www.ControlMakers.ir

بسم الله الرحمن الرحیم

پروژه: سیستم سرو موتور

نام استاد:

دکتر آیتی

تهیه کننده:

رضا زارع کریمی ۸۲۲۹۵۴۷۶

عباس خنیفر ۸۲۲۹۵۴۱۷

www.ControlMakers.ir

www.ControlMakers.ir

فصل اول

۱-۱سیستم سرو چیست؟.............................۵
۱-۲مکانیزم مکان یابی.............................۶
۱-۳پس ماند مکانیکی و تصحیح آن..........................۷
۱-۴سه نمونه از سیستم کنترلی..........................۹
۱-۵سرو موتور.................................۱۱
۱-۵-۱درایور(نوع ورودی آنالوگ)..........................۱۱
۱-۵-۲موقعیت یاب................................۱۲
۱-۵-۳پیکر بندی سرو موتور و عملکرد آن ۱۳
۱-۶عملکرد شمارشگر اندازه گیر خطا و پاسخ به در موقعیت(تقریبا صفر)یا سیگنال ورودی.................................۱۴
۱-۷پیرامون سرو موتور.............................۱۶
۱-تفاوت با سایر موتورهای متداول..........................۱۸
۱-۸ویژگیها ونوعهای گوناگون سرو موتورها....................۱۸
۱-۹ساختمان سرو موتور.............................۱۸
۱-۱۰اصول عملکرد سرو موتور AC............................۱۹
۱-۱۱مشخصه سازی سرو موتور............................۲۰
۱-۱۲مقایسه بین سروAC,DC..........................۲۱
گشتاور به تعداد کل دورانها ۲۲
۱-۱۳پیرامون تصحیح کننده ها...........................۲۳
۱-۱۳-۱طبقه بندی تصحیح کننده ها (آشکار ساز)بر اساس شیوه تصحیح شان۲۳
۱-۱۳-۲آشکار ساز نمونه.......... ....۲۴
۱-۱۴ویژگیهای تصحیح گر در مقایسه با تصحیح گر دورانی نوع فوتو چنین است.................................۲۷

۱ـ۱۵ویژگیهای هر آشکارساز و کاربرد آن۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰ ۲۸
۱ـ۱۶پیرامون درایو سرو ۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۲۸
۱ـ۱۶ـ۱درایو سرو از نوع خاص۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۲۸
۱ـ۱۷پیرامون کنترل مکانی۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۲۹
۱ـ۱۷ـ۱دو نوع ار سیستم های مکان یاب۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۲۹
۱ـ۱۷ـ۲ کنترل سرعت وکنترل گشتاور۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰ ۰۰۰۰۰۳۲
۱ـ۱۸کنترل سرعت ۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۳۲
۱ـ۱۹کنترل گستاور ۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۳۲
۱ـ۲۰فرکانس پاسخ کنترل کننده های مکانی۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۳۳
۱ـ۲۱استفاده از قسمتهای پارامتری۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۳۵
۱ـ۲۱ـ۱روشها وشیوه تغییر آنها۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۳۶

فصل دوم

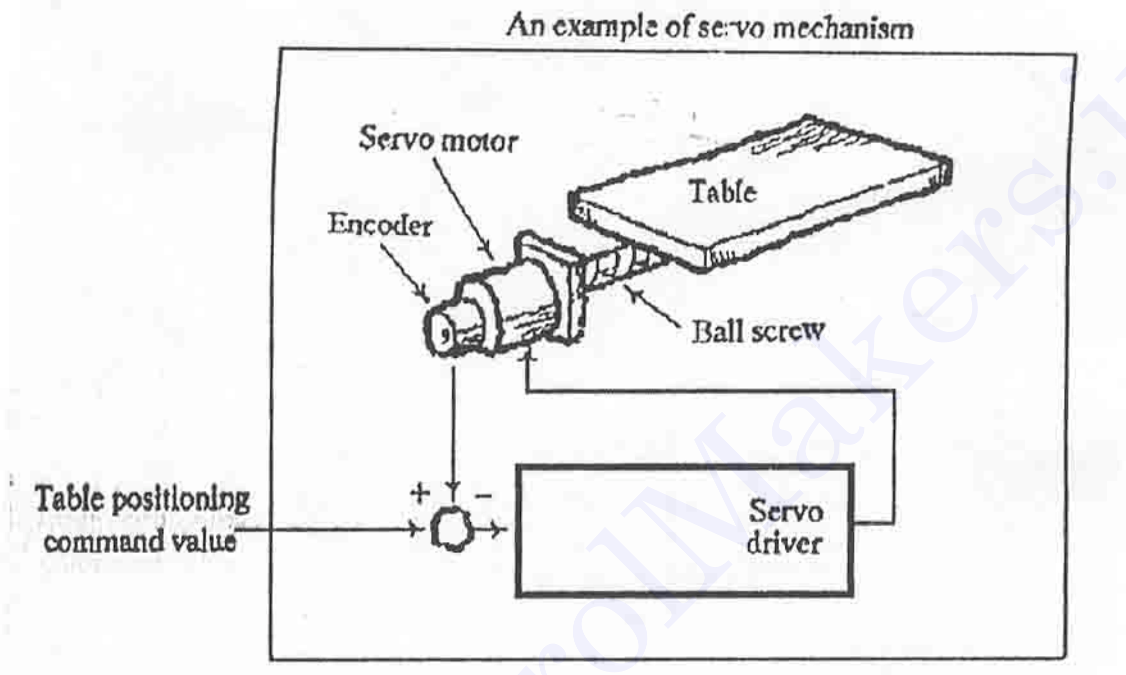
۲ـ۱آشنایی با سرو موتورها۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۳۷
۲ـ۲کاربرد سرو موتور القایی با روتور تو خالی غیر مغناطیس۰۰۰۰۰۰۰۰۰۴۷
۲ـ۳الکترو موتور توازن(Stabilizintg Electromotor)۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۵۳
۲ـ۴نحوه عملکرد مجموعه موتور توازن و موتور ژیروسکوپ۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۵۸
نحوه عملکرد و کنترل سرو موتورهای القایی ۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۶۴
۲ـ۳نحوه عملکرد موتورهای دو فاز ۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۶۴
۲ـ۳روشهای کنترل سرو موتورهای القایی مینیاتوری۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۷۷
۲ـ۴ مشخصه های کار سرو موتور های استاندارد(AC)۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۸۱
مشخصه های کار سرو موتور های استاندارد(AC)۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۸۱
۲ـ۴ـ۱سرو موتور های Drag-Cup۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۸۳
۲ـ۵سروموتورهایACمیرا۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۸۴
۲ـ۶ضربه گیری و علت نیاز به آن۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۸۵

ضربه گیری داخلی یک سروموتور٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٨۶
سروموتورهای با ضربه گیری روغنی٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٨٧
سروموتورهای با ضربه گیر جرمی٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٩٠
ضربه گیری دورسنج٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٩٢
۲-۷موتور های چاپی٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٩٢
۲-۸کنترل و مشخصه گشتاور-سرعت٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٩۴
۲-۹کاربرد سرو موتورها٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٩٨
فصل سوم
سرو موتورهای DC٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٩٩
موتورهای DC در سیستم های کنترل٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٩٩
اصول اساسی عملکرد موتورهای dc٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠١٠٠
موتور DCبا آهنربای دائم و هسته آهنی ٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠١٠٣
موتور DCبا سیم پیچ سطحی٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠١٠۴
موتور DCبا پیچک متحرک٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠١٠۵
موتور DCبا بی جارو٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠١٠٧
منحنیهای گشتاور نیرو –سرعت در موتور DC٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠١١٠
منحنیهای گشتاور نیرو –سرعت یک سیستم موتورDC تقویت کننده٠٠٠٠٠٠١١٢
خطی کردن سیستم های غیر خطی٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠١١۵

فصل اول:

۱ ـ ۱ سیستم سرو چیست؟

سرو برگرفته از يك كلمه يوناني به نام Servus است كه به معني خدمتكار مي باشد. اين سيستم نيز كه تحت اين نام كار مي كند را سيستم سرو مي گويند. بدين دليل كه مي توان گفت: يكي از سيستم هايي است كه مستقيما به فرامين پاسخ مي دهد.



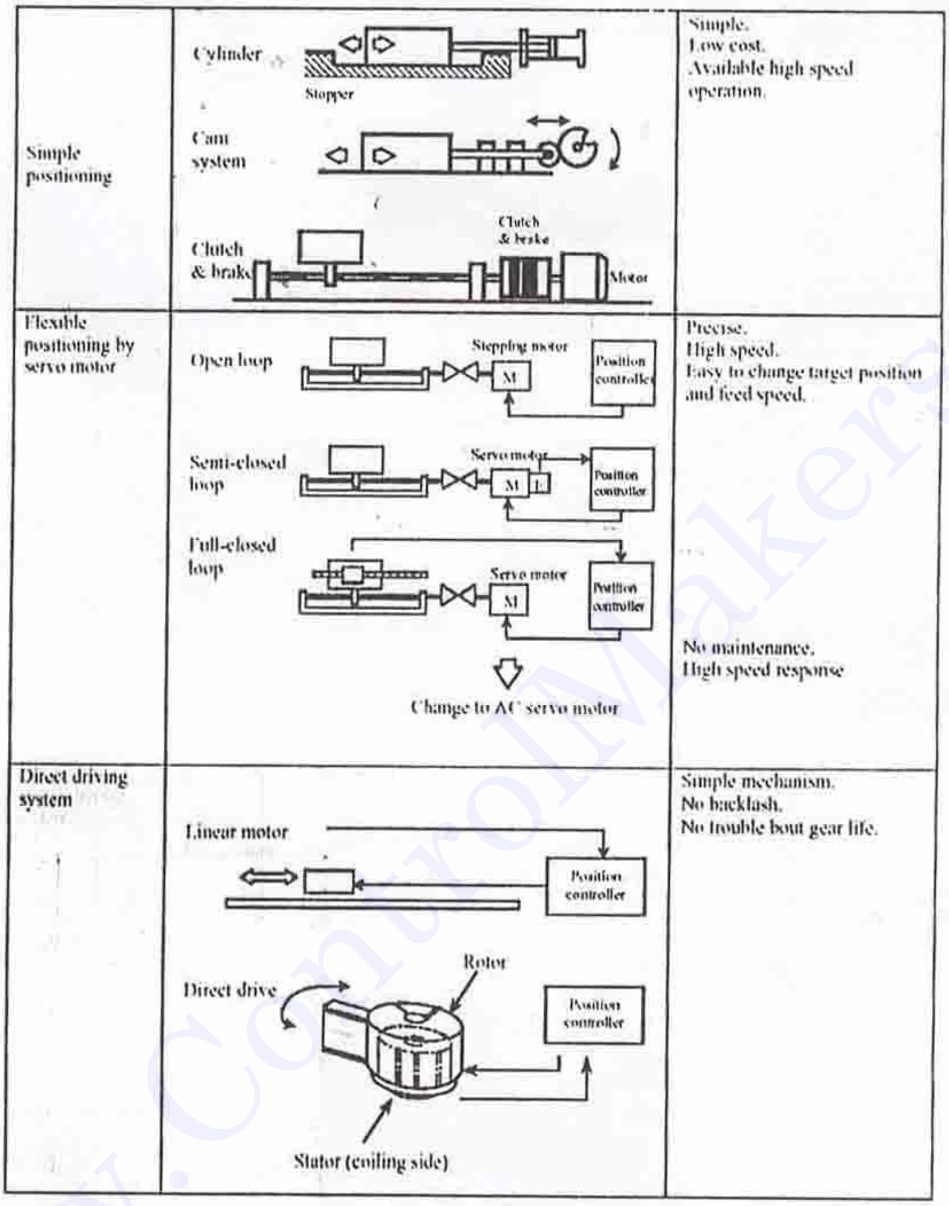
مثالي پيرامون مكانيزم سرو موتور

(سيستمي است كه جهت كنترل ابزار با مقايسه لغزش به هنگام سرعت)

١ ـ ٢ مكانيزم مكان يابي:

سيستم سرو را نمي توان تنها عنصري دانست كه كارش كنترل سرعت و يا موقعيت تجهيزات مكانيكي است. علاوه بر عناصر ساده مكانيكي سيستم سرو هم اكنون تبديل شده است به يك سيستم كنترل كننده اصلي براي موقعيت يابي و كنترل سرعت.

www.ControlMakers.ir



۱ ـ ۳ پس ماند مكانيكي و تصطيح آن

تقريبا تمامي عناصر مكانيكي داراي منطقه اي خنثي بين دوران راستگرد و چپگرد مي باشند. براي مثال زماني كه مسير گردش مكانيزم موتوري را از راستگرد به چپگرد را جبران تغيير مي دهيد، مقداري اضافي از اين گردش نياز است تا بتوان

www.ControlMakers.ir

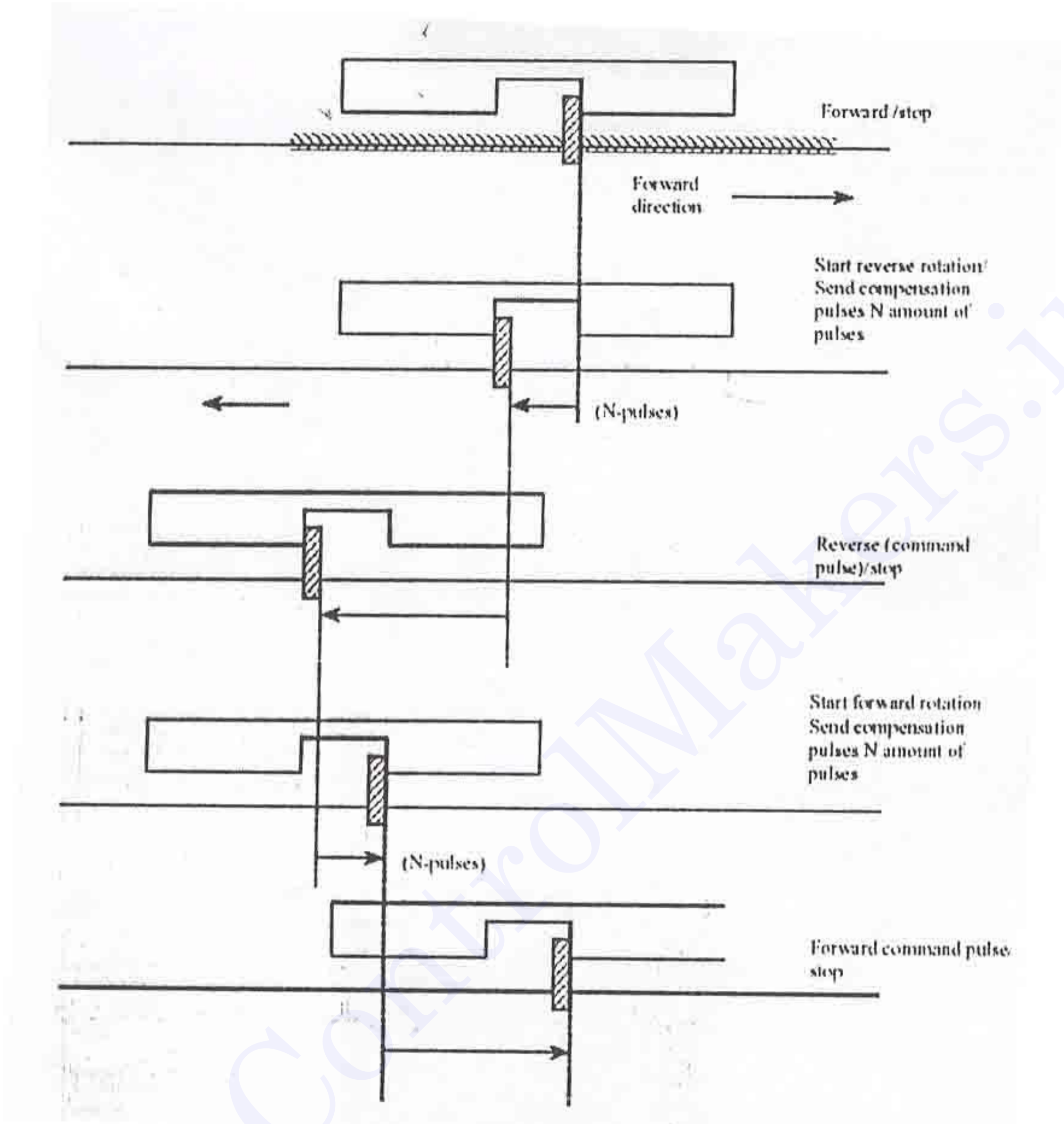
منطقه آزاد یا حد فاصل بین این دو گردش راستگرد و چپگرد را و یا بالعکس را پس ماند مي گويند.

حال سرو و سیستم مرتبط آن داراي عملكردي است كه مي تواند از این پس ماند را جبران نماید.

همانگونه نیز که دو بخش مرتبط نشان داده شده است، سرو سیستم پالسهایي مثبت را با مقادیر قابل توجه اي از جبران پذیر این پالسها ارسال مي نماید كه این پالسها را در اصطلاح پالس فرمان مي گويند. در این حالت يك مقدار مشخص از موقعیت فعلي در تصطیح این جبرانگر نمي گنجد.

www.ControlMakers.ir

www.ControlMakers.ir

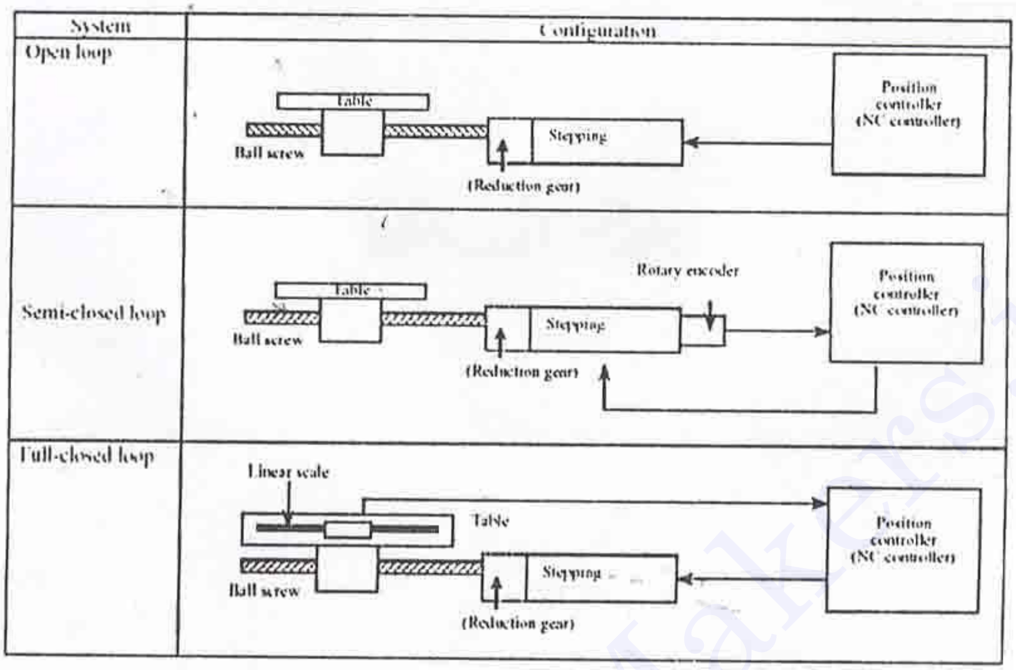


۴ ـ ۱ سه نمونه از سيستم كنترلي:

در حال حاضر سه نوع سيستم كلي كنترل كننده موجود است: ۱) حلقه باز

۲) حلقه نيمه بسته ۳) حلقه تمام بسته

www.ControlMakers.ir

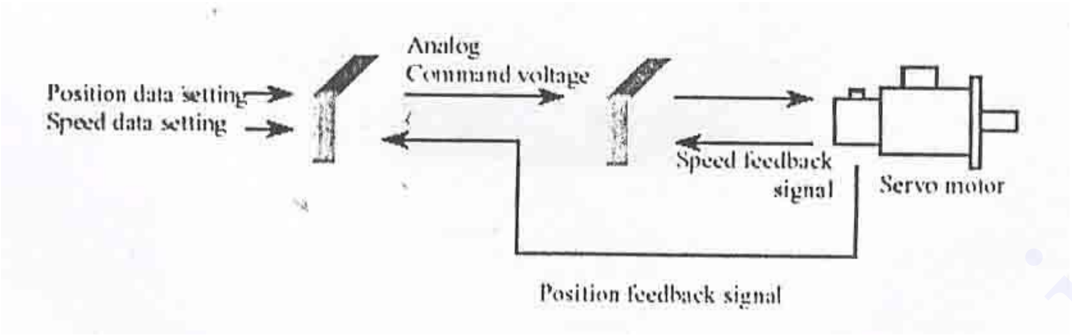


Features of each system

	Open loop	Semi-closed loop	Full-closed loop
Control system	Simple	Little complicated	Complicated
Detection method	None	Not required as installed in motor	Required
Against load fluctuation	Week	Strong	Strong
Precision	Mechanical difference	Mechanical difference	By precision of detector
Difference (backlash pitch difference)	Difficult to correct	Correction available	Correction not required
Motor	Stepping motor	AC servo DC servo	AC servo DC servo
Feed rate	Low	High	High
Cost	Cheap	Little expensive	Expensive
Complicity of system configuration	Simple	Little complicated	Complicated

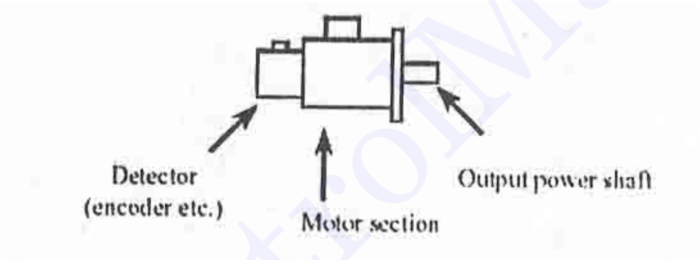
www.ControlMakers.ir

مثال پيكر بندي سرو سيستم:



۱ ـ۵ سرو موتور:

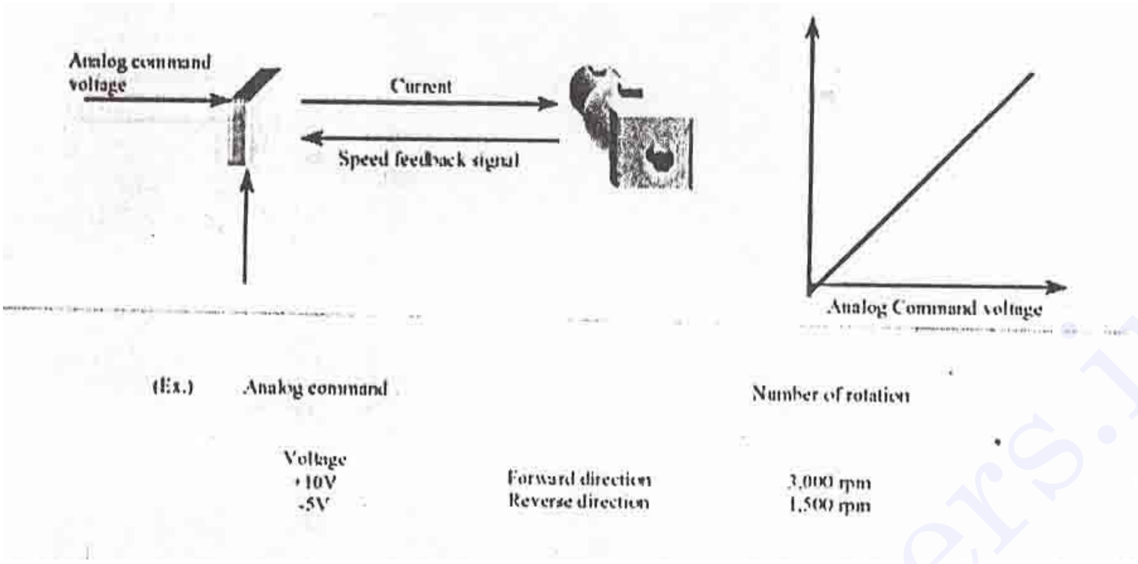
تفاوت اصلي بين موتورهاي سرو با ديگر موتورهاي اندوكسيوني اين است كه سرو موتور داراي آشكار سازي است كه موقعيت و سرعت گردش روتور را تصحيح مي سازد.



۱ ـ۵ ـ۱ دراور (نوع ورودي آنالوگ)

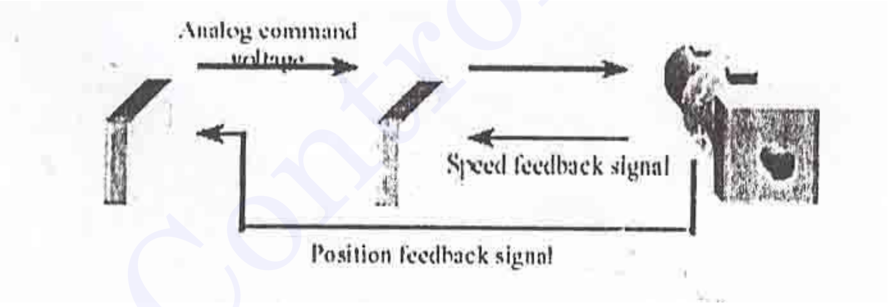
درايور كنترل كننده سرعت گردش دور موتور با دورهاي متفاوت و سرعت هاي متفاوت با تناسب ولتاژ فرمان سرعت آنالوگ است. از اين رو نمايشگر سرعت دوران روتور در كل زمان گردش است.

www.ControlMakers.ir



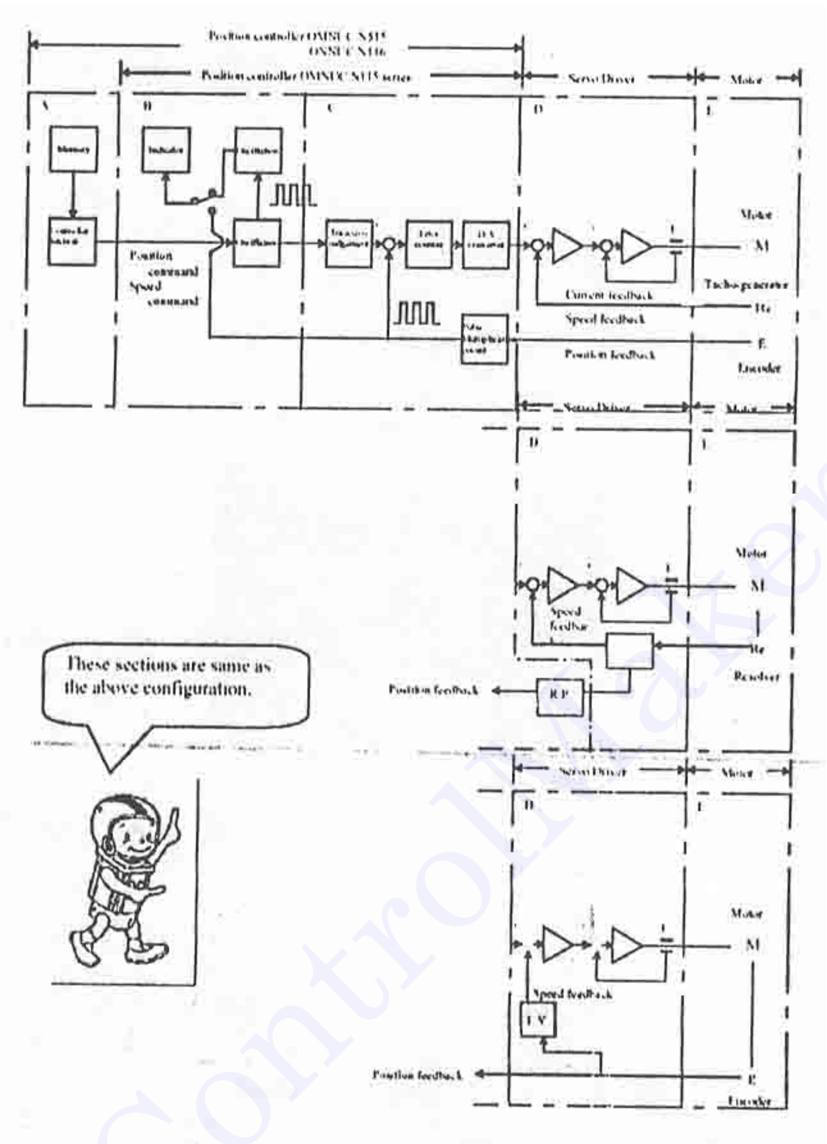
۱ ـ ۵ ـ ۲ موقعيت ياب:

موقعيت ياب وظيفه اش كنترل موقعيت سرو و موتور است. از اين رو مي تواند نمايش دهنده تمامي حالات و موقعيتهايي باشد كه روتور در آن حالت در حال گردش است با وجود زمان عملكرد كلي آن.



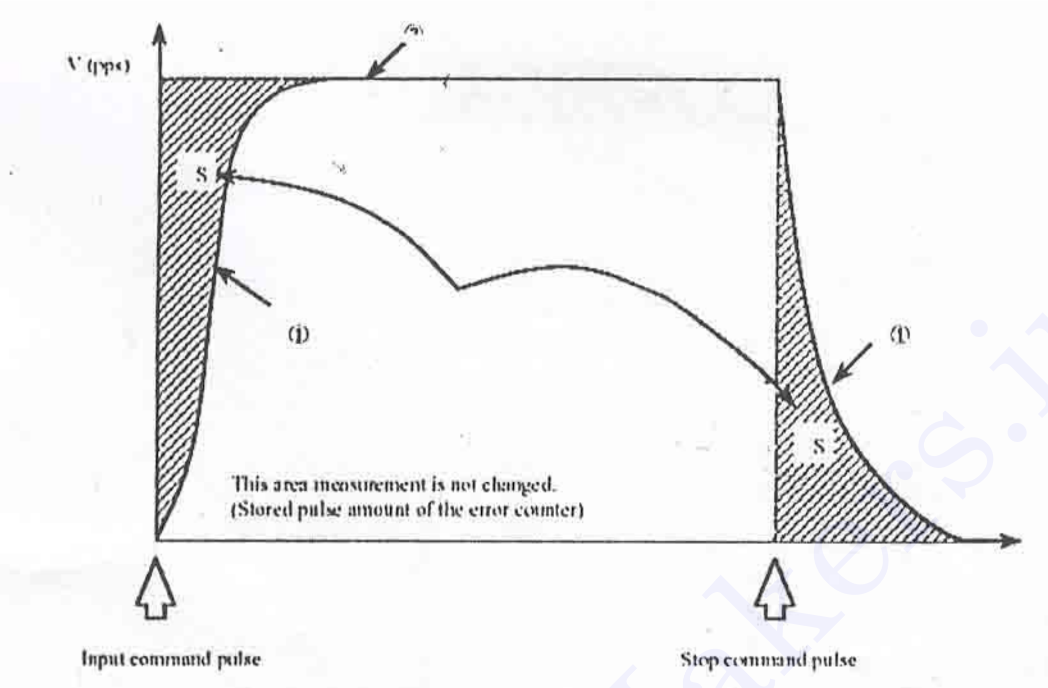
۱ ـ۵ ـ۳ پيكر بندي سرو موتور و عملكرد آن

www.ControlMakers.ir



www.ControlMakers.ir

۱ ـ۶ عملکرد شمارشگر اندازه گیر خطا و پاسخ به آن:



۱) زماني كه مقداري از پالس فرمان با هدف كنترل فرمان سرعت آماده گرديد، درايو موتور سرو شكل موج ورودي مربعي شكلي دريافت مي كند. اگر چه موتور براي رسيدن به اين مرحله يعني سرعت دلخواه مقداري زمان و تاخير صرف مي كند كه اين عمل نيز براي غلبه بر اينرسي است.

۲) زماني كه موتور به سرعت مورد نظر رسيد فركانس پالس فرمان به فركانس پالس برگشتي مبدل مي شود و سرعت موتور در سطح و ميزان برآورد شده باقي مي ماند.

۳) زماني كه درايو از آماده سازي پالس فرمان دست كشيد آن هم به وسيله خاتمه دادن به تعداد پالس برابر با موقعيت فرمان داده شده، شمارشگر خطاها و توان خروجي تبديل گر (كانورتر) D/A تا زماني كه پالسهاي ذخيره شده در شمارشگر خطا تخليه شوند به كار خود ادامه مي دهد، و موتور اين موقعيت خود را با اين خروجي حفظ خواهد كرد. حال زماني موتور از دوران باز مي ايستد كه تعداد پالس فرمان موقعيت برابر تعداد پالس هاي برگشتي باشد. مقادير پالس ذخيره شده S برابر S در شكل مربوطه است.

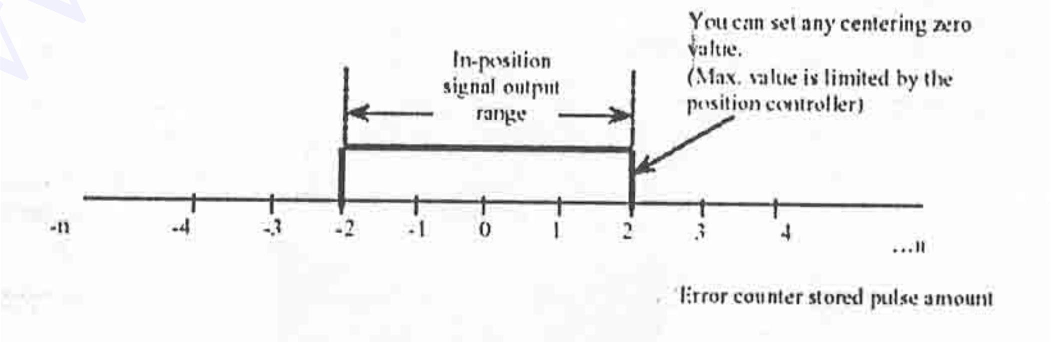
www.ControlMakers.ir

حال در اینجا موضوعي ديگر مطرح است و آن این است كه بعد از اينكه فرمان موقعيت كامل شد تفاوتهايي با نمونه اوليه مي تواند ايجاد مي شود كه اين تفاوتها ناچيز است و آن را صفر در نظر مي گيريم.

اگر چه اين نكته مي تواند با كل مقادير اختصاص داده شده كه تصحيح گر مكاني پيرامون آن عمل مي كند تفاوتهايي داشته باشد. كه اين تفاوت بين محرك سرو و اصطحكاك استاتيكي مكانيكي است كه به آن تورك يا گشتاور مي گويند.

در موقعيت (تقريبا صفر) يا سيگنال ورودي:

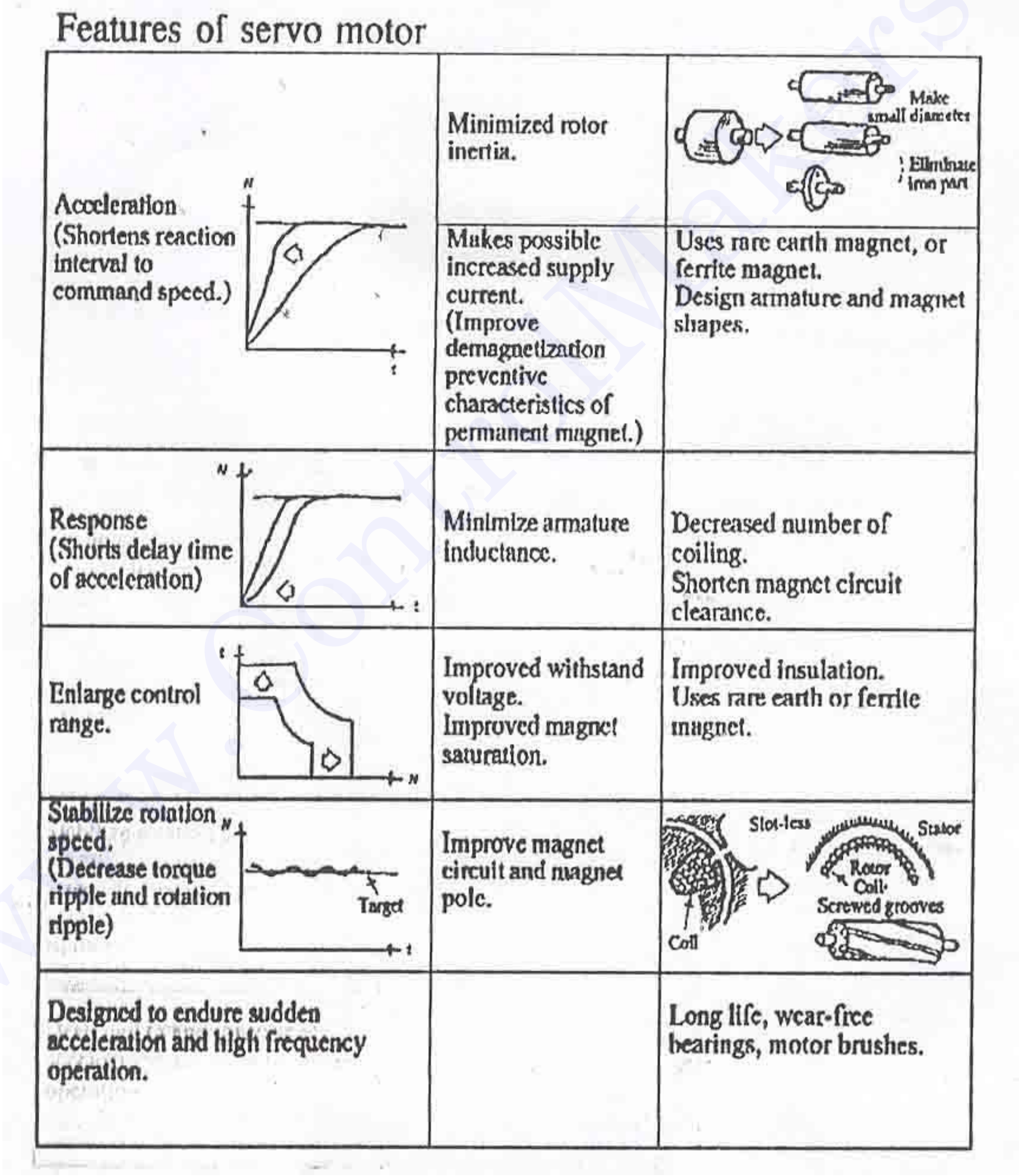
زماني كه سرو موتور موقعيت يابش كامل گرديد يعني تثبيت موقعيت شد، بعد از دريافت سيگنال كامل كننده مكاني به حالت و مرحله بعدي قدم مي گذارد. اين موقعيت ياب سيگنالي دارد كه بدان سيگنال ورودي گويند. اين سيگنال ورودي به عنصر كنترل كننده موقعيت اجازه مي دهد (كنترل كننده موقعيت يا NC پهناي دريافتي را با ديگر قسمتهاي سيستم هماهنگ نمايد. با هماهنگ نمودن اين موقعيت ورودي و مقدارش و بهره گيري از آن در سيگنال درون موقعيتي سيستم مي تواند به مرحله بعدي قدو گذارد كه منتهي مي گردد به تكامل موقعيت ياب يا كوتاه نمودن كل زمان گردش. سيستم سرو اگر چه اين موقعيت يابي را بدون توجه به مقدار درون موقعيتي انجام مي دهد و خروجي آن اما مي تواند در عين حال موجب كاملتر شدن موقعيت يابي تا زماني كه شمارشگر خطا به صفر برسد.



۱ ـ۷ پیرامون سرو موتور:

۱ ـ تفاوت با سایر موتورهاي متداول:

اصـول اولیـه و کـاربردي پیرامـون سـرو موتـور هماننـد اصـول پایـه اي موتورهـاي اندوکسیوني است. اما براي دقت هر چه بیشتر دوباره طراحي و عرضـه شده اند کـه مـي تـوان در ایـن طراحـي بـه سـرعت بـالاتر فرکـانس بـالاي موقعیت یـاب و کنتـرل سرعت تجهیزات مکانیکي اشاره داشت.



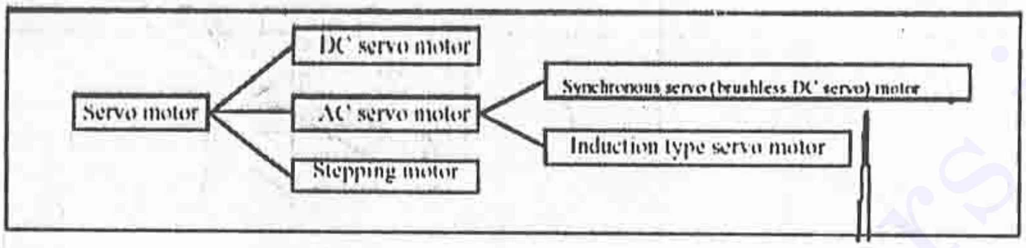
Features of servo motor

Acceleration (Shortens reaction interval to command speed.)	Minimized rotor inertia.	Make small diameter; Eliminate iron part
	Makes possible increased supply current. (Improve demagnetization preventive characteristics of permanent magnet.)	Uses rare earth magnet, or ferrite magnet. Design armature and magnet shapes.
Response (Shorts delay time of acceleration)	Minimize armature inductance.	Decreased number of coiling. Shorten magnet circuit clearance.
Enlarge control range.	Improved withstand voltage. Improved magnet saturation.	Improved insulation. Uses rare earth or ferrite magnet.
Stabilize rotation speed. (Decrease torque ripple and rotation ripple)	Improve magnet circuit and magnet pole.	Slot-less; Stator; Rotor; Coil; Screwed grooves; Coil
Designed to endure sudden acceleration and high frequency operation.		Long life, wear-free bearings, motor brushes.

۱ ـ۸ ویژگیها و نوعهاي گوناگون سرو موتورها:

سرو موتورها جزء موتورهاي AC و DC و موتورهاي استپ هستند. در اينجا دو متغير كاملا متفاوت از سرو موتورهاي AD سرو موتورهاي سنكروني و سرو موتورهاي اندوكسيوني وجود دارد.

Classification of servo motor

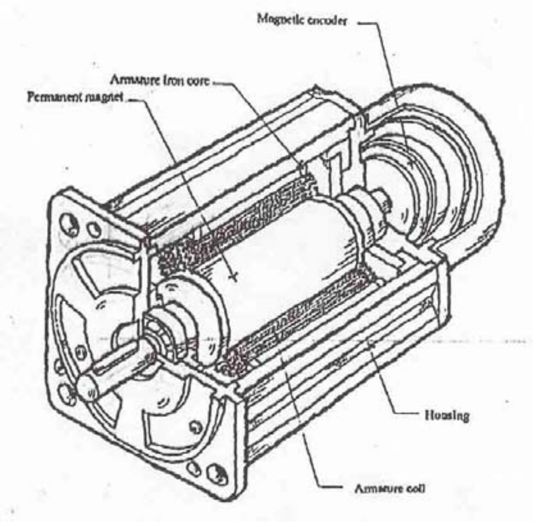


Features of each servo motor

	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

۱ ـ۹ ساختمان سرو موتور:

www.ControlMakers.ir

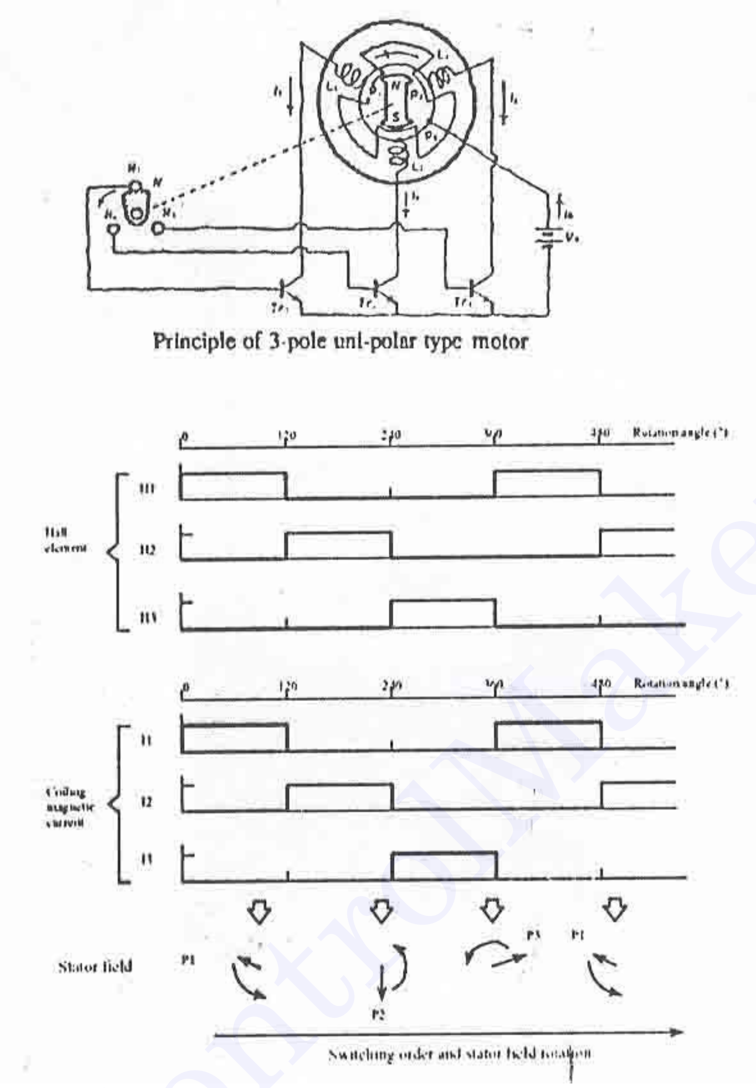


ويژگي هاي سرو موتور AC در مقايسه با سرو موتور DC اين است كه اولا يك مغناطيسي هميشگي در روتور وجود دارد زغالهاي روتور دوار به روي استاتور قرار دارند و آرميچر ساكن از جهاتي ديگر عملكردهاي الكتريكي روتور معكوس نيز مي شوند. سرو موتور AC داراي كموتاتور و جاروبك نيست و اين در حالي است كه سرو موتور DC اينها را تمامي دارد.

سرو وتور AC بيشتر براي سرعتهاي بالا مناسب است و همچنين زمان پاسخگويي سريعتر و داراي كنترل شتاب و كاهش شتاب است كه DC فاقد آن است. همچنين نياز به مواقبت و نگهداري خاصي ندارد.

۱ ـ ۱۰ اصول عملكرد سرو موتور AC

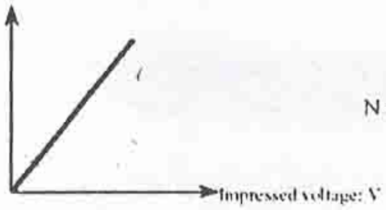
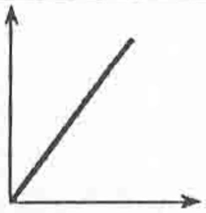
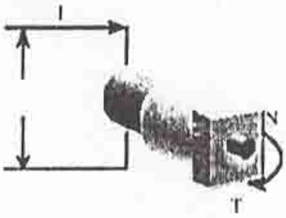
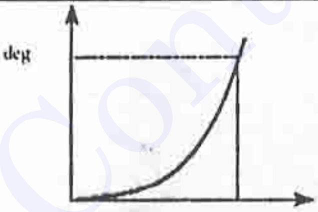
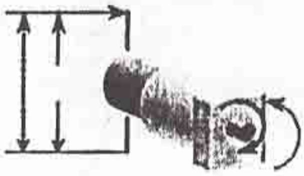
www.ControlMakers.ir



۱ ـ۱۱ مشخصه سازي سرو موتور:

www.ControlMakers.ir

www.ControlMakers.ir

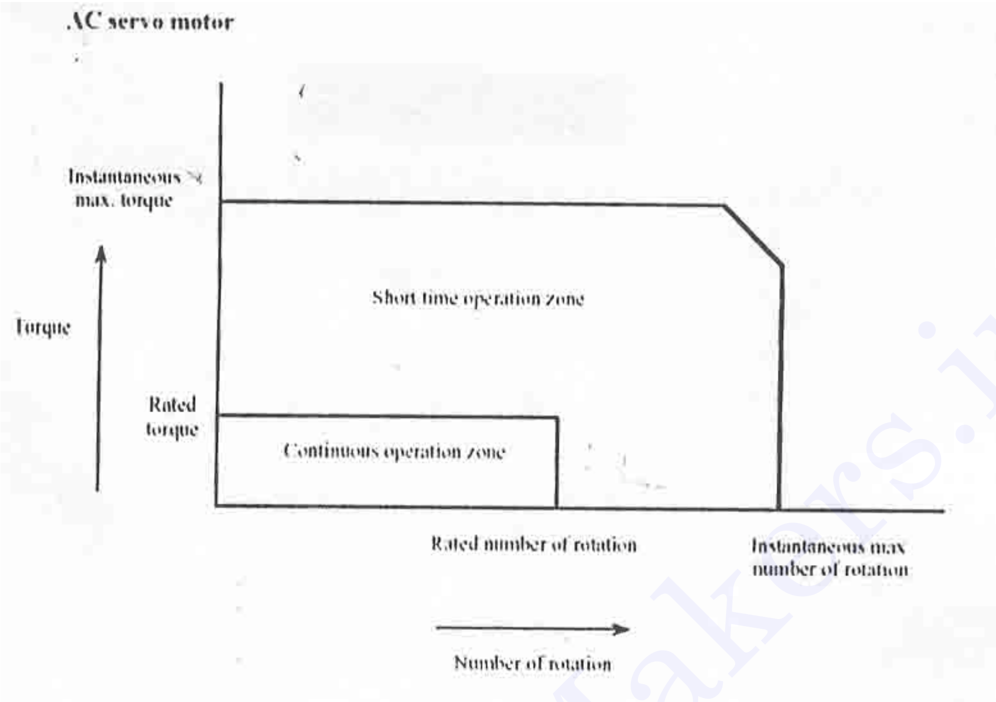
	$N \propto V$	Motor speed: N varies in proportion to impressed voltage: V
	$T \propto I$	Motor torque: T varies in proportion to supplied current : I
	$P \propto N \bullet T$ output $\propto V \bullet I$ input	Motor output power is nearly proportionate to product multiplied speed by torque, and product multiplied impressed voltage by current.
	$T \propto \frac{N \bullet J}{T}$	Acceleration and deceleration time: t is in proportion to inertia moment: J of the whole mechanism and arriving speed: N, and in inverse proportion to torque: T.
	$Th \propto I^2$ rms	Operation limit of the motor is determined by temperature rise. Rising temperature is in proportion to square of effective value of current
		Motor rotation direction is determined by polarity of impressed voltage

۱ ـ ۱۲ مقایسه بین سرو AC وDC

	Ac servo	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	<Quiet>	<Noisy> Due to brush contacting noise.
Electrical noise	<None> No noise as no brushes.	<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	<Good> Large thermal time constant. High speed and large torque.	<Medium> Small thermal time constant. Limited current due to brush flashover
Response Characteristics	<Very quick> Large power rate. (Small rotor inertia and large torque until high speed range.)	<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.

گشتاور به تعداد کل دورانها:

www.ControlMakers.ir



۱ ـ۱۳ پیرامون تصحیح کننده ها:

۱ ـ۱۳ـ ۱ـ طبقه بندي تصحیح کننده ها (آشکار ساز) بر اساس شیوه تصحیح شان:

تصحیح کننده هایي که یدوي سرو موتورها نصب مي شوند به سه دسته تقسیم مي شوند که این تقسیم بندي بر اساس شیوه اجرایي آنها در هنگام تصحیح و آشکار نمودن خطاست. حال تصحیح گر ها هدفشان اجراي عملکردهاي سیگنال مربوط به تبدیل گر ها است و رفع خطاي خروجیها است. این خروجي ها عملکردشان سرعت و موقعیتشان توسط این آشکار ساز ها بررسي و کنترل مي گردد.

www.ControlMakers.ir

Classification of detectors

Detection method		Linear type	Rotary type	Detector	Speed	Position
Use seed generated power		O		Induction type speed detector		
			O	DC tacho generator. • Permanent magnet type • Other excited type		
			O	AC tacho-generated		
			O	Brushless DC tacho-generator • Permanent magnet type • Drag cup type		
Use pulse or phase equivalent to position and angle	Photo type	O		Linear encoder		
			O	Rotary encoder		
	Magnetic type	O		Magnet scale		
				Rotary magnet scale		
	Electro-magnetic induction type			Linear inductsyn		
				Rotary inductsyn		
				Sunchro		
				Resolver • Brush type • Brushless type		
	Contact type			Contact type linear encoder		
				Contact type rotary encoder		

١ ـ١٣ـ٢ آشكار ساز نمونه:

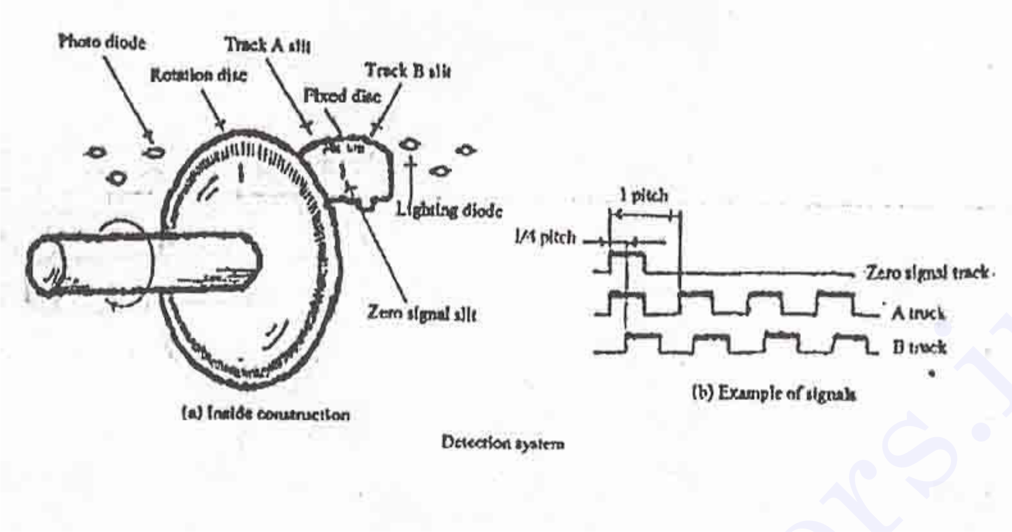
١) تبديل گر دوراني

افزايش حالت دوراني تبديل گر

اصول اوليه پيرامون تبديل گر دوراني

افزايش حالت دوراني تبديل گر

www.ControlMakers.ir

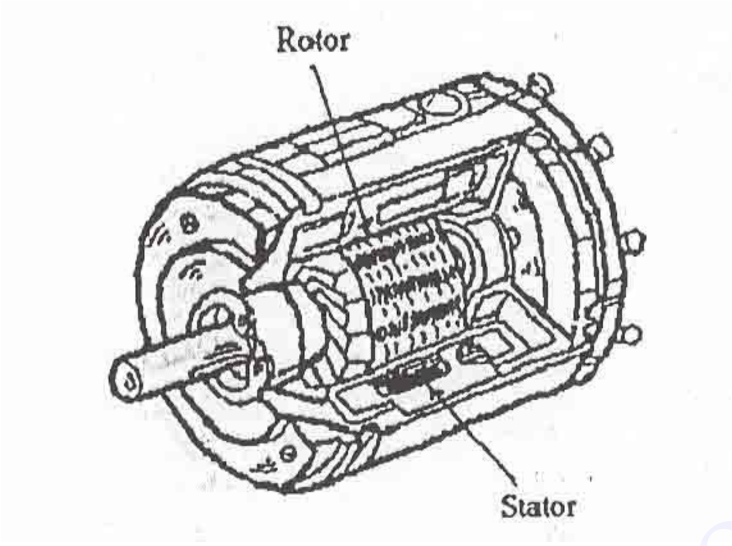


شكل بـالا نشـان دهنده سيستم آشكار ساز است. يـك ميلـه سبك وزن را روي ديسك گـردان نصـب مـي شـود و ديسك گـردان بـه روي شـافت ورودي نصـب مـي گـردد. همانگونه كه شكاف واقع به روي اين دو صفحه ديسك شروع به دوران مي كند. اين ميله سبك وزن قطع مي گردد. اين پالس در اين هنگام درون سيگنال الكتريكي توسط يك ديود كه به فوتوديو معروف است تبديل مي شود. هر دو شكاف A و B بـه روي ديسك داراي ۹۰ درجه اختلاف فاز هستند از اين رو خروجي شكل موج كه خطي صاف است داراي دو موج كوتاه است كه ۹۰ درجه با هم اختلاف فاز دارند.

برآورد و شمارش پالس خروجي اين نكته را ممكن مي سازد كه زاويه چرخش را اصلاح نمائيم. خروجي هاي A و B مسير دوران آشكار ساز را قادر مي سازد كه هر چه بهتر به رفع خطا در اين دو مسير بپردازد و زماني كه از يك مدار شروع مي كنند و شروع به كم كردن يا اضافه نمودن مقادير مي نمايند.

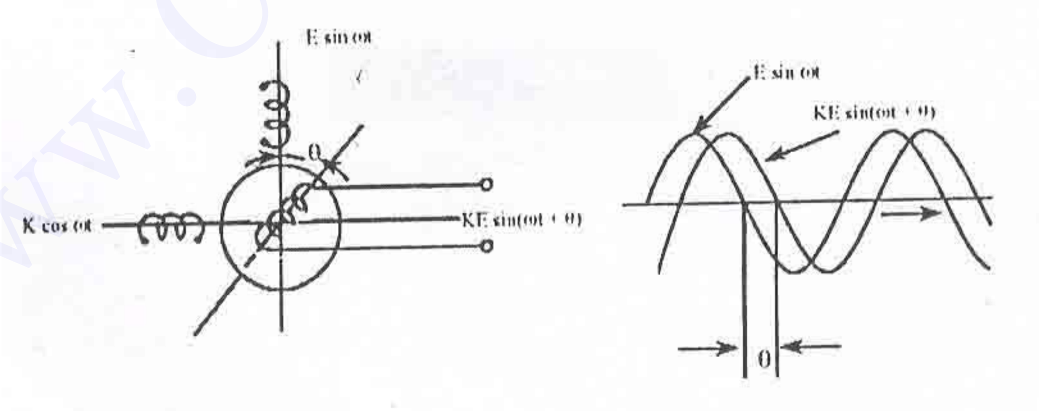
در اضافه اين كار كرد بعضي از تبديل كرهاي دوراني شكافي هستند كه نيم چرخش مي كند تا به حالت استاندارد سيگنال موقعيتي صفر برسد. افزايش دوران تبديل گر داراي ساختاري ساده است و ارزان بدين دليل تنها تعداد كمي از خطوط انتقال نياز است. در حالت معكوس مي تواند تبديل گر شيوه هاي گونـاگوني باشد توسط نويز الكتريكي در سيگنال انتقالي بوجود مي آيند.

www.ControlMakers.ir



اصلاح كننده

زماني كه برق قطع است نمايشگر نير محو مي گردد و داده هايش را ذخيره نمي كند. بنابراين در اين حالت به يك شمارشگر جداگانه نياز است. تصحيح كننده در حقيقت يك سنسور با زاويه عملكرد دورا است براي تصحيح زاويه گردش مكانيكي و بعنوان ولتاژ اندوكسيوني روتو الكترومغناطيس. دو زغال استاتور براي رسيدن به زاويه ۹۰ درجه لازم است. زماني كه ولتاژ AC شروع به شارژ شدن مي كند آن هم با يك فركانس تعيين شده براي زغال روتور زغال تبديل كننده ولتاژ اندوكسيوني و شكل موج خروجي مرتبط با متغيير زاويه روتور مي شود.



۱ـ۱۴ ويژگي هاي تصحيح گر در مقايسه با تصحيح گر دوراني نوع فوتو چنين است:

www.ControlMakers.ir

۱ ـ ۱۴ـ ۱) داراي دوام زياد در مقابل شرايط آب و هوايي مانند تكانهاي شديد لغزشهاي و نويز الكتريكي بدليل ساختار ساده در اين جا هيچ گونه نيمه رسانايي لازم نيست.

۱ـ۱۴ـ۲) داراي دوام زياد در مقابل نوسانات توان و متغيير درجه دماي محدود در اينجا نيز هيچ گونه نيمه رسانايي نيست.

۱ـ۱۴ـ۳) تعداد تقسيمات در هر نيم دور مي تواند توسط آماده سازي يك مدار خارجي انتخاب گردد.

۱ـ۱۴ـ۴) مدار تبديلي پيچيده از ولتاژ القايي تا ديجيتالي و توسعه مدار ثانوي.

Item	Photo type encoder	Magnetic type encoder	Resolver
Features	• Simple processing circuit • Durable against electrical noise as it is digital signal • Easy to get high resolution. • Weak against vibration and shock • Not suitable for high temperature operation.	• Simple processing circuit. • Durable against electrical noise as it is digital signal • Relatively strong against vibration and shock • Not suitable for high temperature operation.	• Rugged • Strong against vibration and shock • Available high temperature operation • Adjustable resolution change by processing circuit • Complex processing circuit
Speed Detection	• By F/V converter • Usable as digital data	• By F/V converter • Usable as digital data	• Uses phase variation by phase change at a rated interval as speed data.
Position Detection	• Use incremental pulse. • Easy to apply zero position pulse.	• Use incremental pulse. • Easy to apply zero position pulse.	• Two pole resolver has the same function as absolute encoder. • Incremental data is available by processing circuit
Magnet pole sensor	• Available by adding slit for magnetic pole sensor on rotation disc.	• Available by adding track for magnetic pole sensor on magnetic drum	• Available by using same pole of motor or two pole resolver

۱ـ۱۵ ويژگي هاي هر آشكار ساز و كاربرد آن:

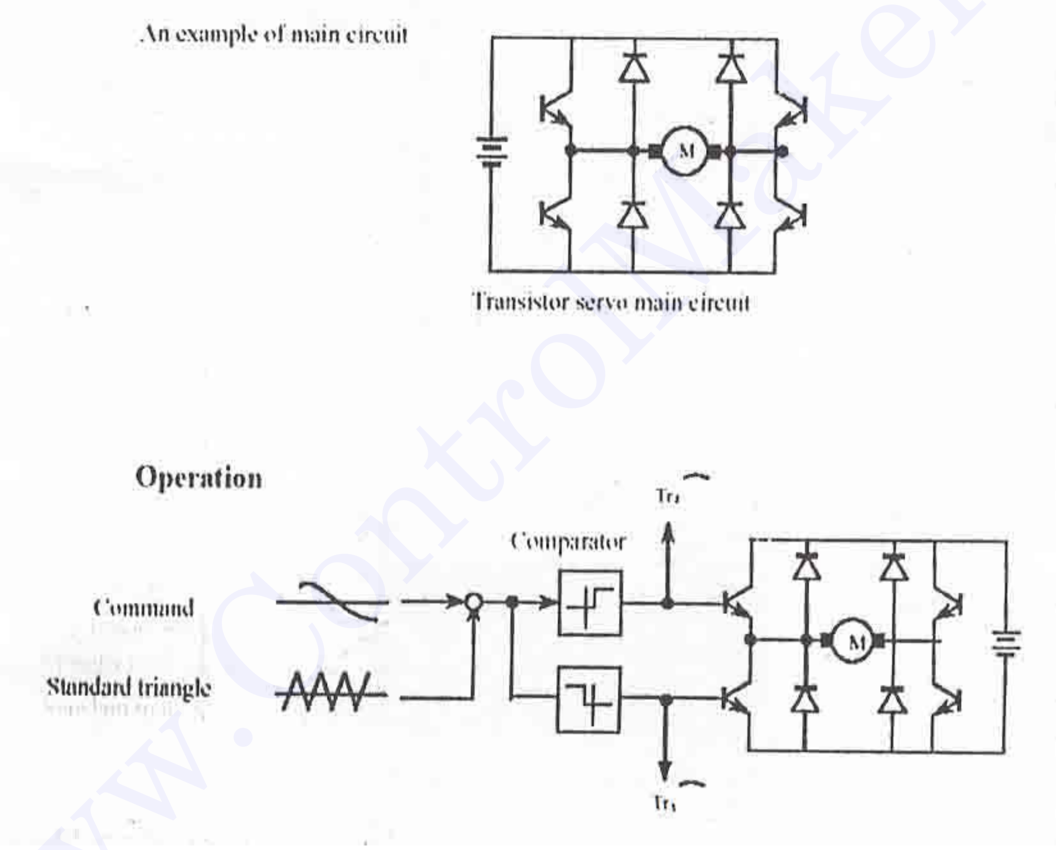
هر آشكار ساز داراي يك سري خصوصيات كاربردي ساختاري است و نياز به شرايطي دارد كه بتواند آنرا در قالب اين ويژگي ها بگنجاند.

۱ـ۱۶) پيرامون درايو سرو:

www.ControlMakers.ir

حال اجازه بدهید که هر چه بیشتر با این مدار و عملکرد ترانزیستور P W M و درایو مربوط به آن که یکي از درایوهاي اصلي است براي سرو موتورها بیشتر آشنا شویم.

ترانزیستور P W M:



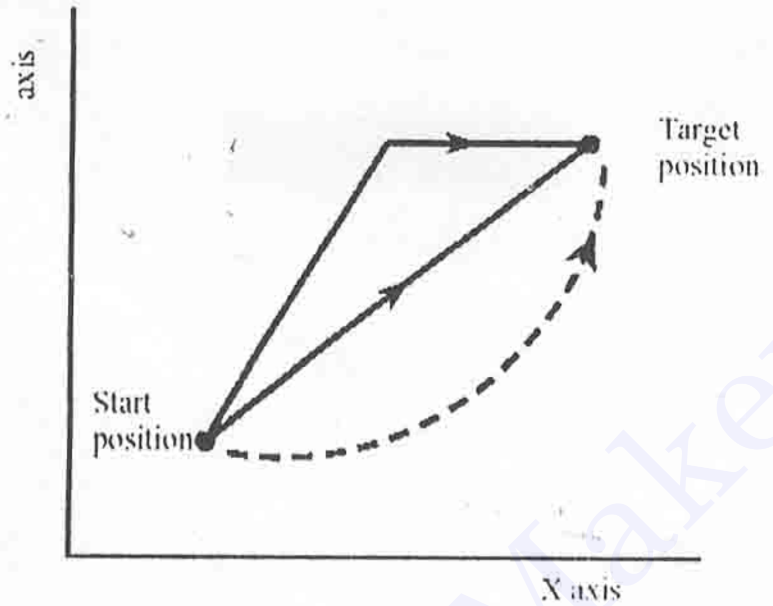
۱ـ ۱۷ـ پیرامون کنترل مکاني:

۱ـ۱۷ـ۱ـ دو نوع از سیستمهاي مکان یاب:

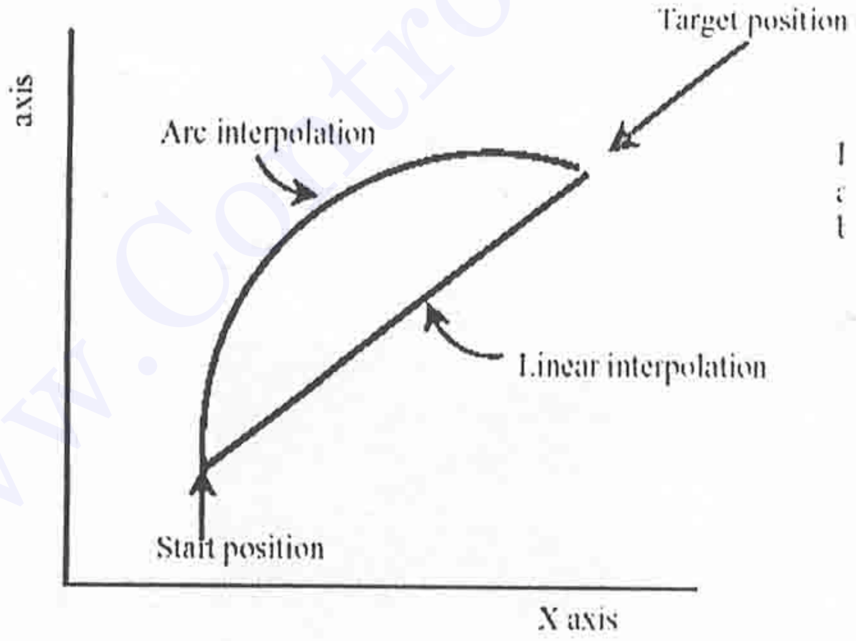
دو نوع از سیستمهاي مکان یاب (موقعیت یاب) موجود است: PTP (نقطه به نقطه) و CP (مسیر متداول) هر لیستي در مقایسه با کارکردهاي خاصش استفاده مي گردد.

www.ControlMakers.ir

- **PTP (Point to Point) system**



- **CP (Continuous Path) system**



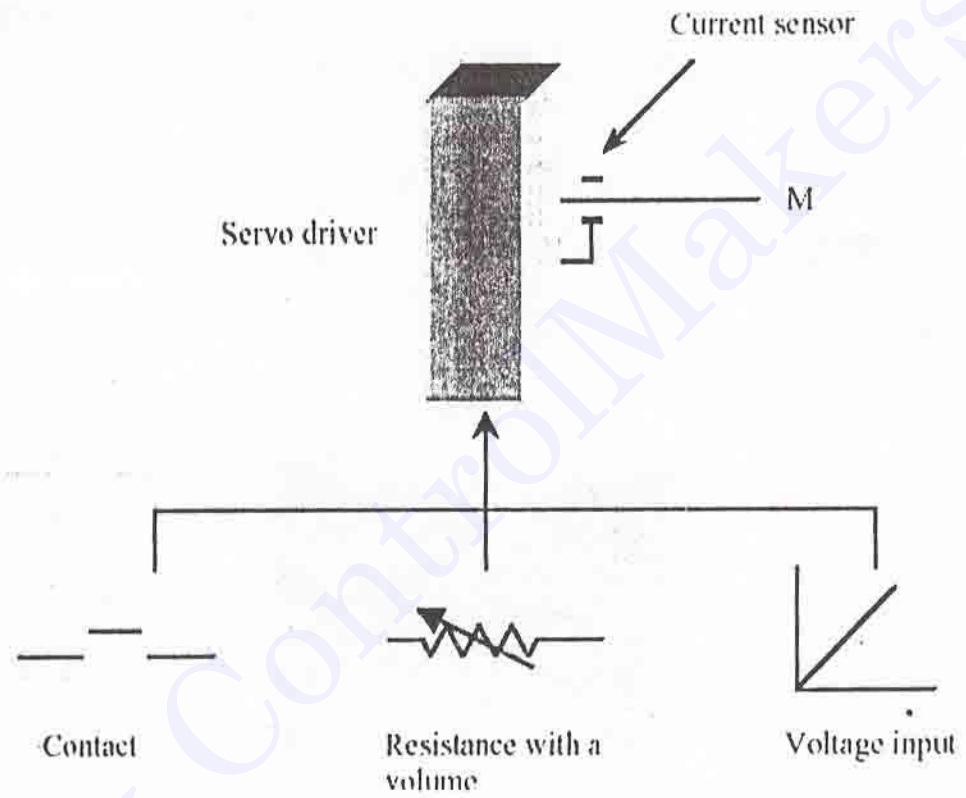
www.ControlMakers.ir

۱ـ۱۷ـ۲ـ کنترل سرعت و کنترل گشتاور:

بجز کنترل موقعیت این سیستم براي کنترل سرعت موتور نیز با ولتاژ و دستور آن و گشتاور با محدود کردن جریان به سرو موتورذ حاصل مي گردد.

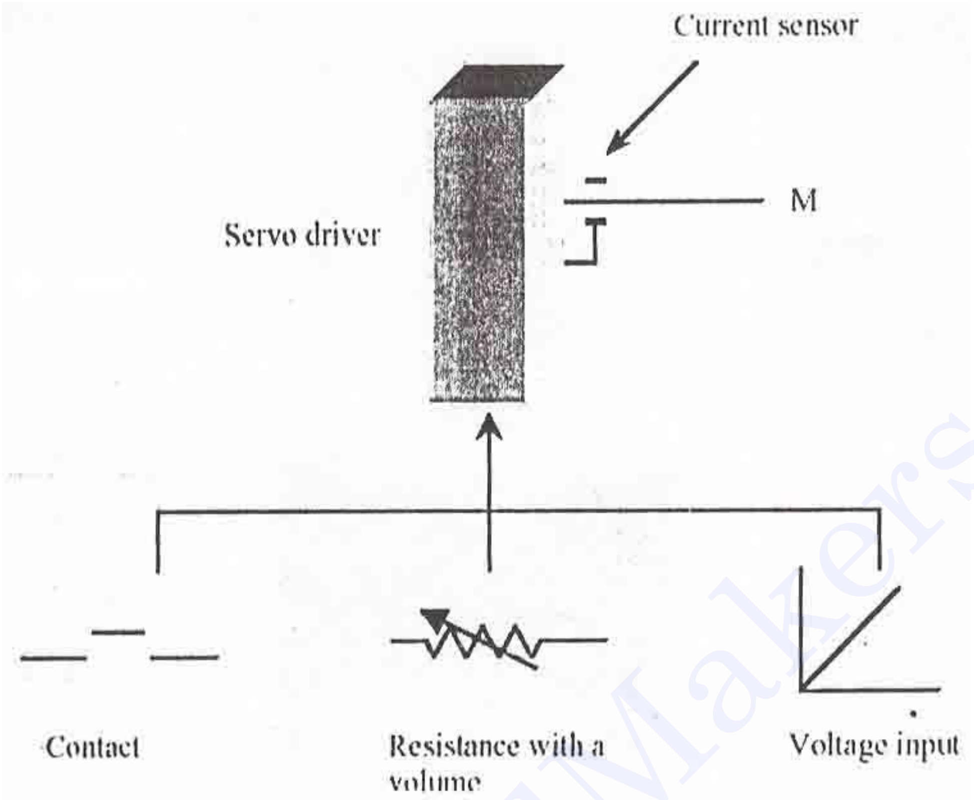
۱ـ۱۸ـ کنترل سرعت (حدودا ۲۰%)

۱ـ۱۸ـ۱ـ دوران موتور با سرعت دلخواه (عملکرد سرعت ثابت)



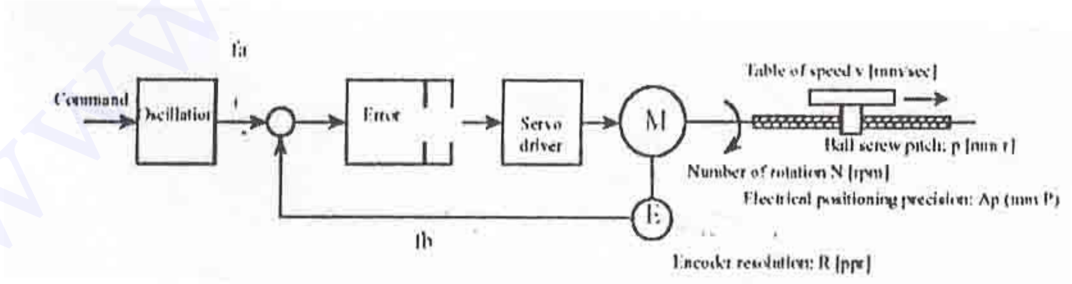
۱ـ۱۹ـ کنترل گشتاور (تقریبا ۵%):

تغییرات گشتاور موتور براي فراهم آوردن جریاناتي است. براي محدود نمودن گشتاور موتور مقدار جریان موتور به شکل پایین رجوع شود.



۱ـ۲۰ فرکانس پاسخ کنترل کننده هاي مکاني:

يکي از ويژگيهاي مهمي که براي کنترل مکان بسيار اهميت دارد، ويژگي هاي فرکانس پاسخي است. حال بعد از مدتي نياز به داشتن سرعت و شفافيت در عملکرد بالا بيشتر از هر زمان ديگري نياز است خصوصا براي سرو موتورها بنابراين سيستمهاي سرو مي توانند در عين حال برآورده کننده پاسخهاي قبلي که براي ساختار سيستم سرو لازم است.



۱ـ ۱ـ۲۰ در اين حالتها است که با تراز مشخصه هاي مکان ياب زير استفاده مي شود: شفافيت در مکان يابي: $AP[MM/P]000\times10^{-2}MM/P]\rightarrow10[Mm/P]$

www.ControlMakers.ir

سرعت در یافتن مکان: $V_{MAX}[mm/\sec]500[mm/\sec]$

دوران پیچ گرد: $p[mm/r000010[mm/r]$

۱ـ۲۰ـ۲ـ اول از همه باید تعداد دور روتور را بدست آورد:

$$N = \frac{60}{P}V_{MAX} = \frac{60\times500}{10} = 3000[RPM]$$

۱ـ۲۰ـ۳ـ بدست آوردن و رسیدن به حداکثر شفافیت آشکار ساز:

$$R = \frac{P}{AP}, \frac{10}{1\times10} = 1000[PPR]$$

۱ـ۲۰ـ۴ـ بدست آوردن فرکانس اسیلاسیون آشکار ساز و مدار اسلاسیون:

$$F_A = F_B = R\times\frac{N}{60} = 1000\times\frac{3000}{60} = 50000[PPS]$$

از این رو شمارنده خطا و مدار اسیلاسیون نیاز به ۵۰ KPPS فرکانس دارد.
در ادامه براي بدست آوردن و رسیدن به سرعت شفافیت در عملکرد هر چه بهتر و بالاتر به یك مدار با توانایي پاسخ دهي فركانس بالا نیاز است.
همانگونه كه در بالاي صفحه نشان داده شده است ۵۰ KPPS یك مبناي پیش فرض است كه براي سیستم سرو و براي برآورد نمودن خواسته ها بكار برده مي شود.
توجه زماني كه از عملكرد چند تايي آشكار ساز استفاده مي گردد تعداد روزلوشن (شفافیت) آشكار ساز برابر (حالت چند گانه) مي شود. در این حالت فركانس پاسخ مدار اسلاسیون و شمارشگر خطا باید بعد از این حالت شروع به شمارش و برآورد كنند.

۱ـ۲۱ استفاده از قسمتهاي پارامتري:

کليد کارکرد براي نوع دستي R88APR02 و نوع R88A-PR03U با توجه به عملکردهاي استفاده شده متغيير است.

۱ـ۱۲ـ۱ روشها و شيوه تغيير آنها:

سري OMNUCU از سري درايوهاي موتورهاي سرو AC داراي چهار حالت اجرايي هستند که در جدول صفحه ۳۴ به آن مي پردازيم، حالت اجرايي همان پارامتري است.

www.ControlMakers.ir

فصل دوم:

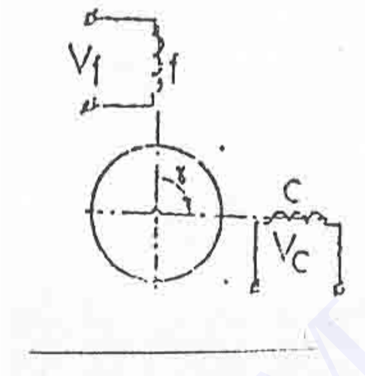
مشخصات سرو موتورهاي القايي مينياتوري

با قدرت کسر اسب و کاربرد هاي آنها

FRACTIONAL-HORSE-POWER-INDUCITION-SERVO-)
(MOTORS

۱-۲ آشنايي با سرو موتورها

موتورهاي فراري (FERRARI) كه شماي كلي آن ها در شكل زير نشان داده شده است:

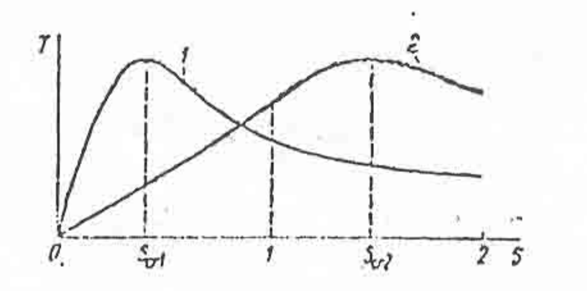


اغلب به عنوان سروموتورهاي القايي كوچك (كسر اسب بخار) به كار مي روند. استاتور اين موتورها دو فاز سيم پيچي مي شود يكي از آنها سيم پيچ ميدان (FIELD) يا سيم پيچ اصلي (MAIN) و ديگري سيم پيچ كنترل به همراه زاويه فضايي بين سيم پيچ ها عوامل اصلي تهيه كننده سرعت و قدرت خروجي موتور مي باشد.

در مقايسه با موتورهاي القايي متداول مقدار مقاومت روتورها سرو موتورها بيشتر مي باشد. هر قدر مقاومت روتورها بزرگتر باشد لغزش بحراني (لغزشي كه به ازاي آن كوپل ماكزيموم مي شود) بزرگتر مي شود اين موضوع باعث پايداري حالت دائمي موتور در تمامي رنج وسعت آن (در بين لغزش هاي صفر تايك) حتي در حالت ترمز (S=1) مي گردد. لغزش بحراني (CRITICAL SLIP) را معمولا با SCR نشان مي دهند.

تئوري موتورهاي القايي بيان مي كند كه پايداري آنها در ناحيه $0 \le S \le SCR$ با افزايش سرعت كوپل زياد مي شود كه افزايش كوپل خود باعث افزايش سرعت مي شود و در اين سيكل ناپايدار همچنان ادامه پيدا مي كند. براي موتورهاي فراري

معمولي $SER \succ 1$ است و اغلب بين ۳ تا ۴ انتخاب مي شود. در شكل زير منحني كوپل بر حسب سرعت براي موتور القايي كسب اسب بخار (منحني ۱) و يك سرو موتور القايي كسب اسب بخار (منحني ۲) نشان داده شده است.



سرو موتورهاي القايي دو فاز با فركانس بالا نسبت به ساير موتورها داراي مزاياي زير مي باشد:

از نظر ساخت اقتصادي و از نظر تكنيكي مناسب هستند.

داراي ساختمان ساده مي باشند.

بخاطر نداشتن جارو و كنتاكتهاي لغزند احتياج به تعميرات و نگهداري كمي دارند.

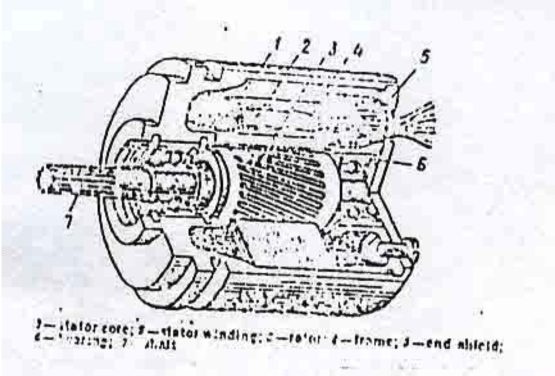
روتور احتياج به عايق بندي ندارد و نسبت با ساير موتورها تحمل دماي بيشتري دارند.

در مقايسه با موتورهاي DS با همان قدرت ممان اينرسي كمتري دارند.

ممان اينرسي اين نوع موتورها را مي توان با استفاده از روتور توخالي بسيار كم كرد.

سرو موتورهاي فركانس بالا (معمولا ۴۰۰ و ۵۰۰ هرتز) در مقايسه با سرو موتورهاي ۵۰ هرتز داراي وزن و حجم كمتر و بنابراين قيمت و ممان اينرسي كمتري مي باشد.

www.ControlMakers.ir



سروموتورهاي القايي كوچك بر حسب ساختمان روتورشان در سه نوع زير قابل دسترس هستند:

الف) قفس سنجابي (SQUIRREL – CAGE)

ب) با روتور تو خالي از جنس غير مغناطيس (HOLLOW NONMAGNETIC ROTOR)

ج) با روتور تو خالي از جنس فرو مغناطيسي (HOLLOW FERROMAGNETIC ROTOR)

سرو موتورهاي القايي كوچك با روتورهاي قفس سنجابي در طراحي شبيه به موتورهاي قفس سنجابي سه فاز هستند و تنها اختلاف در اين است كه آنها با شكل ساختماني مشهور به through توليد مي شوند. با چنين ساختماني كه در شكل ۲ ـ۳ نشان داده شده است قطر داخلي استاتور با قطر خارجي ياتاقان مساوي است، بنابراين استاتور و ياتاقان كه در سمت محافظ انتهايي قرار مي گيرند مي توانند درست ماشين كاري شوند.

علاوه بر اين انحراف محور روتور نسبت به مركز كاهش يافته و امكان اين را فراهم مي كند كه فاصله هوايي تا حد ۳% يا ۵% ميليمتر كاهش يابد. كاهش فاصله هوايي در يك اندازه مساوي و مقدارشار برابر جريان مغناطيس كننده را كم مي كند و درنتيجه تلف R.1 استاتور كم شده و سبب افزايش راندمان قبلي و كاهش مولفه مغناطيسي MMF استاتور و تلفات RL استاتور اين امكان را فراهم مي كنند كه در

www.ControlMakers.ir

يك دماي كاركرد مساوي نسبت به انواع معمولي بتوان شار اصلي اين نوع موتورها را افزايش داد (در غياب اشباع) و بنابراين بتوان كوپل را بالا برد.

و اما سروموتورهاي القايي ميناتوري داراي اينرسي كم با روتورها توخالي غير مغناطيسي براي كاهش ثابت زماني الكترو مكانيكي بكار مي روند. بخاطر لزوم دقيق عمل كردن اين موتورها قطعات و لوازم آنها بايد خيلي دقيق ساخته شود. در اشكال صفحه بعد ساختمان اين نوع موتورها نشان داده شده است.

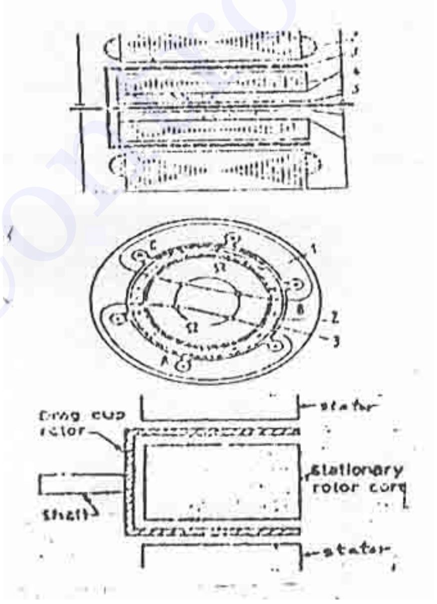
شكل ۲ ـ ۴

۱ ـ استاتور خارجي ۲ـ سيم پيچها۳ـ روتور تو خالي و بوش فولادي آن

۴ـاستاتور داخلي ۵ ـ بوش نگهدارنده استاتور داخلي.

شكل ۲ ـ ۵ ـ A

۱ـ استاتور خارجي ۲ ـ استاتور داخلي ۳ـ روتور تو خالي



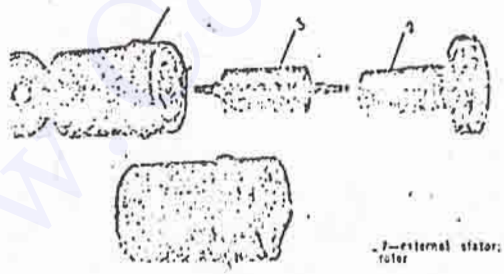
استاتور خارجي همانند موتورهاي القايي كوچك معمولي است. اين استاتور از جنس فولاد الكتريكي ساخته شده است كه صفحات آن از يكديگر بوسيله عايق جدا شده اند. شيارهاي استاتور دو سيم پيچي را در خود جاي داده اند، (سيم پيچي ميدان و سيم پيچي كنترل) كه با فاصله ۹۰ درجه الكتريكي از هم قرار گرفته اند.

استاتور داخلي از ورقهاي فولاد الكتريكي مي باشد و روي بوش متصل به در پوش موتور قرار گرفته و باعث كاهش راكتانس مسير شار اصلي عبور كننده از فاصله هوايي مي شود.

روتور تو خالي يك پوسته نازك فنجان مانند است و از يك ماده غير مغناطيسي مانند آلياژ آلومينيوم يا مس ساخته شده است و همانطور كه در شكلهاي بالا نشان داده شده در فاصله هوايي بين استاتور داخلي و خارجي قرار گرفته است. انتهاي روتور با دقت روي محور فولادي نصب شده است و. اين محور درون ياتاقانهاي دو انتهاي موتور قرارگرفته است.

ضخامت ديواره روتور بين ۲% تا ۱ ميلي متر است. جرم روتور تو خالي خيلي كم است و بنابراين ممان اينرسي آن قابل صرفنظر كردن است و بدين طريق يك پاسخ سريع از موتور بدست مي آيد و موتور خيلي زود سرعت مي گيرد.

موتورهاي باتوان نامي چند وات يا كمتر نيز سيم پيچهاي ميدان و كنترل را دارند كه اين سيم پيچها در شيارهاي استاتور قرار گرفته اند. در اين صورت استاتور خارجي فقط براي كاهش راكتانس قرار داده شده است. يك نمونه از اين موتورها در شكل زير نشان داده شده است.



شكل ۲-۶

1—external stator; 2—internal stator; 3—hollow nonmagnetic rotor

با چنين ساختماني استاتور راحت تر پيچيده مي شود و كوپل مختصري افزايش مي يابد اما قطر روتور بعلت افزايش فضاي سيم پيچي در استاتور داخلي افزايش مي يابد كه اين سبب اضافه شدن ممان اينرسي روتور مي شود. براي پرهيز كردن از چنين مشكلاتي معمولا يكي از سيم پيچها روي استاتور خارجي قرار داده مي شود

همانطور که از روتوهاي انواع ديگر اين موتورها معلوم است روتور تو خالي غير مغناطيسي سرو موتورهاي القايي مينياتوري يك راكتانس القايي ناچيزي داردو و اين موضوع مشخص مي كند كه چرا موتور مشخصات كنترلي و كوپل سرعت خطر تري دارد. اين موضوع بعدا بيان خواهد شد.

$T = E^2.S / R2, X2 = 0$ (در نتيجه مشخصه خطي است).

سطح صاف استوانه اي روتور غير مغناطيسي تو خالي به كم كردن صداي موتور كمك مي كند. جرم كم موتور تو خالي و عدم وجود كشش محوري بطرف استاتور باعث بوجود آمدن كوپل اصطحكاكي كم و پاسخ با وقفه كم به سيگنال ميشود.

ضرر استفاده از موتورهاي مينياتوري با روتور غير مغناطيسي تو حخالي بوجود آمدن يك فاصله بزرگ غير مغناطيسي مي باشد كه شامل دو فاصله هوايي (يكي بين روتور و استاتور خارجي و ديگري بين روتور و استاتور داخلي كه هر كدام تا MM ۲۵% هستند) و ضخامت ديواره غير مغناطيسي روتور مي باشد. به علت فاصله شكاف غير مغناطيسي بزرگي كه بين استاتور داخلي و خارجي وجود دارد و مقدار آن به ۵% تا ۱/۵ ميلي متر مي رسد. اين موتورها داراي يك جريان مغناطيس كننده بزرگي مي باشند (۸% تا ۹% مقدار نامي) و ضريب قدرت كمي هم دارند. مشكل اخير را مي توان بوسيله استفاده از خازن تا حدودي برطرف كرد اما جريان مغناطيس كننده زياد تلفات I.R قابل ملاحظه اي در سيم پيچهاي موتور توليد و راندمان پايين مي آيد. يك سروموتور كوچك با رونور غير مغناطيسي تو خالي با توان نامي چند وات راندماني در حدود ۲۰ تا ۳۵ درصد را دارد كه در مقايسه با راندمان ۴۰ تا ۵۰ درصدي يك موتور قفس سنجاقي با همان قدرت مقدار كمتري است، در عين حال اندازه و جرم موتور قبلي ۱/۲ تا ۲ برابر بيشتر است. اگر فركانس تغذيه به ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ هرتز برسد اندازه و جرم به ازاي قدرت خروجي به مقدار معيني كم ميشود. بنابراين مشخصات هر دو نوع موتور قفس سنجاقي و دوتور تو خالي بيشتر شبيه يكديگر مي شوند، كه اين ناشي از كاهش نسبي مقاومت

سیم پیچی استاتور است که تلفات K کاهش می یابد (می توان این را با راکتانس اندوکتیو مقایسه کرد). اشکال زیر راندمان و جرم به ازای قدرت خروجی Q را بر حسب قدرت نامی چند سری تولیدات سروموتورهای القایی کوچك را نشان می دهد.

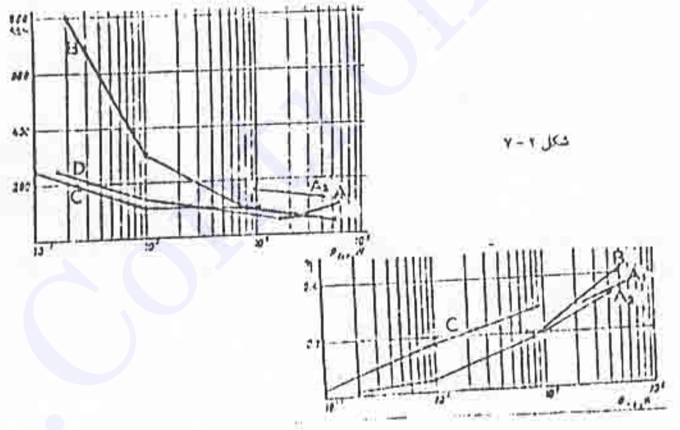
A1: با روتور تو خالی غیر مغناطیسی و فرکانس کار زیاد ۴۰۰ هرتز.

B2: با روتور تو خالی غیر مغناطیسی و فرکانس کار کم ۵۰ هرتز.

B: با روتور تو خالی غیر مغناطیسی و فرکانس کار زیاد ۴۰۰ هرتز.

D: با روتور قفس سنجابی و فرکانس کار زیاد ۴۰۰ هرتز.

C: با روتور تو خالی مغناطیسی و فرکانس کار زیاد ۴۰۰ هرتز.



شکل ۲ - ۷

موتورهای با روتور تو خالی مغناطیسی مینیاتوری در دماهای بالا و ارتعاشات و شوکهای کمتر قابل اعتماد هستند بخاطر اینکه احتمال تغییر شکل این نوع موتورها با روتور تو خالی در این وضعیتها از احتمال تغییر شکل موتور سنجابی بیشتر است.

فاصله غیر مغناطیسی با استفاده از یك روتور تو خالی فرو مغناطیسی کاهش می یابد در یك چنین ساختمانی می توان از استاتور داخلی صرف نظر کرد چون که شار مغناطیسی مستقیما مسیر خود را از داخل روتور می بندد.

در این حالت جداره دیواره روتور براي جلوگيري از اشباع و ازدیادذ مقاومت روتور اافزایش یافته و ضخیم تر ساخته مي شود. بنابراین حرم روتور افزایش یافته و سرعت پاسخ موتور کاهش مي یابد.

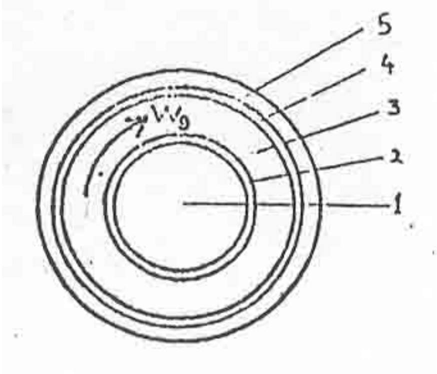
بعضي از انواع این نوع موتورها براي کاهش مقاومت سطح روتوربا يك لایه نازك از مس روکش کاري مي شود.

۲ـ۲ کاربرد سرو موتور القایي با روتور تو خالي غیر مغناطیسي:

در این بخش يك کاربرد این سروموتور بیان میشود. ژیروسکوپ (GYROSCOPES) درموشکها و ظائف مهمي دارند. آنها عهده دار سنجش مسافت سرعت شتاب و زاویه موشك در صفحه پرواز مي باشد. همچنین هر گونه انحراف موشك از صفحه پرواز یا چرخش آنرا حس مي کنند. این اطلاعات توسط سیگنالهایي به قسمت محاسب ارسال میشود و قسمت محاسب فرمان تصحیح خطا یا شروع مرحله جدید عملیات را صادر مي کند.ژیروسکوپ ها انواع مختلفي دارند که به ذکر آنها نمي پردازیم و تنها يك نوع از آنها را که سرو موتور ما در ارتباط با ان کار مي کند توضیح مي دهیم. این سرو موتور اصطلاحا بنام موتور توازن (stabilizer motor) معروف است. ژیروسکوپ مزبور جهت سنجش شتاب موشك در جهت پرواز بکار میرود سپس با انتگرال گیري مجدد مسافت طي شده توسط موشك اندازه گیري مي شود. در ژیروسکوپ ها معمولا يك جرم فلزي (در اینجا برنجي) با ممان اینرسي زیاد بر روي محور دوران خود با سرعت زیادي مي گردد. خاصیت ژیروسکوپي چنین است که این موتور مي خواهد همواره محور خود را حفظ کند و در مقابل انحراف محور دوران حول نقطه آویز مخالفت مي کند.

ژیروسکوپها معمولا داراي روتور خارجي هستند تا بتوان جرم سنگین تري را بر روي روتور سوار کرد و ممان اینرسي را بالا برد در شکل ۲ ـ ۸ ژیروسکوپ نشان داده شده است. که در آن ۱۳

www.ControlMakers.ir



۱ ـ استاتور سیم پیچي شده۲ ـ فاصله هوايي بين روتور و استاتور

۳ ـ روتور و جرم روي آن۴ـ فاصله هوايي۵ ـ بدنه ژيروسكوپ

بطور خلاصه ژيروسكوپ ها دو خاصيت عمده دارند:

۱ ـ خاصيت صليب:

به اين معنا است كه ژيروسكوپ ها تا موقعي كه گشتاور خارجي به آنها وارد نشود تمايل به حفظ جهت محور دوران خود دارند. مي دانيم كه: H=IG.WG

كه در آن:

WG بردار بوده و نشان دهنده سرعت زاويه اي ژيروسكوپ است.

LG اسكالر بوده و نشان دهنده ممان اينرسي ژيروسكوپ است.

H بردار بوده و نشان دهنده اندازه حركت زاويه اي ژيروسكوپ است.

هر چه قدر H بيشتر باشد خاصيت صليب بيشتر است پس هر چقدر WG يا IG بيشتر باشد H بيشتر است و در نتيجه خاصيت صليب بيشتر است.

۲ ـ خاصيت انحراف مسير: (PRECESSION)

بنابريان خاصيت گشتاوري اگر بر محور دوران ژيروسكوپ وارد شود در صورتي كه ژيروسكوپ آزادي دوران داشته باشد به جاي گردش در جهت اثر نيرو در عمود بر جهت اثر نيرو گردش مي كند.

اين خاصيت با فرمول زير صورت مي گيرد: T= WP*H

T گشتاور وارد بر محور دوران ژيروسكوپ در جهت عمود بر جهت T است.

به این ترتیب با توجه به جهت H مي توان فهمید که اگر گشتاور T بر محور ژیروسکوپ وارد شود ژیروسکوپ در صورت داشتن آزادي دوران در جهت WP گردش مي نماید. اما اگر در جهت WP آزادي دوران نداشته باشیم در همان جهت T محور دوران گردش مي كند. در صورتي كه در جهت T آزادي دوران نداشته باشیم موضوع اساسا منتفي است و ژیروسکوپ در هیچ جهتي نمي گردد. این خاصیت ها را مي توان به وسیله چرخ دوچرخه به راحتي نشان داد.

شكل زیر به صورت ساده طرز كار این ژیروسكوپ را به نام:

PENDULUOS INTEGRATING GYROSOCOPE ACCELERATOR (PLGA)

معروف است را نشان مي دهد.

ژیروسکوپ از نقطه A در شكل به صورت پاندولي آویزان شده است. در اثر شتاب موشك نیرویي بر ژیروسكوپ كه به صورت پاندولي است در جهت پایین وارد میشود (F) كه این نیرو در اثر نیروي F باعث به وجود آوردن گشتاور T مي شود و در نتیجه محور دوران ژیروسکوپ در اثر نیروي F و با گشتاور T مي خواهد تغییر كند اما دلیل خاصیت PERCESSION اگر مانعي در سر راه گردش محور وجود نداشته باشد در جهت عمد بر نیرو گردش مي كند به عبارت دیگر محور با سرعت WP مي گردد. البته براي گردش محور در جهت WP نیروي مقاومي وجود نداشته باشد خاصیت ژیروسكوپ وجود ندارد و ژیروسکوپ مانند یك پاندول خواهد افتاد.

در عمل نیروي مقاوي جز اصطحكاك وجود ندارد و محور مي گردد اما همان نیروي اصطحكاك باعث مي شود كه اندك اندك سر ژیروسکوپ بیافتد و در نتیجه سرعت WP از حالت ایده آل كه هیچ نیروي مقاومي وجود ندارد كمتر مي شود. با افتادن سر ژیروسكوپ حالت پاندولي و خاصیت ژیروسكوپي آن از بین مي رود.

www.ControlMakers.ir

اگر به جاي نيروي مقاوم نيروي محركي روي محور در جهت WP اعمال شود (سرعت WP بيشتر از سرعت ناشي از T باشد) نتيجه عكس بدست مي آيد يعني سر ژيروسكوپ بالا مي رود زيرا در اثر سرعت WP يك نيروي T بزرگتر از T ايجاد ميشود كه نيروي F بزرگتر از F در خلاف جهت F اعمال مي كند. اما حالت ايده آل و سرعت دقيق WP براي ما وقتي است كه سر ژيروسكوپ كاملا عمد بر محور طولي موشك باشد يعني محور دوران آن همواره در جهت عمود بر جهت حركت موشك قرار بگيرد.

سرعت WP در اين حالت با ضريبي مقدار F و در نتيجه شتاب موشك را نشان مي دهد كه به وسيله چرخ دنده هايي نيز مي توان انتگرال گيري را انجام داد و به سرعت و مسافت دست يافت. آنچه در اين حالت ژيروسكوپ مي خواند شتاب موشك منهاي شتاب جاذبه زمين است زيرا ژيروسكوپ بر روي موشك سوار است و شتاب G هم به موشك و هم به ژيروسكوپ وارد مي شود اما همانطور كه گفته شد ژيروسكوپ ايده آل نيست و به دليل اصطحكاك بلبرينگهاي سر آن شروع به افتادن مي كند و در اين حالت است كه موتور توازن خود نمايي مي كند و نقش آن اين است كه همواره محور دوران ژيروسكوپ را در جهت عمود بر حركت موشك نگه دارد.

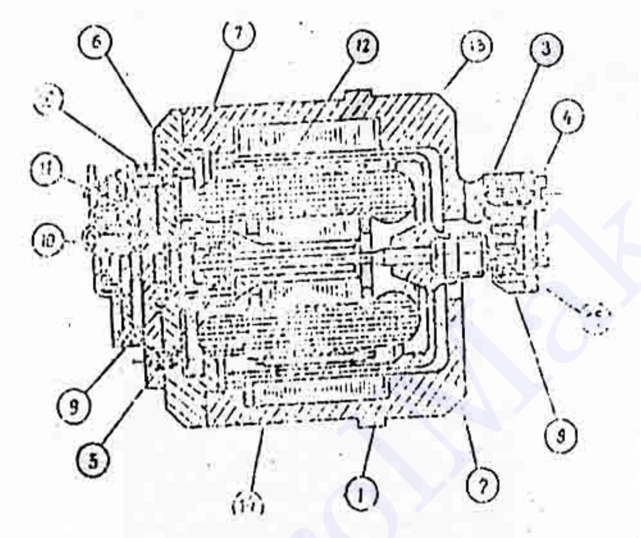
به اين ترتيب كه هر گاه ژيروسكوپ شروع به افتادن نمود موتور توازن كوپلي محرك بر محور وارد مي كند و سبب بالا رفتن سر آن مي شود. براي اين كه در حالت سر ژيروسكوپ از حالت افقي بالاتر نرود پس از عبور سر ژيروسكوپ از حالت افقي موتور كوپل مقاومي وارد مي كند و در نتيجه سر ژيروسكوپ شروع به افتادن مي كند. اين دو كوپل مقاوم و محرك با فركانس حدود ۷۰ الي ۸۰ هرتز تكرار ميشوند و اثر آنها اين است كه سر ژيروسكوپ با تقريب خوبي در حالت افقي قرار مي گيرد و به اين ترتيب ژيروسكوپ با تقريب كافي ايده آل مي شود.

بايد دقت نمود كه ژيروسكوپ به عنوان قلب يك موشك محسوب مي شود لذا در كار آنها نهايت دقت صورت مي گيرد. به اين ترتيب WP نشان دهنده شتابي است كه اگر

www.ControlMakers.ir

از آن شتاب جاذبه زمين (G) كم شود مقدار شتاب موشك (A) بدست مي آيد. موتور توازن به وسيله چرخ دنده اي به محور دوران ژيروسكوپ حول جهت WP درگير شده و به اين وسيله كوپل مقاوم و محرك را بر روي آن اعمال مي كنند لذا لازم است كه موتور توازن در دو جهت توليد كوپل نمايد.

۲ ـ ۳ الكتروموتور توازن (STABILIZINTG ELECTROMOTOR)



لزوم استفاده از اين موتور در قسمت ۲ ـ۲ توضيح داده شده است در شكل ۲ ـ ۱۰ شماي ان موتور نشان داده شده است.(۱۳)

قسمت هاي مختلف شكل عبارتند از:

۱ ـ روتور آلومينيومي با ضخامت 02MM با سوراخ در انتهاي آن جهت قرار گرفتن شافت فولادي.

۲ ـ شافت فولادي درون روتور آلومينيومي كه از درون استاتور داخلي عبور كرده و در انتها و در دو انتها درون بلبرينگ قرار مي گيرد.

۳ ـ چرذخ دنده درگير با چرخ دنده محور دوران ژيروسكوپ.

۴ و ۵ ـ بلبرينگ.

۶ ـ در پوش آلومينيومي با يك لوله آلومينيومي در وسط آن كه ورقهاي استاتور داخلي بر روي آن جا زده شده است و سپس سيم پيچ ها بر روي استاتور داخلي پيچيده شده است.

۷ ـ بدنه خارجي موتور كه از جنس آلومينيومي بوده و بر روي ورقهايي استاتور خارجي دايكاست شده است.

۸ ـ قسمت آلومينيومي كه متصل به بدنه خارجي مي باشد و جهت قرار گرفتن بلبرينگ به آن نياز است.

۹ ـ قسمت فولادي كه بلبرينگ درون آن قرار گرفته است.

۱۰ ـ اين قسمت از جنس باكاليت بوده و كنتاكت هاي اتصال درون آن قرار گرفته و بر روي موتور نصب شده است.

۱۱ ـ كنتاكت هاي اتصال كه درون باكاليت شماره ۱۰ قرار دارند و موتور از طريق آنها تغذيه مي شود و در ضمن سربندي موتور نيز صورت مي گيرد.

۱۲ ـ ورقهاي استاتور خارجي.

۱۳ ـ سيم پيچ هاي استاتور.

۱۴ ـ ورقهاي استاتور داخلي.

۱۵ و ۱۶ ـ در پوش نگه دارنده بلبرينگها هستند تا بلبرينگ ها از درون شافت فولادي بيرون نيايند.

اين موتورها از نوع القايي دو فاز با روتور تو خالي مي باشد و استاتور داخلي آن كه سيم پيچي شده است داراي سيم پيچ ميدان (۳ و ۴) و دو سيم پيچ كنترل (۱ و ۲) و ۵ و ۶ است. كه اگر جريان مساوي از سرهاي ۱ و ۵ دو سيم پيچ كنترل وارد شوند شار توليدي آنها هم جهت است. نحوه سربندي اين سيم پيچ ها در شكل ۲ ـ ۱۱ نشان داده شده است.

مشخصات نامي موتور به قرار زير است:

مقاومت سيم پيچ هاي ميدان	۳۰ اهم
مقاومت سيم پي هاي كنترل	۸۰ اهم
ولتاژ تغذيه	۵۰۰ اهم
نوع منبع تغذيه	سه فاز

www.ControlMakers.ir

جريان سيم پيچ ميدان ۰/۳ آمپر

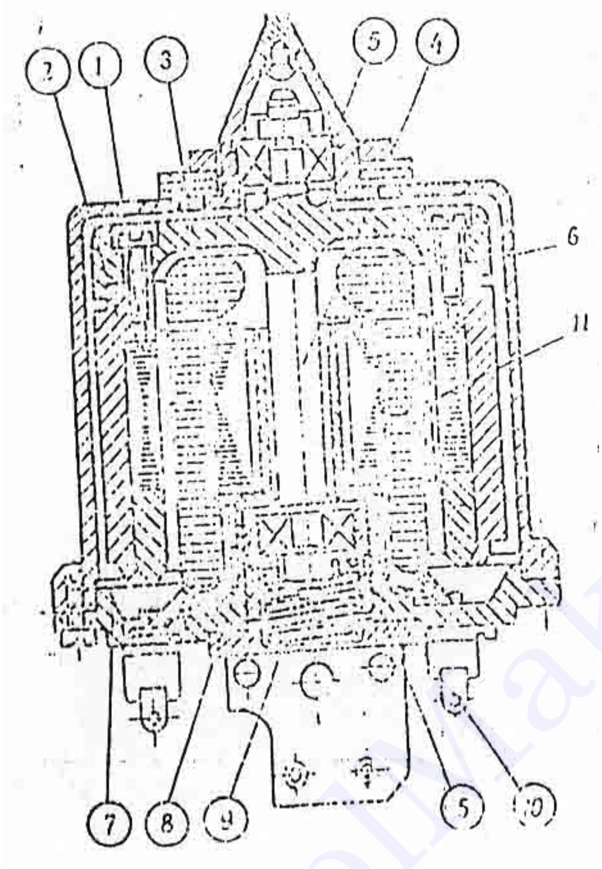
جريان سيم پيچ كنترل ۰/۱۱ آمپر

كوپل راه اندازي الكتروموتور ۱۱ گرم سانتي متر

اين مشخصاتي است كه توسط سازنده داده شده است و البته نكته اي كه بايد تذكر داداين است كه اين مشخصات براي موتور بيان شده است و هرگونه امپدانسي سر راه سيم پيچ ها قرار داده شود بعضي از اين اعداد منجمله كوپل و جريان تغيير مي كند. مسئله ديگر اين است كه اين گشتاور راه اندازي در حالت تغذيه سيم پيچ ميدان و يك سيم پيچ كنترل داده شده است.

موتور ژيروسكوپ استفاده شده در اين مجموعه از نوع سنكرون هيسترزيس است كه به صورت سه فاز ۴۰ ولت با فركانس ۵۰۰ هرتز تغذيه مي شود و داراي روتور خارجي بوده و دور آن ۳۰۰۰ دور در دقيقه است در نتيجه داراي اندازه حركت زاويه اي (H) بزرگي مي باشد. شكل اين موتور در صفحه بعد آورده شده است:

www.ControlMakers.ir



ممان اينرسي اين موتور ۰/۶ گرم سانتيمتر مجذور ثانيه است.

LG=0/6-CM-SEC

$$N = 30000R.P.M.WP = \frac{2N}{60} = \frac{2.30000}{60} = 3141.6RAD/SEC$$

`پس مقدار اندازه حركت زاويه اي بدست مي آيد:

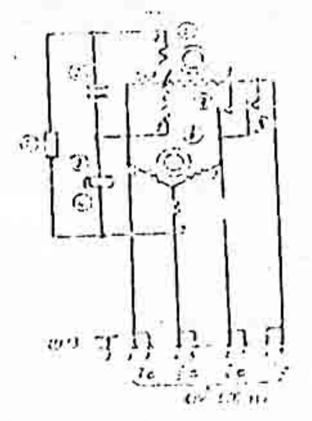
H=lg.wp=0.6.3141=1884gr-cm-sec

چون وزن اين موتور كلا ۳۳۵ گرم است در نتيجه ملاحظه مي شود كه اين مقدار h براي اين وزن كم خيلي خوب ايت و همين h بزرگ است كه خواص ژيروسكوپي را براي ما بوجود مي آورد.

۲ ـ ۴ نحوه عملكرد مجموعه موتور توازن و موتور ژيروسكوپ:

اين مجموعه الكترو مكانيكي در شكل زير نشان داده شده است.

www.ControlMakers.ir



۱ ـ مقاومت الكتريكي ۰/۱۰ + ۶۲۰ اهم

۲ ـ خازن الكتروليتي ۰/۱۰ + ۰/۲۲ كيكروفاراد.

۳ و ۴ ـ كليد عايق ـ هادي و كنتاكت لغزنده بر روي آن

۵ ـ الكترو موتور توازن.

۶ ـ الكتروموتور ژيروسكوپ

۷ و ۸ ـ كنتاكتهاي الكتريكي، كه هنگام رهايي ژيروسكوپ وصل مي گردند.

اين مجموعه خود زير مجموعه اي از بزرگتر است كه در اينجا فقط به تشريح عملكرد آن اكتفا مي شود. در شكل ۲ ـ۱۳ براي اطمينان خطوط تغذيه دوگانه مي باشد، خطوط ۱ و ۲ مربوط به فاز r ۴ و ۵ مربوط به فاز s ۶ و ۷ مربوط به فاز t مي باشند. خط ۳ مربوط به زمين دستگاه است و خطوط ۸ و ۹ جهت تسريع موتور توازن در موقع تست دوره اي و تست قبل از پرتاب موشك مي باشند.

قبل از پرتاب موشك موتور سنكرون هيسترريس توسط منبع r , s , t تغذيه شده و پس از sec۹۰ به دور نامي مي رسد و تا قبل از پرتاب موتور هيسترريس بوسيله يك قفل الكترومغناطيسي در حالت افقي نگهداشته مي شود. كنتاكتهاي ۷ و ۸ نيز در اين حالت قطه هستند و در نتيجه موتور توازن نيز نقشي ايفا نمي كند و زياد هم گرم نمي شود. بعد از اينكه قسمتهاي ديگر موشك نيز آماده شد موشك پرتاب مي شود و همزمان با آن قفل الكترومغناطيسي آزاد مي شود و ژيروسكوپ به صورت آزاد و

پاندولي در مي آيد و با عمل كردن قفل كنتاكتهاي ۷ و ۸ كه در پشت قفل قرار گرفته نيز وصل مي شوند و موتور توازن وارد عمل مي شود.

يك كليد عايق در پشت ژيروسكوپ تعبيه شده است، يك كنتاكت لغزنده نيز در محلي ثابت شده است و در حالت قفل بودن ژيروسكوپ درست در وسط كليد عايق هادي تنظيم شده است. اگر سر ژيروسكوپ از حالت افقي پايين بيايد اين لغزنده روي قسمت عايق قرار مي گيرد و اگر سر ژيروسكوپ بالاتر از محور افقي باشد لغزنده وي قسمت هادي قرار مي گيرد.

بعد از آزاد شدن قفل الكترومغناطيسي سر ژيروسكوپ شروع به افتادن مي كند و از حالت افقي پايين تر مي آيد. با پايين آمدن آن لغزنده روي قسمت عايق قرار مي گيرد مسير مربوط به اين كليد قطع مي گردد و همانطور كه بعدا توضيح خواهيم داد موتور توازن كوپل محركي در جهت گردش دوراني ژيروسكوپ توليد مي كند و در نتيجه سر ژيروسكوپ بالا مي رود. بلافاصله بعد از عبور سر ژيروسكوپ از حالت افقي به طرف لغزنده روي قسمت هادي قرار مي گيرد و موتور كوپل مقاومي روي محور دوران ژيروسكوپ ايجاد مي كند كه باعث افتادن سر ژيروسكوپ مي شود. همانطور كه قبلا نيز گفته شد اين عمل فركانس حدود ۷۰ الي ۸۰ بار در هر ثانيه تكرار شده كه باعث ميشود سر ژيروسكوپ در حالت كاملا افقي باقي بماند.

نسبت چرخ دنده موتور ژيروسكوپ كه با چرخ دنده موتور توازن درگير است ۱۷ به ۱ مي باشد. در نتيجه موتور سرعتي مابين دقيقه / دور ۷۸=۴/۶ *۱۷ و دقيقه / دور ۲۹۱=۲۳*۱۷ دارد.

سرعت سنكرون موتور توازن عبارت است از:

$$NS = \frac{60.F}{P} = \frac{60.500}{1} = 30000$$ دور / دقيقه

در نتيجه لغزش موتور ما بين S1 و S2 است عبارتند از:

$$S2 = \frac{30000 - (390)}{30000} = 0.987$$

$$S1 = \frac{30000-78}{30000} = 0.9974$$

اگر دور موتور بالاجبار در خلاف جهت گردش بگردد آنگاه:

$$S2 = \frac{30000-(-390)}{30000} = 1.013$$

$$S1 = \frac{30000-(-78)}{30000} = 1.003$$

در هر دو این حالت لغزش کار نامي موتور تقریبا همان S=1 است و در نتیجه موتور در حالت تقریبا قفل شده است و کافي است که مقدار R براي S=1 محاسبه گردد.

اما در مورد نقش خازن همانطور که توضیح داده شد به کوپل در دو جهت با فرکانس زیادي نیاز است. مشاهده میشود در هر دو حالت کلید عایق ـ هادي جریان سیم پیچ ۱ و ۲ تقریبا ثابت است و تغییر نمي کند. اما جریان سیم پیچ ۵ و ۶ در حالت عایق بودن کلید صفر و در هنگام هادي بودن آن ماکزیموم است. به جهت وجود خاصیت سلفي زیاد قطع جریان به طور آني انجام نمي شود و مدت زماني هر چند کوتاه طول خواهد کشید.

به عبارت دیگر هنگامي که کلید هادي است و به قسمت عایق مي رود باید جریان هر چه سریعتر قطي شود تا کوپل مقاوم از روي محور دوران ژیروسکوپ برداشته شود و انحراف سر از حالت افقي زیادتر نشود اما بدلیل خاصیت سلفي بعد از عبور ژیروسکوپ از حالت افقي لغزنده روي قسمت عایق قرار مي گیرد اما جریان همچنان توسط جرقه ادامه پیدا مي کند و پس از مدتي قطع میشود که این براي ما اصلا مطلوب نیست.

همچنین هنگامي که سر ژیروسکوپ پس از افتادن به حالت افقي برگردانده مي شود بر اثر اینرسي از حالت افقي اندکي بالاتر مي رود لذا لازم است که کوپل مقاوم سریعتر اعمال شود یعني ارتباط لغزنده و هادي سریعا برقرار گردد.

کار خازن این است که خطاهاي مربوط به این مسئله را کاهش مي دهد خصوصا در حالت اول که نقش خازن در جرقه گیري و قطع سریع کلید بسیار مهم است و اگر خازن نباشد در اثر تغییر جریان سلف ولتاژ زیادي در دو سر کلید قرار مي گیردو لذا جرقه همچنان باقي مي ماند.

فرض شود لغزنده روي هادي است یعني سر ژیروسکوپ از حالت افقي بالاتر با توجه به شکل ۲ ـ۱۹ ملاحظه مي شود که VR=VC در این حالت کوپل مقاوم سبب پایین آمدن سر ژیروسکوپ مي شود. زماني که سر ژیروسکوپ از حالت افقي عبور کرد لغزنده روي عایق قرار مي گیردو با باز شدن کلید در شکل بالا جریان سلف ۵ و ۶ از خازن عبور مي کند و خازن را در جهت مخالف شارژ مي کند و جریان به خاطر امپدانس خازني زیاد خازني میشود. لذا از طرفي در این حالت VK VC - VR = است و چون درست در همین لحظه VR=VC است، در لحظه قطع VK=0 است و بنابراین جرقه اي تولید نمي شود.

در شکل بالا وقتي کلید روي قسمت هادي است کوپل متحرك سر ژیروسکوپ را به طرف بالا مي راند و مي خواهیم بلافاصله پس از عبور سر ژیروسکوپ کوپل مقاوم را اعمال نماییم اگر خازن نباشد سلف نمي تواند جریان را سریعا برقرار کند در این حالت اگر خازن وجود داشته باشد VK-- VC + VR = که این ولتاژ سبب وصل سریعتر کلید میشود. اگر در این حالت خازن هم نبود ولتاژ دو سر کلید ولت VK = VSR = 40 بود ولي با توجه به نحوه محاسبه خازن و مقدار آن ولتاژ کلید از ۴۰ بیشتر است به عنوان نمونه در S=1 :

ولت VK = VR + VC = 55 ولت VC = 26.4 و ولت VR= 23.1

در این حالت مي توان از خازن استفاده نكرد اما با وجود خازن در حالت قبل نیاز هست و از آن استفاده مي شود. علاوه بر سرعت بخشیدن به قطع و وصل خان سبب افزایش کوپل موتور نیز مي شود. این کوپل بستگي به سرعت موتئر دارد.