سرو موتورها

اصولاً از موتورهایی که در کاربردهای کنترل موقعیت مورد استفاده واقع می‌شوند، به عنوان سروموتور تعبیر می‌شوند

سرو موتورها

سروموتورها در رنج قدرت پائین مورد استفاده قرار میگیرند

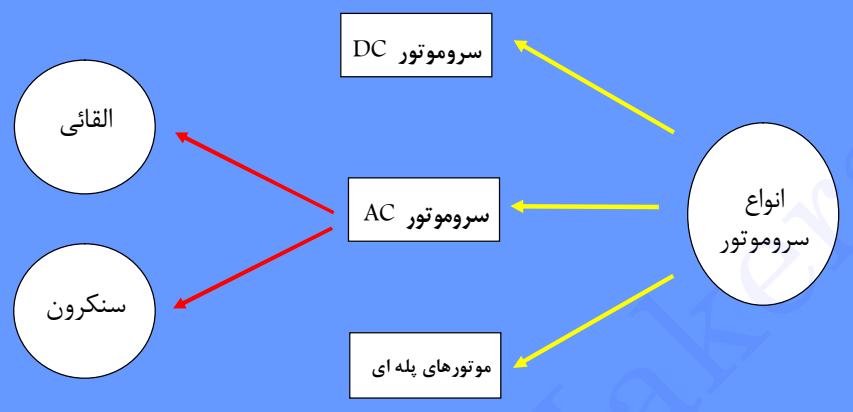
وظیفه آنها کنترل تغییرات موقعیت و(سرعت) است.

دارای دقت و سرعت پاسخ بالا هستند لذا دارای اینرسی کم و در نتیجه طول زیاد و قطر کم هستند

در سیستمهای ربات، کامپیوتر ، سیستمهای الکترو مکانیکی و ماشینهای افزار مورد استفاده قرار می گیرند.

www.ControlMakers.ir

انواع سرو موتورها



مزایا و معایب انواع سرو موتورها

Features of each servo motor

	Stepping motor	DC servo motor	Synchronous servo motor	Induction type servo motor
Capacity (watt)	Less than 100 W	Less than 500 W	100 to 2 kW	2 kW or up
Advantages	Compact and high output. Cheap.	Smaller outside dimensions and large torque. Good operation efficiency. Good controllability. Cheap.	High speed and high torque. Good operation efficiency. No maintenance required.	High speed and high torque. No need maintenance. Durable. Large peak torque.
Disadvantages	Out-of-step and magnet noise at low speed operation	Limit at rectification. Low reliability. Requires maintenance.	Expensive.	Bad operation efficiency with medium capacity models. Complicated control circuit. Expensive

www.ControlMakers.ir

سرو موتورهای DC

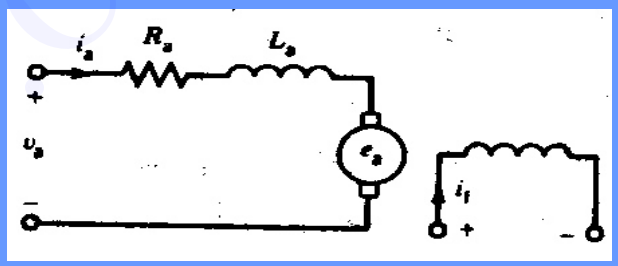
در واقع یک موتور DC با تحریک جداگانه یا با قطبهایی از آهنربای دائم است.

مشخصه های گشتاور سرعت این موتورهاخطی بوده وشیب منفی نسبتاَ زیادی دارند.

تغییرات پله ای ولتاژ باعث می گردد در موقعیت یا سرعت روتور تغییر سریع حاصل شود.

سرموتورهای DC

در موتورهای تحریک مستقل داریم

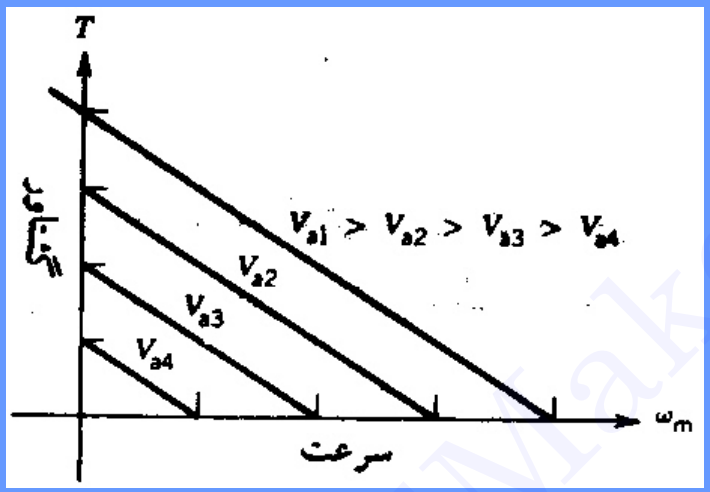


$$E_a = k_a \varphi \omega_m = V_t - R_a I_a$$

$$w_m = \frac{V_t}{k_a \cdot j} - \frac{R_a \cdot T}{k_a \cdot k_T \cdot j^2} = w(T) \qquad T = \frac{k_T j}{R_a} V_t - \frac{k_a k_T j^2}{R_a} w_m$$

سرموتورهای DC

اگر فرض کنیم که میدان مقدار ثابتی باشد و ولتاژ آرمیچر بتوانید تغییرکند، داریم:



سرموتورهای AC

امروزه بمرور این سرو موتورها جای خود را در میان سروموتورها باز میکنند.

مشخصه هاي گشتاور سرعت آنها غير خطي است.

در سيستمهاي كنترل معمولا از نوع موتورهاي القائي دو فاز با روتور قفس سنجابي استفاده مي شود.

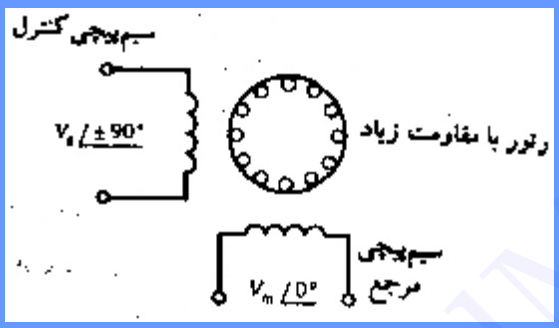
شامل دو سيم پيچ متعامد است كه جهت چرخش موتور به اختلاف فاز دو ولتاژ بستگي دارد.

www.ControlMakers.ir

سرموتورهای AC

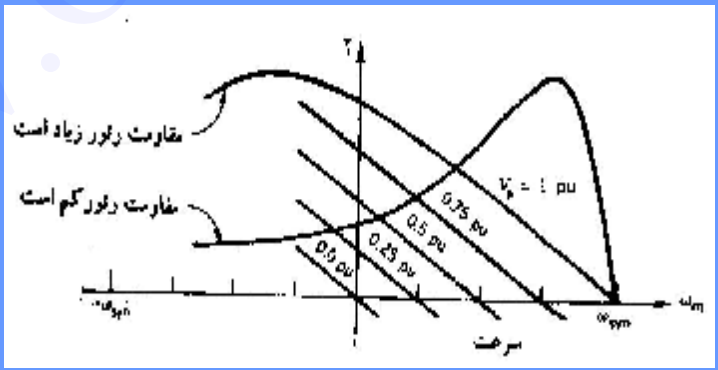
دو سیم پیچ متعامد روی استاتور توسط دو ولتاژ که با یکدیگر ۹۰ درجه اختلاف فاز دارند تغذیه میشوند.

سیم‌پیچی مرجع با $V_m<0$ تغذیه می‌شود و سیم‌پیچی کنترل هم با $V_a<\Pi/2$ تغذیه می‌شود



سرموتورهای AC

در اینجا V_a می‌تواند متفاوت با V_m باشد به این ترتیب یک موتوردو فاز نامتعادل داریم منحنی گشتاور ـ سرعت به صورت زیر می‌شود :



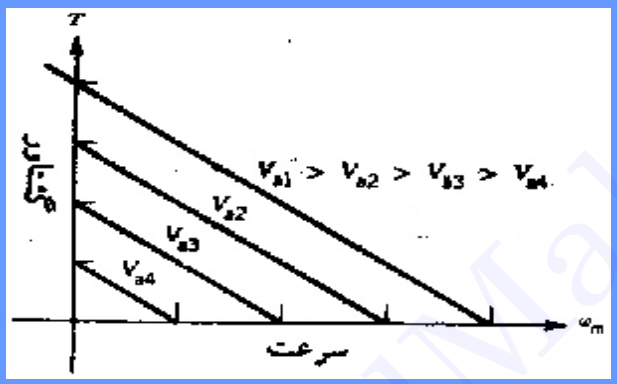
منحنی گشتاور ـ سرعت

سرموتورهای AC

در واقع در هنگام ساخت مقدار مقاومت اهمی را زیاد می‌کنند و اگر داشته باشیم $\frac{V_a}{V_m} = a$

در این صورت منحنی فوق در حالت a=1 رسم شده است

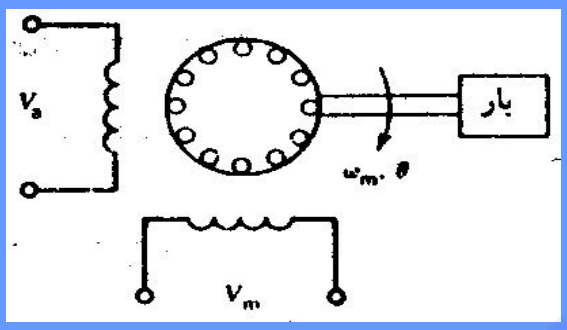
در نمودار اگر V_m را کم کنیم شیفت به راست داریم و اگر V_a را کم کنیم شیفت به چپ خواهیم داشت. برای چرخش معکوس نیزکافی است $V_a = a V_m < -\Pi/2$ را داشته باشیم.



مقایسه سرموتورهای DCوAC

	Acservo	DC servo
Life	<Bearing life> 20, 000 h or up.	<Brush life> Normally, 3,000 to 5,000 h. Varies considerably due to load and environmental conditions.
Maintenance	<Not required> No mechanical contact. (No brushes, commutators)	<Required> Required periodical check and replacement of brushes
Sound noise Electrical noise	<Quiet> <None> No noise as no brushes.	<Noisy> Due to brush contacting noise. <Exist> Noise occurs due to actuation of brushes.
Efficiency	<Excellent> Good cooling efficiency as heat radiates from stator.	<Good> Rectification loss occurs. Bad cooling efficiency due to rotor heat
Against Overload Response Characteristics	<Good> Large thermal time constant. High speed and large torque. <Very quick> Large power rate (Small rotor inertia and large torque until high speed range.)	<Medium> Small thermal time constant. Limited current due to brush flashover <Quick> Small power rate (Large rotor inertia. Decrease torque at high speed range.)
Cleanness	<Good> Clean as no brush powder occurs	<Bad> Brush powder occurs.

سیستم نمونه



یک سیستم کنترلی به شکل فوق را درنظر بگیرید. معادله الکترو مکانیکی حاکم بر این سیتم دوار بشرح زیر است :

$$\sum T = J\frac{d^2q}{dt^2} + F_L\frac{dq}{dt}$$

سیستم نمونه

$$\sum T = J\frac{d^2q}{dt^2} + F_L\frac{dq}{dt}$$

در معادله فوق :

J ممان اینرسی

$\frac{d^2q}{dt^2}$ شتاب سیستم

F_L اصطکاک

$\frac{dq}{dt}$ سرعت

www.ControlMakers.ir

سیستم نمونه

$$T = K_M V_a - F_m w_m \quad \rightarrow$$

$$k_m V_a - F_m \omega_m = (J_m + J_L)\frac{dw_m}{dt} + F_L \omega_m$$

$$k_m V_a = (J_m + J_L)\frac{dw_m}{dt} + (F_L + F_m)\ \omega_m$$

F_m در حقیقت شیب منحنی گشتاور سرعت تحت ولتاژ V_a است.

K_m در حقیقت تغییر گشتاور به ازای تغییر V_a تحت سرعت ثابت است.

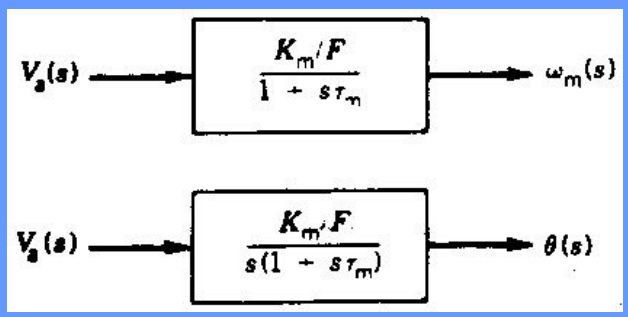
سیستم نمونه

اگر در سیستم فوق تابع تبدیل را بدست آوریم خواهیم داشت:

$$\frac{w_m(s)}{V_a(s)} = \frac{k_m}{Js+F} = \frac{\frac{k_m}{F}}{\frac{Js}{F}+1} = \frac{\frac{k_m}{F}}{t\,s+1}$$

ضریب اصطکاک $F = F_L + F_m$

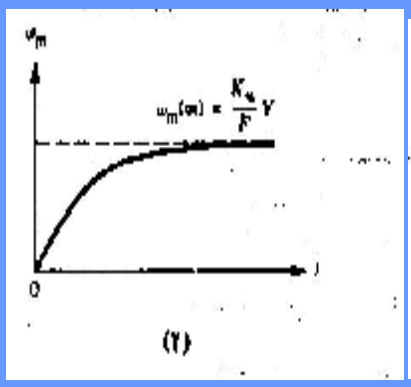
$J = J_m + J_L$

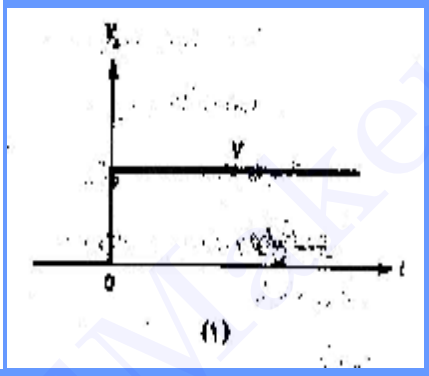


سیستم نمونه

پاسخ سیستم برای خروجی سرعت با ورودی پله

$$w_m(t)=\frac{k_m V}{F}(1-e^{-\frac{t}{t_m}})$$

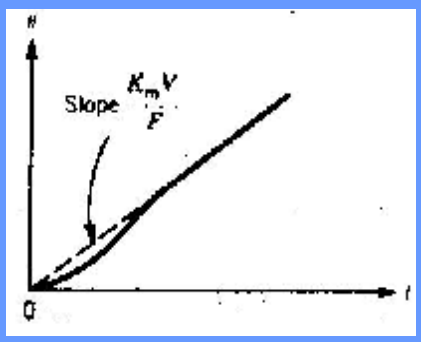




سیستم نمونه

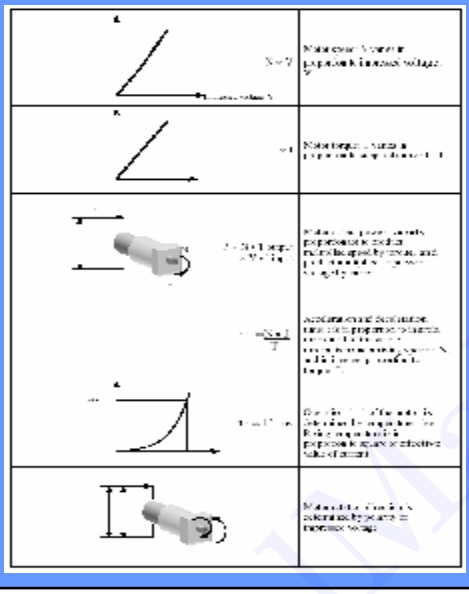
پاسخ سیستم برای خروجی موقعیت (θ) با ورودی پله

$$q(t)=\frac{k_m V}{F}t-\frac{k_m V t_m}{F}+\frac{k_m V t_m}{F}e^{-\frac{t}{t_m}}$$

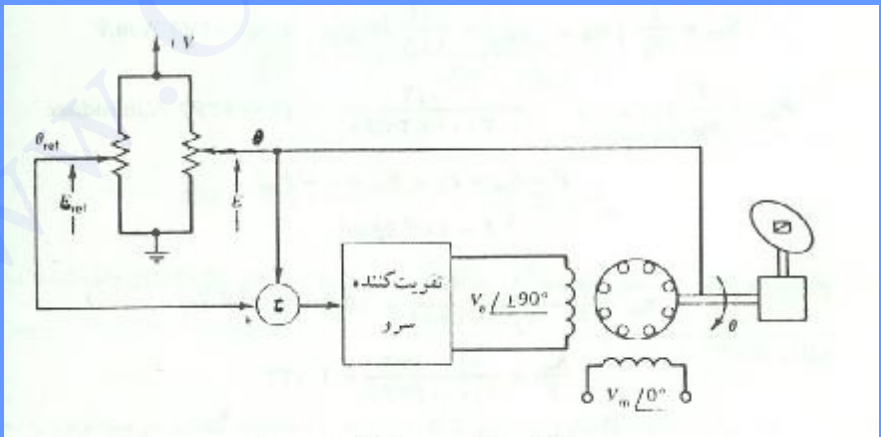


www.ControlMakers.ir

مشخصه های سروموتورها



کاربرد سروموتورها در کنترل وضعیت رادار



شکل ۷ سیستم کنترل وضعیت رادار

کاربرد سروموتورها در کنترل وضعیت رادار

شکل قبل سیستم کنترل وضغیت رادار را نشان می دهد که از سروموتورهای AC دوفازبرای کنترل موقعیت رادار استفاده شده است.در این سیستم کنترل ، دو پتانسیومتر وجود دارد:

1- پتانسیومتر مرجع ، ولتاژ E_{ref}، متناسب با سیگنال موقعیت مطلوب (q_{ref}) را تولید می کند.

2- پتانسیومتر دوم از محور سروموتور فرمان می گیرد و ولتاژ E را متناسب با وضعیت محور (q) ایجاد می کند.

کاربرد سروموتورها در کنترل وضعیت رادار

سیگنال خطا به تقویت کننده اعمال می شود و این تقویت کننده ولتاژ مورد نیاز V_a را جهت صفر شدن خطا ، مهیا می سازد.

$$E_{error} = E_{ref} - E$$

$$q_{error} = q_{ref} - q$$

سنکروها

یک وسیلهٔ الکترومغناطیسی AC است که برای تبدیل جابجائی مکانیکی به سیگنال الکتریکی استفاده می شود.

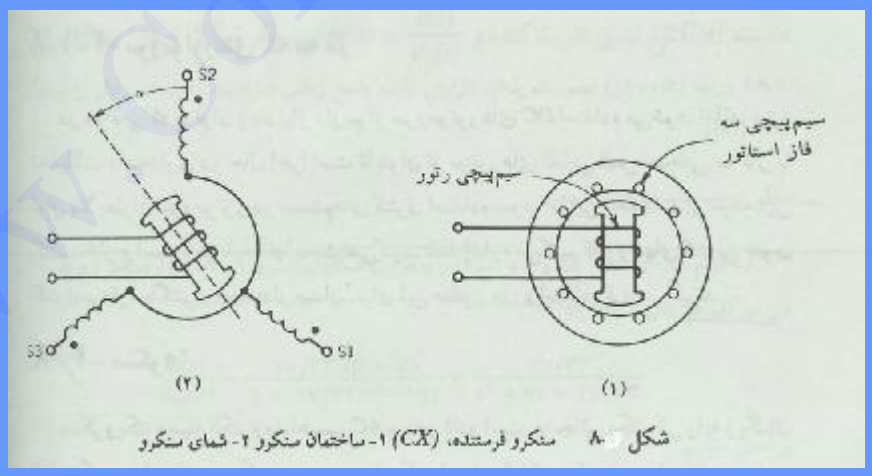
3 نوع سنکرو وجود دارد :

1- سنکرو فرستنده(CX)

2- سنکرو گیرنده (CR)

3- سنکرو تبدیل کننده (CT)

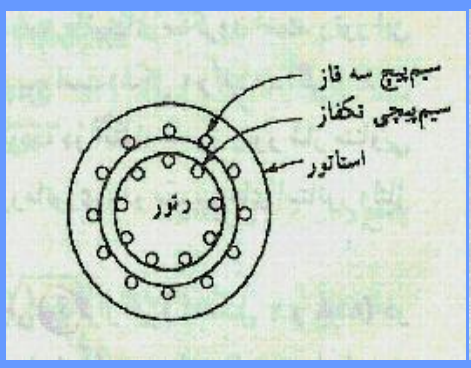
سنکروها

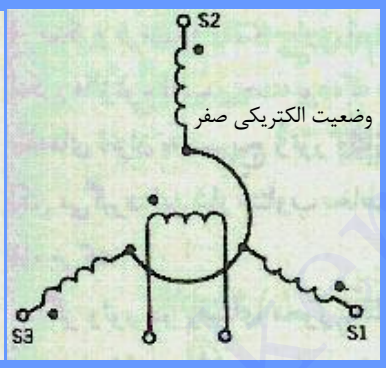


شکل ۸- سنکرو فرستنده، (CX) ۱- ساختمان سنکرو ۲- شمای سنکرو

سنکروهای گیرنده و فرستنده شبیه هم هستند. استاتور سه فاز و روتور قطب برجسته و حاوی یک سیم پیچ تکفاز می باشد.

سنکروها



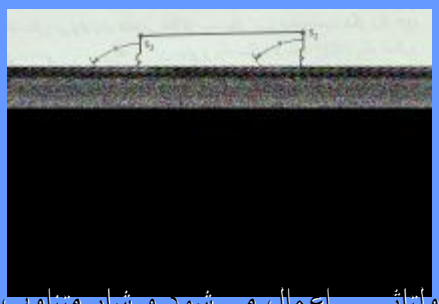


سنکرو تبدیل کننده دارای روتور استوانه ایست،در سنکروهای تبدیل کننده استاتور سه فاز است ، اما امپدانس هر فاز استاتور در سنکروهای تبدیل کننده از سنکروهای فرستنده بیشتر است. در عمل چندین سنکرو تبدیل کننده از یک سنکرو فرستنده تغذیه گردند.

سنکروها

انتقال گشتاور: گشتاور را در مسیر طولانی بدون وجود اتصال مکانیکی منتقل می کنند.

در این سیستم از دو سنکرو گیرنده و فرستنده استفاده می شود



به سیم پیچ روتور ولتاژ اعمال می شود و شار متناوب در سیم پیچ استاتور ولتاژ القا می کند.

هرگاه در شکل ۲ روتور در امتداد باشد در اینصورت شار گذرنده ماکزیمم خواهد بود.(وضعیت الکتریکی صفر)

سنکروها

سیم پیچهای استاتور دو سنکرو به هم وصل اند و روتور آنها از یک منبع AC تکفاز تغذیه می شوند.اگر کلید SW_1 بسته باشد در اینصورت در استاتور سنکرو فرستنده ولتاژ القا می شود و بلافاصله در سیم پیچهای سنکروگیرنده جریان برقرار می شود.

اگر کلید SW_2 بسته شود میدانی در جهت محور روتور سنکروگیرنده ایجاد می شود.در اثر تداخل میدان روتور و میدان استاتور در سنکروگیرنده ، گشتاور پدید می آید.این گشتاور روتور را در سنکروگیرنده به وضعیتی مشابه روتور در سنکرو فرستنده می برد.در این حالت ولتاژ القا شده در استاتور سنکروگیرنده مشابه ولتاژ القا شده در استاتور سنکرو فرستنده است و لذا جریان بین دو سنکرو ایجاد نمی شود و گشتاوری پدید نخواهد شد.

حال اگر روتور سنکرو فرستنده به وضعیتی جدید منتقل شود روتور سنکروگیرنده به همان وضعیت خواهد رفت.

سنکروها

-تشخیص خطا

در این سیستم از یک سنکرو فرستنده و یک سنکرو تبدیل کننده استفاده شده است.

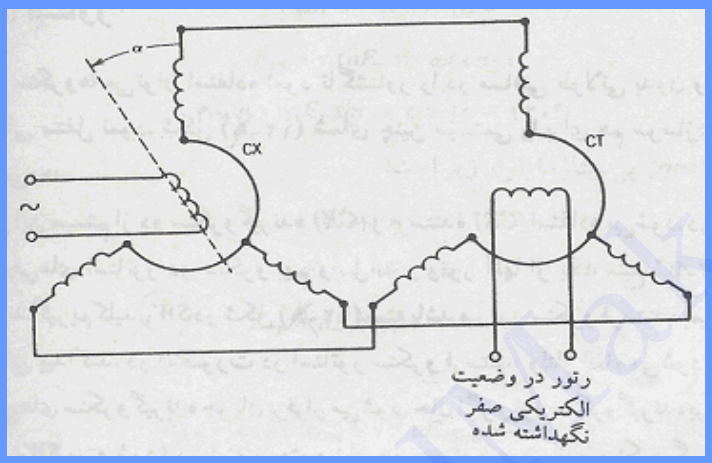
اگر روتور سنکرو فرستنده بمیزان زاویهٔ a جابجا شود در اینصورت در استاتور سنکرو فرستنده ولتاژ القا می شود وچون دو استاتور به هم وصل اند ، جریان برقرار می گردد.

جریان در استاتور سنکرو تبدیل کننده میدانی در امتداد زاویهٔ a ایجاد می کند.

سنکروها

اگر روتور سنکرو تبدیل کننده در وضعیت صفر بماند مقدار ولتاژ در روتور تبدیل کننده بصورت زیر است :

$$E = E_{\max} \sin a$$



سنکروها

اگر a_x وضعیت روتور سنکرو فرستنده و a_T وضعیت روتور سنکرو تبدیل کننده باشد ، در اینصورت مقدار موثر ولتاژ در روتور تبدیل کننده بقرار زیر می شود:

ولتاژ لحظه ای بقرار زیر است :

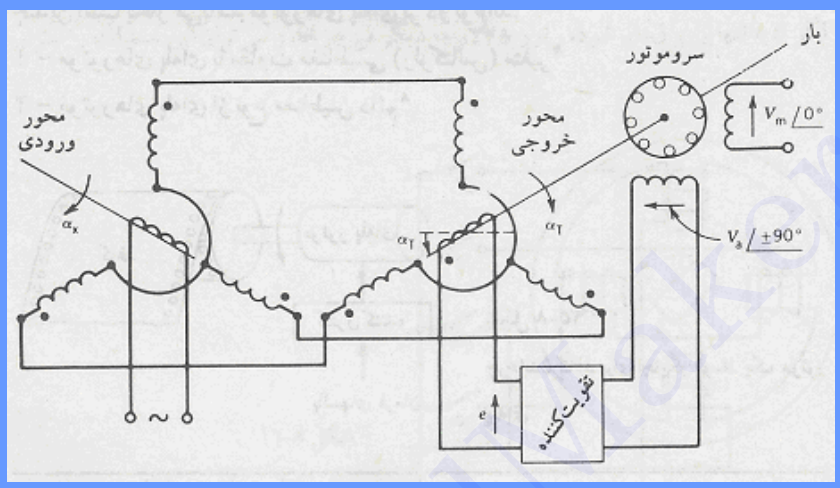
$$E = E_{\max} \sin(a - a_T)$$

$$e = \sqrt{2} E_{\max} \sin(a_X - a_T) \sin wt$$

www.ControlMakers.ir

سنکروها

نمونه کاربرد سنکروها در تشخیص خطا در شکل زیر نشان داده شده است



سنکروها

هدف از چنین سیستمی این است که محور خروجی جابجایی زاویه ای محور ورودی را تعقیب کند.

محور ورودی همان محور روتور سنکرو فرستنده و محور خروجی همان محور روتور سنکرو تبدیل کننده است.موقعیت الکتریکی دو روتور نسبت به هم 90 درجه اختلاف دارند.تا زمانی که این اختلاف وجود داشته باشد ولتاژ خطا صفر و در نتیجه ولتاژ V_a صفر است.

زمانی که این اختلاف به هم بخورد ولتاژ خطا ایجاد می شود و پس از تقویت بصورت V_a به سروموتور اعمال می شود.در این حالت موتور به حرکت در می آید و به نحوی می چرخد که ولتاژ خطا صفر شود.