 日なので、} 2768 \times 30 = 83040[W] \quad \text{kWに直す} \times 0.001 = 83\text{kW}\cdot\text{h}$$

10. ハ

$$N = 120f/\text{極数} = 120 \times 60 \div 4 = 1800[\text{min}^{-1}]$$