فهرست مطالب

- مقدمه ای بر مهندسی مکاترونیک
- ماشینهای و محرکهای الکتریکی
- سنسورها و ترانسدیوسرها
- تنظیم کنندهای سیگنال
- کنترل کننده های منطقی برنامه پذیر
- پردازندهها در کنترل سیستمهای مکاترونیکی
- مدل سازی خطوط تولید

ارزیابی ومنابع

- ارزیابی
  - ۱۰ % سمینار
  - ۱۰% پروژه
  - ۲۵-۲۰% میان ترم
  - ۵۵-۵۰% پایان ترم

منابع

- Automated Manufacturing systems, S. Brian Morriss
- Mechatronics, M.D.Singh
- Mechatronic Systems, Sensors, and Actuators
- Mechanical systems design handbook - modeling, measurement and control - NWOKAH
- سنسورها و ترانسدیوسرها، مترجم ؛مهندس محمد طلوع خراسانیان
- Programmable Controllers , Warnock
- کنترل کنندههای منطقی برنامه پذیر ،اصول و کاربردها مترجم؛ دکتر علی اکبر جلالی
- کاتالوگهای PLCزیمنس
- الکترونیک صنعتی پیشرفته هامفریز جیمز
- مدار های واسطه نویسنده ویلیس جی (Interfacing Sensors to the IBM Pc)
- Microcontrollers data books
- Discrete, Continuous, and Hybrid Petri Nets , David R.

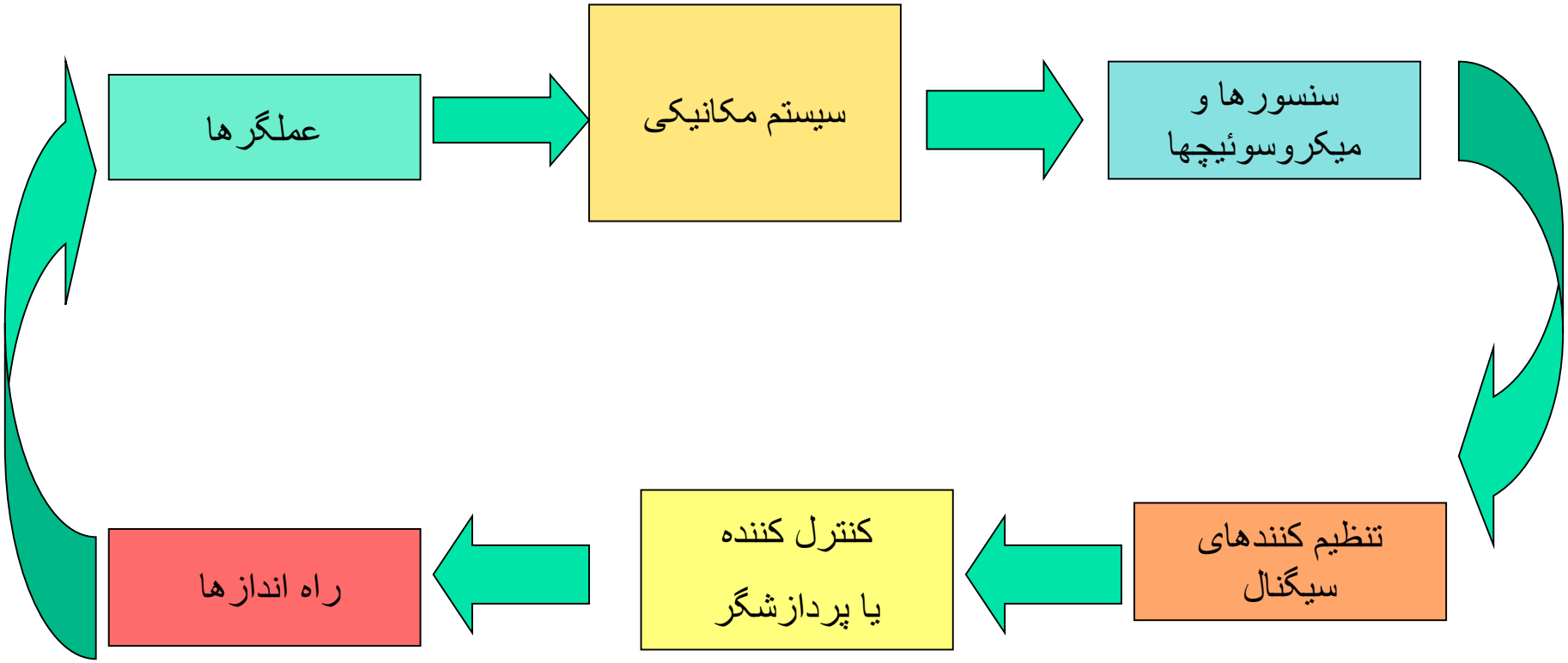
مهندسی مکاترونیک

- مفهوم مکاترونیک
- هدف:
  - تربیت مهندس طراح خطوط تولید
- تخصصهای مورد نیاز
  - مهندسی برق
  - مهندسی مکانیک
  - مهندسی کامپیوتر
  - مهندسی صنایع

سیستمهای مکاترونیکی

- تعریف سیستم مکاترونیکی
  - سیستمی که حداقل دارای یک المان قابل کنترل (مانند موتور الکتریکی ، المنت برقی،شیر برقی ،...)و یک جز مکانیکی متحرک(مانند نوار نقاله،بازوی متحرک،آسانسور،...) باشد
- طراحی سیستمهای مکاترونیکی
  - طراحی قسمتهای مکانیکی
    - محاسبه پارامترهای لازم
  - طراحی کنترل کننده وقسمتهای الکترونیکی
    - دریافت وضعیت سیستم و اعمال فرمان مناسب
  - محافظت ونگهداری مناسب
    - ثبت اطلاعات ونمایش وضعیت سیستم
- رابطه اتوماسیون با مکاترونیک

سیستمهای مکاترونیکی



المانهای کلیدی مکاترونیک

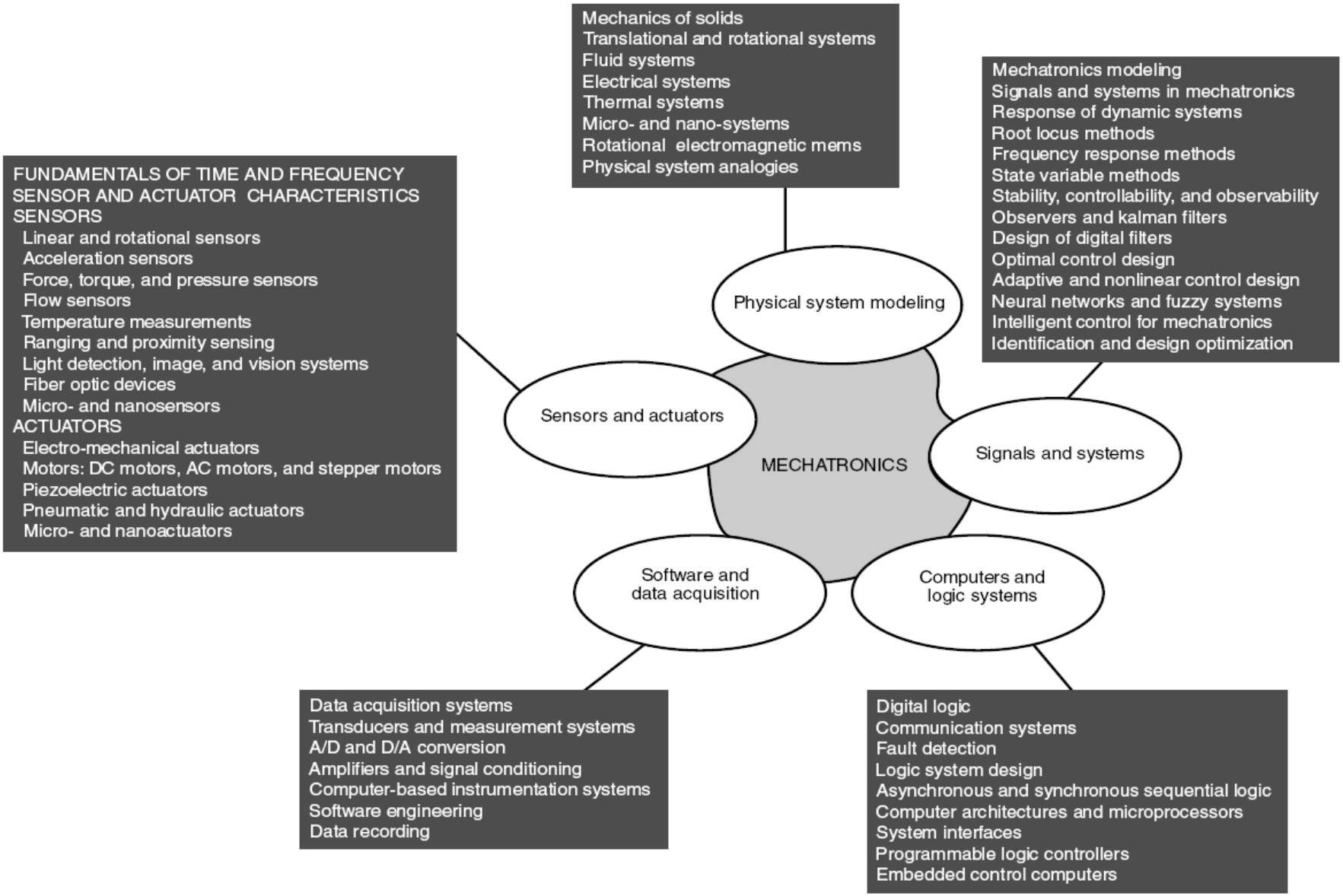


FIGURE 1.1 The key elements of mechatronics.

تاریخچه

- اتوماسیون

اجزای یک سیستم صنعتی

- Actuators
  - انواع موتورها
  - محرکهای الکترومغناطیسي، پنوماتیکی،هیدرولیکی
  - المنتهاي حرارتي
  - سوئیچهاي الکترومغناطیسي
- سنسورها
  - میکرو سوئیچهای حدی
  - انواع سنسورهای دما، فشار، حرکت،...
- کنترل کننده سیستم
  - PLC
- بازوها و سایر اجزای مکانیکی
- مدارات الکترونیکی

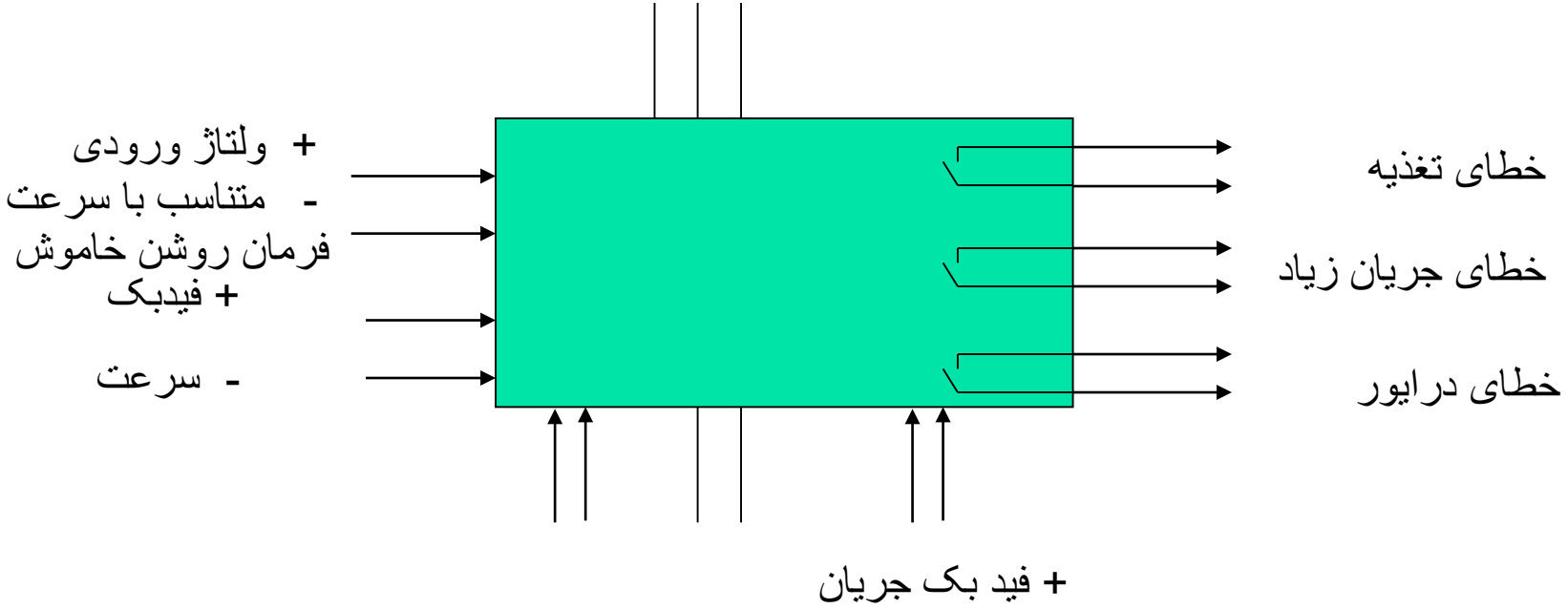
انواع موتورها

- موتورهای سرعت ثابت (غیر قابل کنترل)
  - موتورهای AC سه فاز با قابلیت روشن و خاموش کردن
  - موتورهای AC تک فاز
  - موتورهای DC
  - موتورهای یونیورسال
- موتورهای چند سرعته
  - موتورهای AC سه فاز با قابلیت تغییر ستاره - مثلث
  - موتورهای AC تک فاز چند سیم پیچه
  - موتورهای DC با امکان دریافت جریانهای پله ای تحریک یا جریان آرمیچر
  - موتورهای یونیورسال
- موتورهای سرعت متغیر
  - موتورهای AC سه فاز با داریور قابل کنترل
  - موتورهای DC با امکان دریافت جریانهای متغیر تحریک یا آرمیچر
  - Stepper motor

موتورهای DC

- موتورهای با میدان تحریک ثابت
  - موتورهای با توان پائین و ارزان
  - تغییر سرعت به سادگی قابل کنترل با تغییر جریان ارمیچر
  - به راحتی امکان تغییر جهت گردش
- موتورهای با جریان تحریک متغیر
  - جریان تحریک سری
  - جریان تحریک موازی
  - تغییر سرعت با تغییر جریان آرمیچر یا جریان تحریک
- استفاده از درایورهای آماده که معمولا دارای تعدادی ورودی و خروجی است(با استفاده از میکروپروسسور)

درایور موتور DC



موتورهای AC

- موتورهای تک فاز
  - دارای مدار راه انداز
  - معمولا در توانهای چند کیلو وات
- موتورهای یونیورسال
  - در توانهای پائین
- موتورهای سه فاز سنکرون
  - سرعت ثابت
  - کاربردهای خاص
- موتورهای سه فاز اسنکرون
  - پرکاربردترین نوع موتور
  - ارزانترین
- موتورهای سه فاز سرعت متغیر
  - تولید فرکانس متغیر
  - استفاده از درایورهای آماده(با استفاده از میکروپروسسور)

موتورهای مخصوص

- Stepper motor
  - کنترل مکان بدون فیدبک
- Linear Motor
  - قطار های منو ریل
- Timing motor
  - سرعت دقیق

Stepper motor

جدول ۱۱-۴ رشته پله‌ای معمولی

پله #	A	B	C	D	جهت ساعت
1	1	0	0	1	↑
2	1	1	0	0	
3	0	1	1	0	
4	0	0	1	1	در جهت ساعت ↓

ترجمه: 1=on و 0=off

چرخش معکوس روتور می‌شود. موتور پله‌ای مورد بحث، کلاً 6 سیم دارد: 4 سیم برای چهار سیم‌پیچ استاتور و دو سر مشترک برای سیم‌های سر وسط. با اعمال رشته‌هایی از تغذیه یا پالس به هر سیم‌پیچ استاتور، روتور خواهد چرخید. رشته‌های مرسوم متعددی موجودند که هر یک دقت متفاوتی را دارا هستند. جدول ۱۱-۴ یک رشته چهار پله نرمال را نشان می‌دهد.

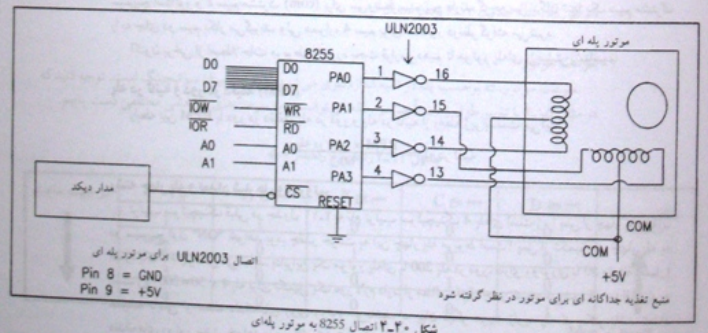
باید توجه داشت که گرچه می‌توان با هریک از رشته‌های موجود در جدول ۱۱-۴ آغاز کرد ولی به محض شروع باید ترتیب رعایت شود. مثلاً اگر با مرحله (0110) 3 شروع کنیم باید مراحل 4 ، 1 ، 2 و غیره به دنبال آن تولید شوند.

جدول ۱۲-۴ زاویه پله موتور پله‌ای

پله در هر دور	زاویه پله
500	0.72
200	1.8
180	2
144	2.5
72	5
48	7.5
24	15

زاویه پله

چقدر حرکت به ازای هر پله از زاویه وجود دارد؟ این حرکت به ساختار درونی موتور، خصوصاً به تعداد شیارهای روی روتور و استاتور بستگی دارد. زاویه پله حداقل زاویه‌ای از چرخش مربوط به یک پله است. انواع موتورها دارای زوایای پله متفاوتی هستند. جدول ۱۲-۴ بعضی از زوایا را برای انواع موتورها نشان می‌دهد. در جدول ۱۲-۴ به عبارت پله در هر دور توجه کنید. این تعداد کل پله‌های لازم برای هر دور کامل یعنی 360 درجه چرخش است (مثلاً 360 = درجه 2 × پله 180).



شکل ۴۰-۴ اتصال 8255 به موتور پله‌ای

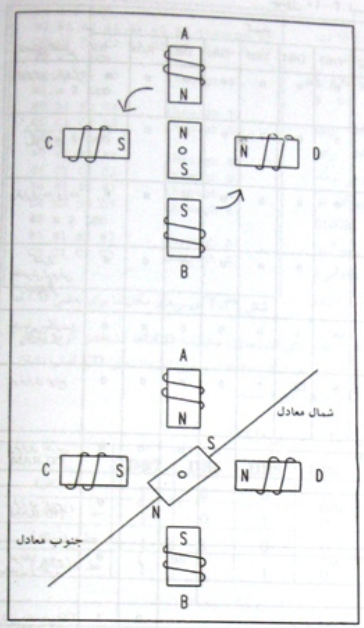
بخش ۹-۴: اتصال موتور پله‌ای به APC

این بخش با مروری بر عملکرد موتورهای پله‌ای آغاز می‌شود. سپس چگونگی اتصال موتور پله‌ای به PC را توصیف خواهیم کرد. نهایتاً ازبرنامه‌های زبان اسمبلی برای نمایش کنترل زاویه و جهت موتور پله‌ای استفاده خواهیم کرد.

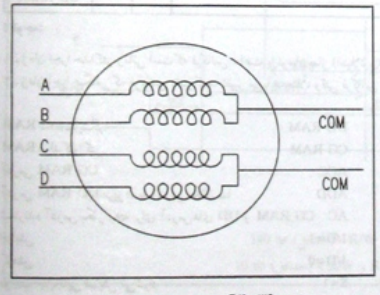
موتورهای پله‌ای

موتور پله‌ای وسیله پرمصرفی است که پالس‌های الکتریکی را به حرکت مکانیکی تبدیل می‌کند. در کاربردهایی همچون راه اندازهای دیسک، چاپگرهای ماتریسی و رباتیک، از موتور پله‌ای برای کنترل موقعیت استفاده شده است. هر موتور پله‌ای دارای یک هسته متحرک مغناطیس دائمی است که روتور یا شفت هم خوانده می‌شود و بوسیله یک بخش ثابت به نام استاتور احاطه شده است.(شکل ۳۸-۴). معمول‌ترین موتورهای پله‌ای، چهار سیم‌پیچ استاتور دارند که با سر مشترک وسط، طبق شکل ۳۹-۴ جفت شده‌اند. این نوع موتور معمولاً به موتور پله‌ای چهار فاز معروف است. سر وسط مشترک مرکزی، در صورتی که سیم‌پیچی زمین شود، جهت جریان را در هر کدام از جفت سیم‌پیچ تغییر می‌دهد، بنابراین تغییر قطبیت استاتور را موجب می‌شود. توجه کنید، در حالیکه شفت در یک موتور معمولی بطور آزاد می‌چرخد، شفت موتور پله‌ای بصورت مقطع تکراری یا پله‌ای حرکت می‌کند که موجبات حرکت آن به یک مکان دقیق را فراهم می‌سازد.

این حرکت تکراری ثابت متکی بر یکی از تئوری‌های اساسی مغناطیس است که در آن قطب‌های همنام یکدیگر را دفع و غیرهمنام یکدیگر را جذب می‌کنند. جهت چرخش بوسیله قطب‌های استاتور معین می‌شود. قطب‌های استاتور بوسیله جریانی در سیم‌پیچ آن معین می‌گردد. با تغییر جهت جریان، قطب‌ها نیز عوض شده و موجب



شکل ۳۸-۴ راستای روتور



شکل ۳۹-۴ آرایش سیم‌پیچ‌های استاتور

محرکها(Actuators)

- کلیه مولدهای حرکت غیر موتوری
  - الکترو مغناطیسی
  - پنوماتیکی
  - هیدرولیکی
- مثال؛
  - شیرهای برقی
  - دریچه ها
  - جابجا کنندها
  - و...

انتخاب Actuators

- محدودیت ها
  - قدرت(نیرو)
  - سرعت
  - توان ، ولتاژ و جریان مصرفی
- کاربرد
  - الکترو مغناطیسی: معمولا توان پائین سرعت بالا
  - پنوماتیکی و هیدرولیکی: معمولا توان بالا
    - استفاده از شیرهای الکترومغناطیسی
- توجه به نیاز و امکانات در دسترس

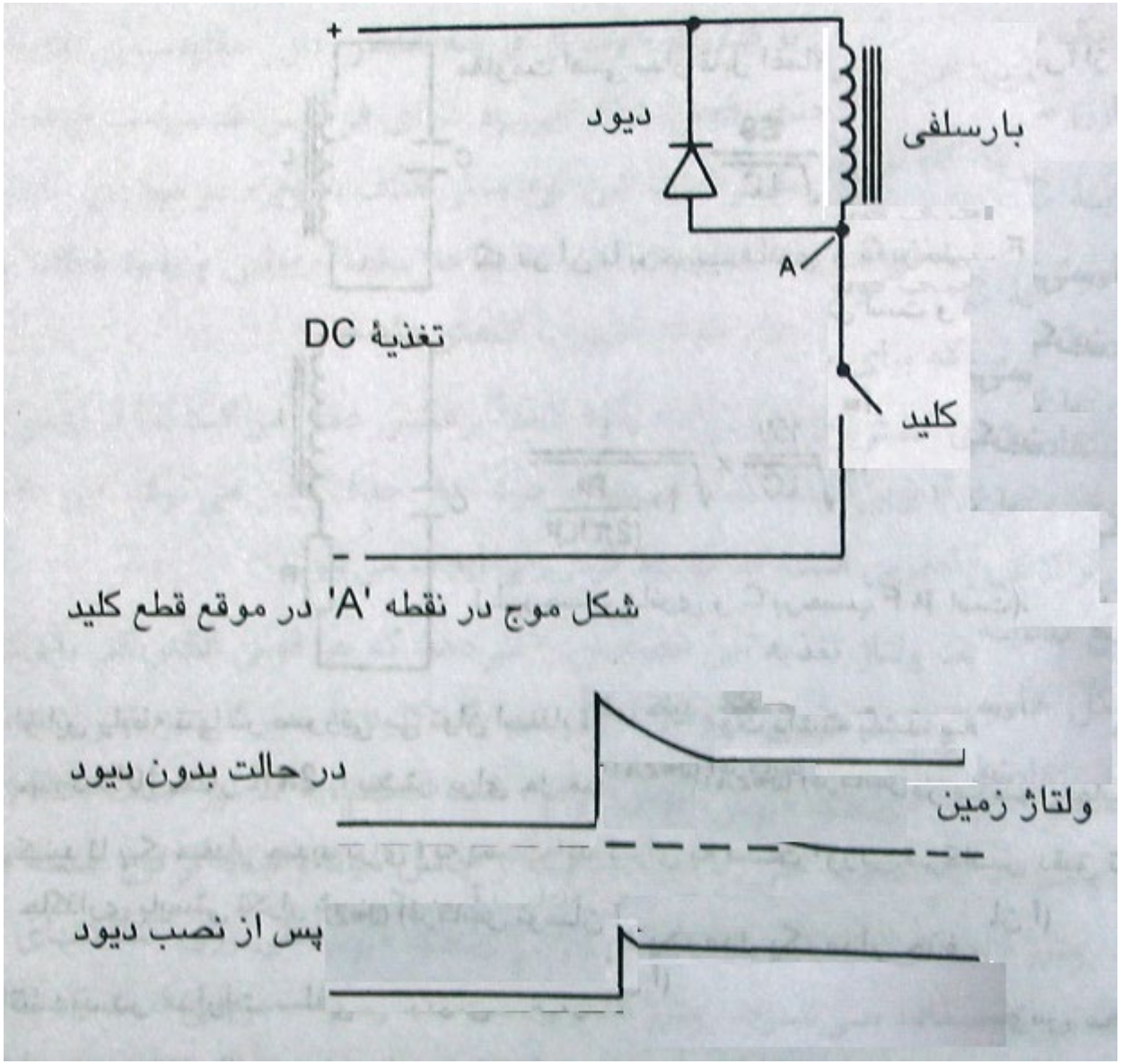
سوئیچهای الکترومغناطیسی

- رله ها و کنتاکتورها
  - توجه به جریان و ولتاژ
  - AC یا DC
  - سرعت قطع و وصل
  - اثرات سلفی یا خازنی مدار
- قطع کننده های مدار(Circuit Breaker)
  - قطع کننده های هوشمند

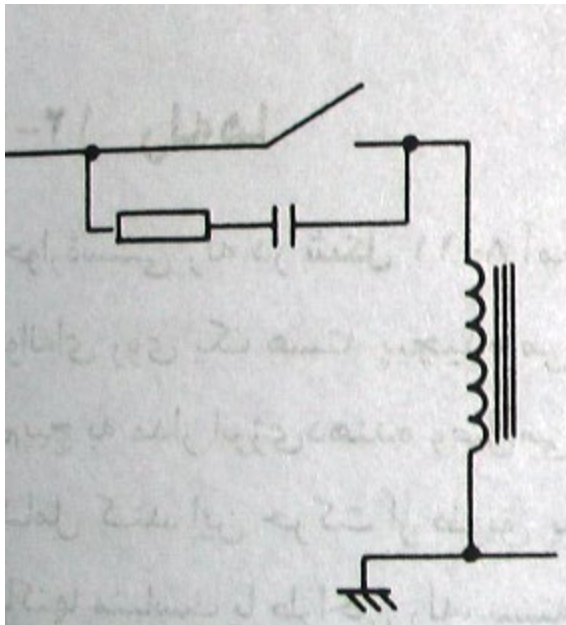
مدار فرمان

- جایگاه رله، کنتاکتور، و قطع کنندههای مدار
  - نقشه کشی برق صنعتی
- نکات خاص مورد توجه هنگام طراحی

حذف اثرات سلفی

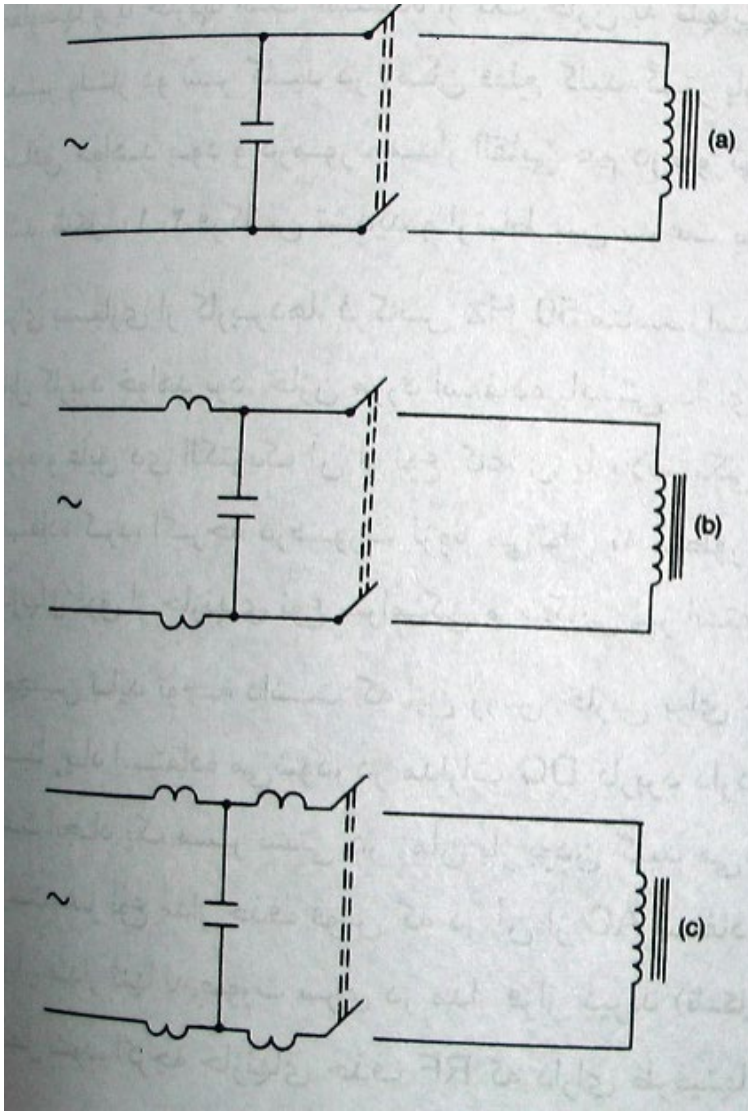


روش دیگر حذف اثرات سلفی



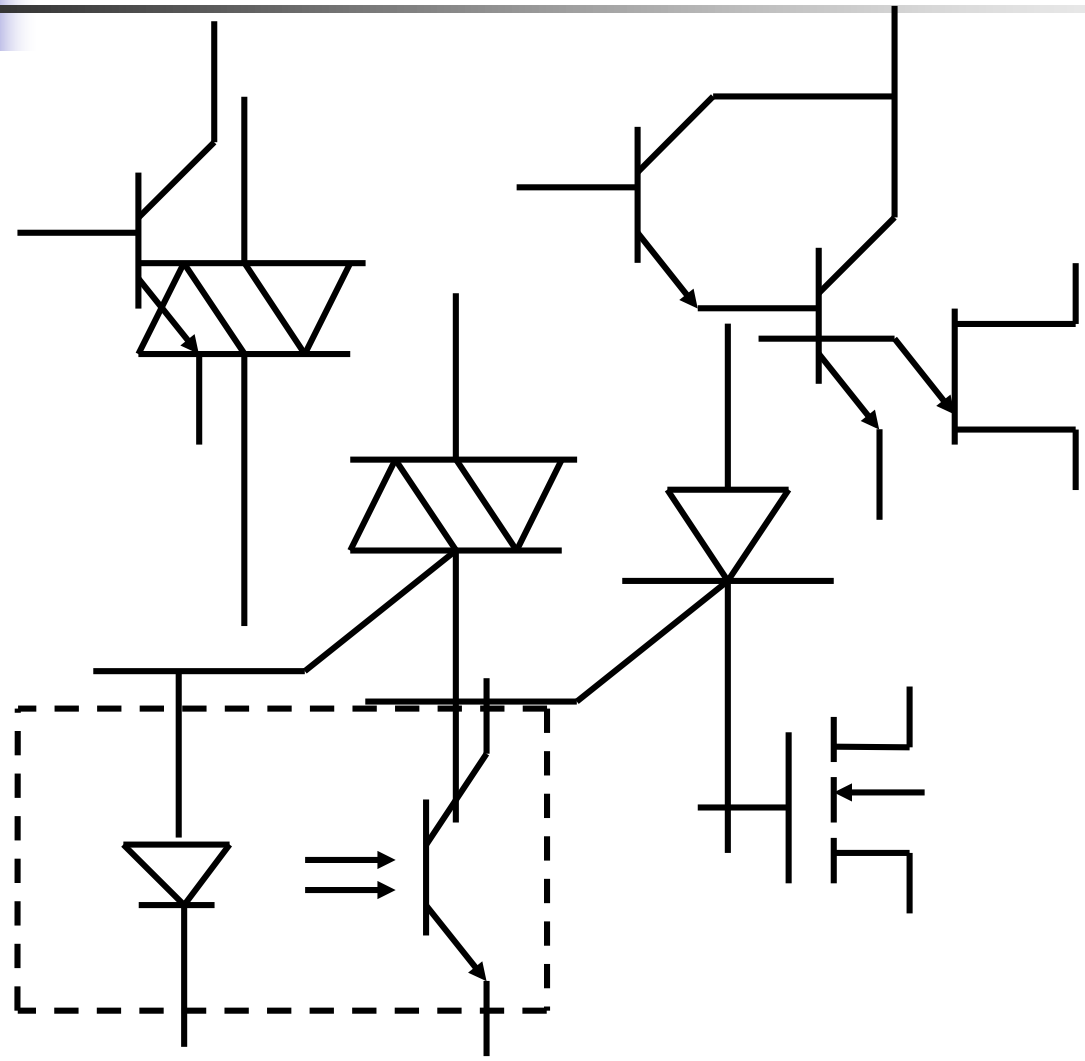
شکل ۱۱-۹ استفاده از ترکیب مقاومت و خازنی در اتصالات کلیدی که سیم‌پیچ یک رله را راه‌اندازی می‌کند.

حذف اثرات کلید زنی فرکانس بالا



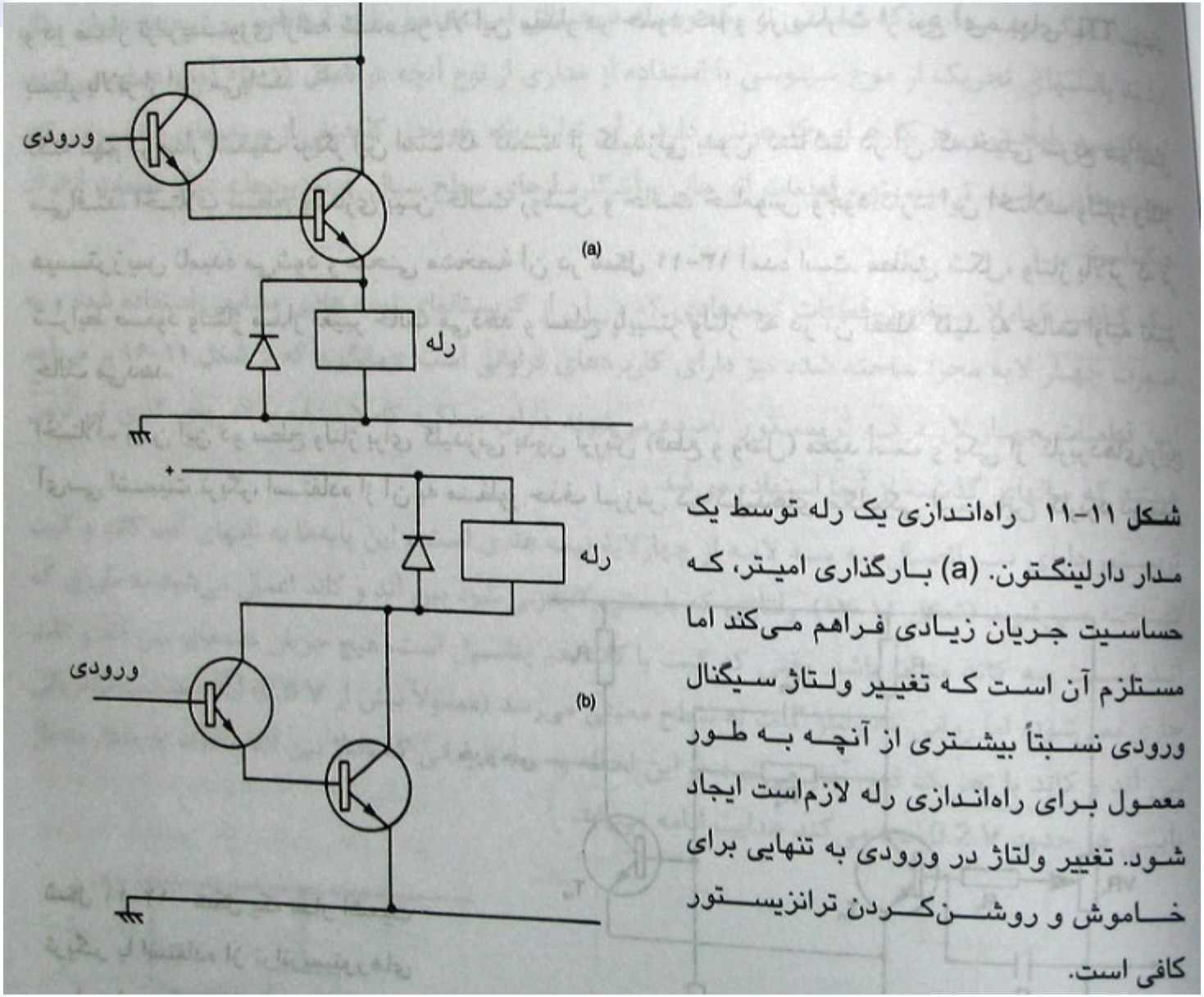
شکل ۱۰-۳ سه نوع مدار که از آنها برای حذف حالت گذرای ناشی از عمل کلیدزنی در خطوط تغذیه AC استفاده می‌شود. این حالتهای گذرا ممکن است ناشی از تداخل نویز حاصل از راه‌اندازی تریستورها و تریاکها نیز باشد. محدودهٔ کار خازنها بایستی برای ولتاژ حداقل 250 VAC درنظر گرفته شده باشد.

سوئیچ های الکترونیکی



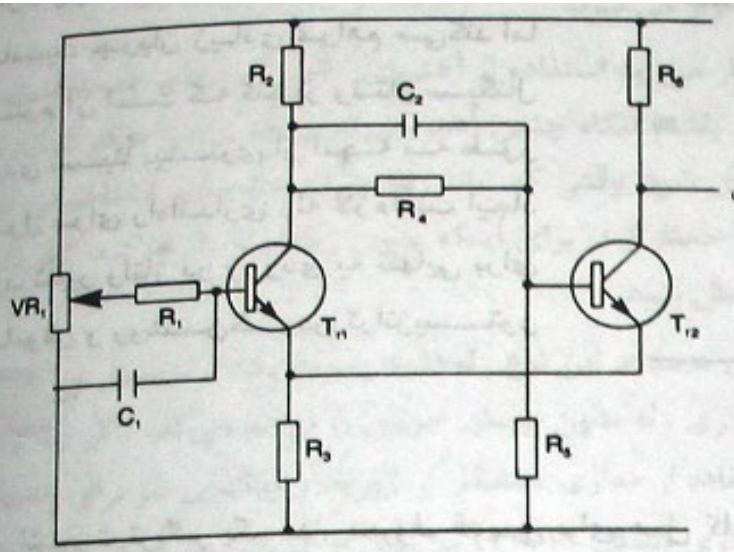
- ترانزیستور
- تریستور
- تریاک
- سایر المانها
  - دیاک
  - یوجی تی
  - ماس فت
  - اپتی کوپلر

راه اندازی رله توسط مدارات الکترونیکی

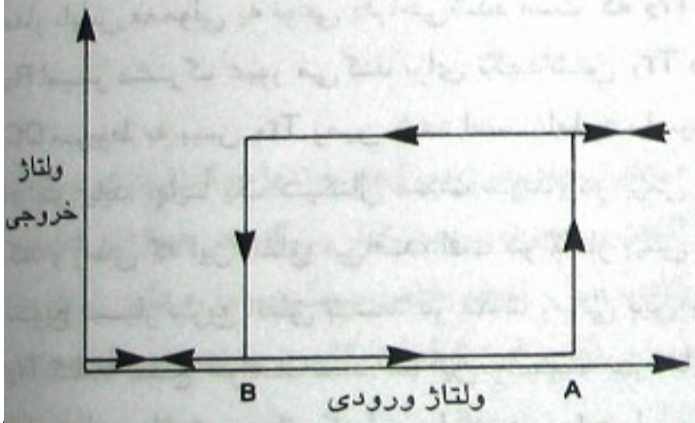


شکل ۱۱-۱۱ راه‌اندازی یک رله توسط یک مدار دارلینگتون. (a) بارگذاری امیتر، که حساسیت جریان زیادی فراهم می‌کند اما مستلزم آن است که تغییر ولتاژ سیگنال ورودی نسبتاً بیشتری از آنچه به طور معمول برای راه‌اندازی رله لازم‌است ایجاد شود. تغییر ولتاژ در ورودی به تنهایی برای خاموش و روشن‌کردن ترانزیستور کافی است.

راه انداز الکترونیکی رله



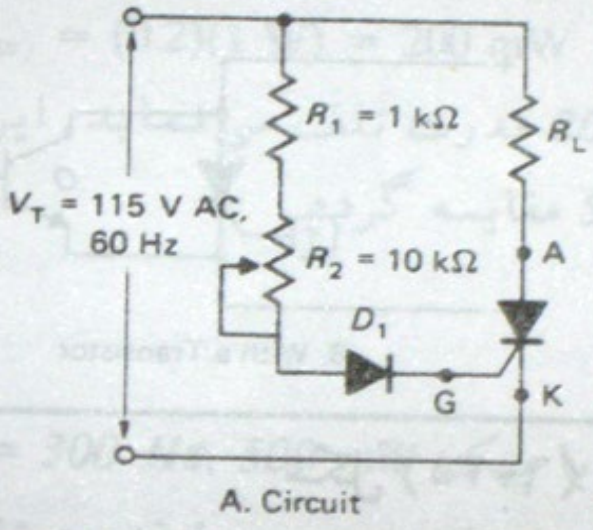
شکل ۱۱-۱۲ شکل یک مدار اشمیت تریگر با استفاده از ترانزیستورهای ساده. امروزه این مدار بیشتر به شکل IC ساخته و عرضه می‌شود.



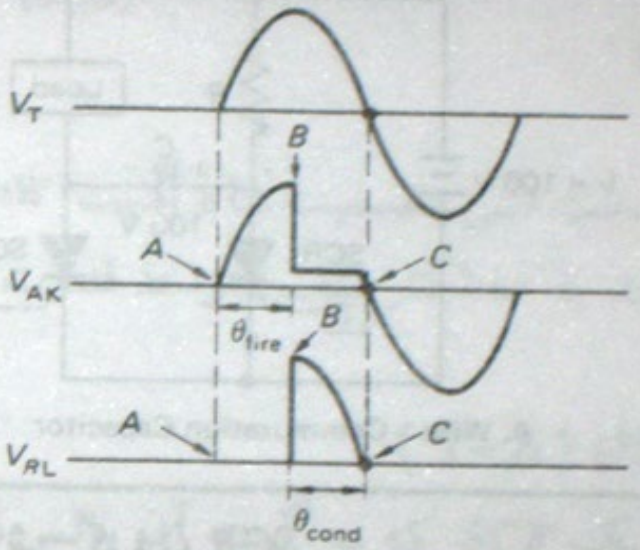
شکل ۱۱-۱۳ مشخصه ورودی – خروجی یک اشمیت تریگر. ولتاژ بالارونده ورودی وقتی که خروجی به مقدار سطح ولتاژ آن به نقطهٔ A نرسیده هیچ اثری ندارد. زمانی که مجدداً ورودی کاهش می‌یابد، باز هم تا زمانی که سطح ولتاژ به B نرسیده اثر نخواهد داشت. عمل تغییر حالت از روشن به خاموش و بالعکس بسیار سریع اتفاق می‌افتد و در نوع IC اشمیت تریگر این مقدار به طور نمونه 20 ns خواهد بود.

کنترل ولتاژ خروجی با تریستور

- یکسو ساز نیم موج و تمام موج
  - تک فاز
  - سه فاز
- خروجی AC کنترل شده



A. Circuit

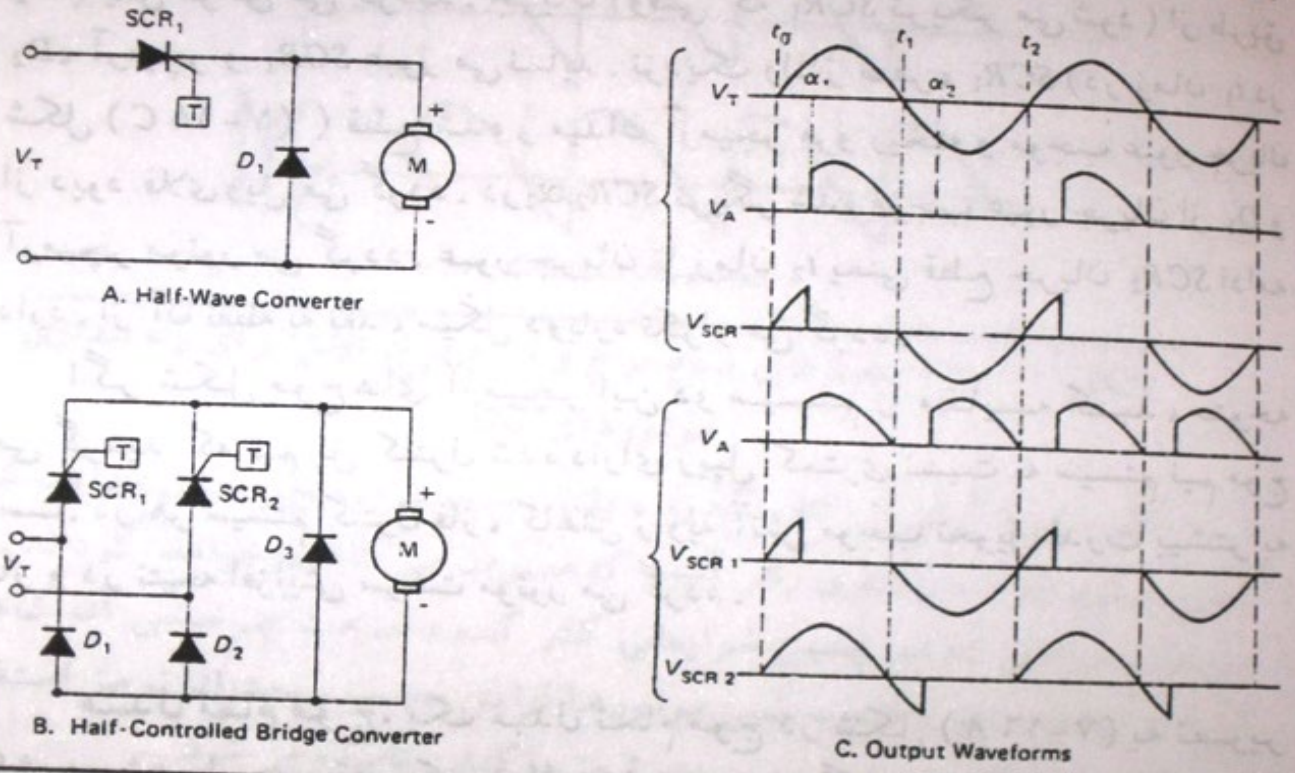


B. Waveforms

شکل (۶-۳۶) SCR در مدار AC

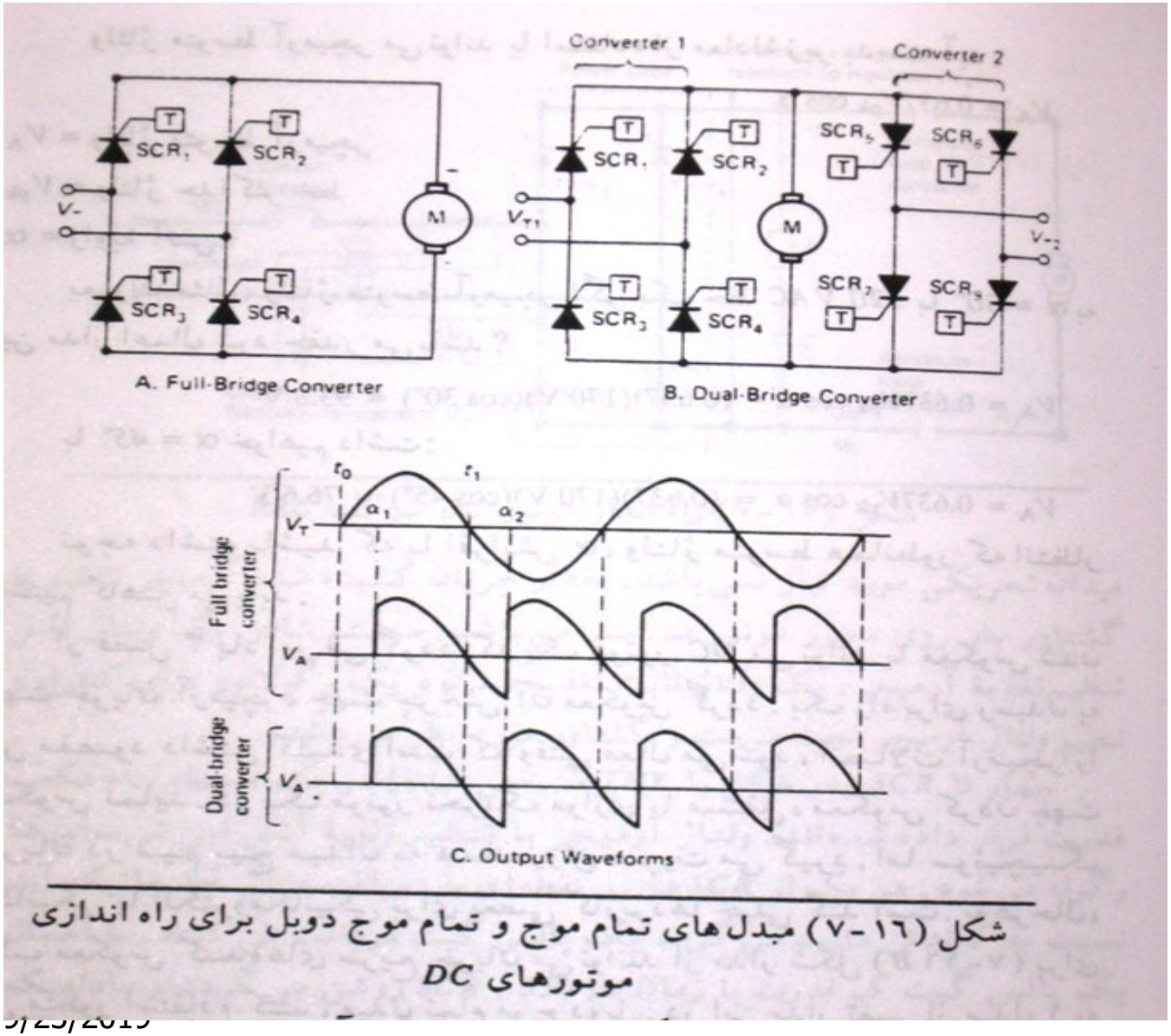
مقدار افزایش جریان گیت کشیده می‌شود. SCR تا بالا آمدن V_T به مقدار

نشان داده شده است. در خلال، زمانیکه تغذیه به طرف منفی می رود، SCR_1 خاموش جریان را سد می کند. در نتیجه هیچ قدرتی به موتور (M) اعمال نمی گردد.



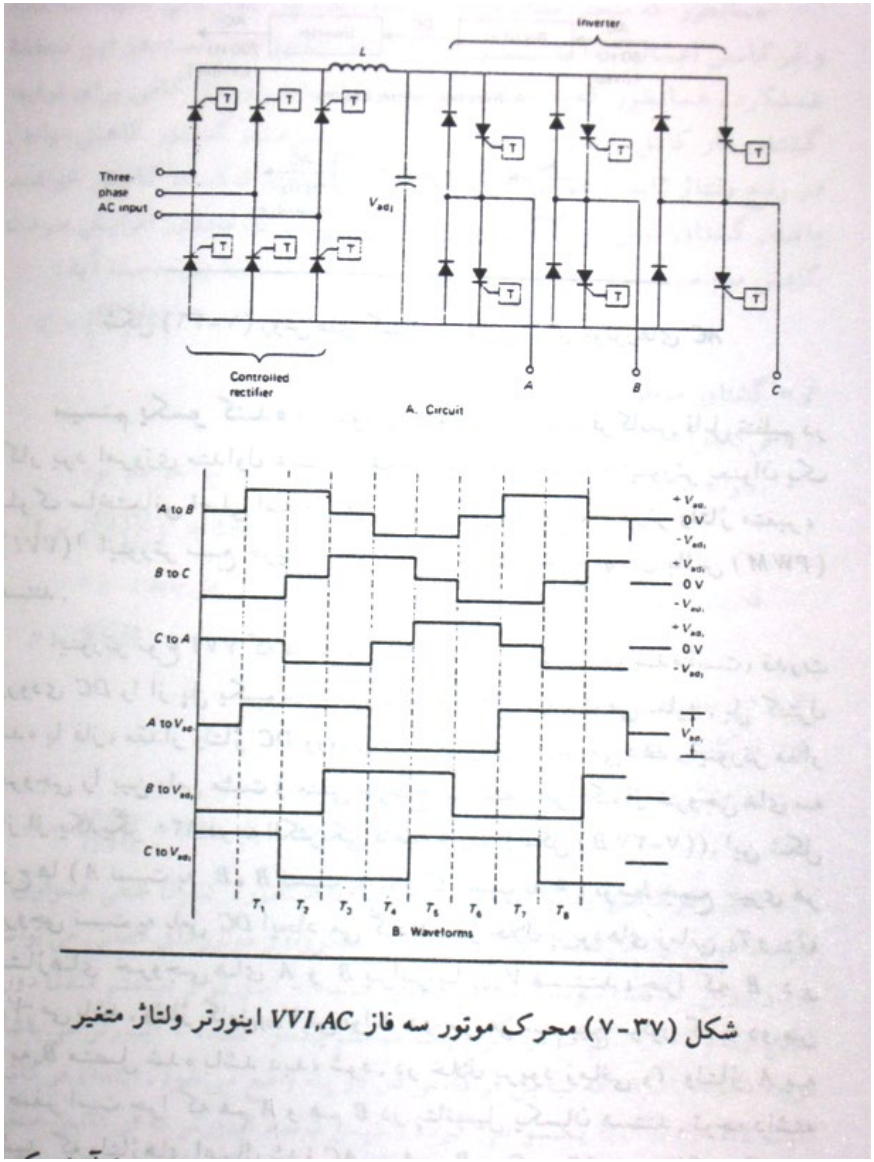
شکل (۱۵-۷) مبدل های نیم موج و نیم پل کنترل شده برای راه اندازی موتورهای DC

مبدل تمام موج



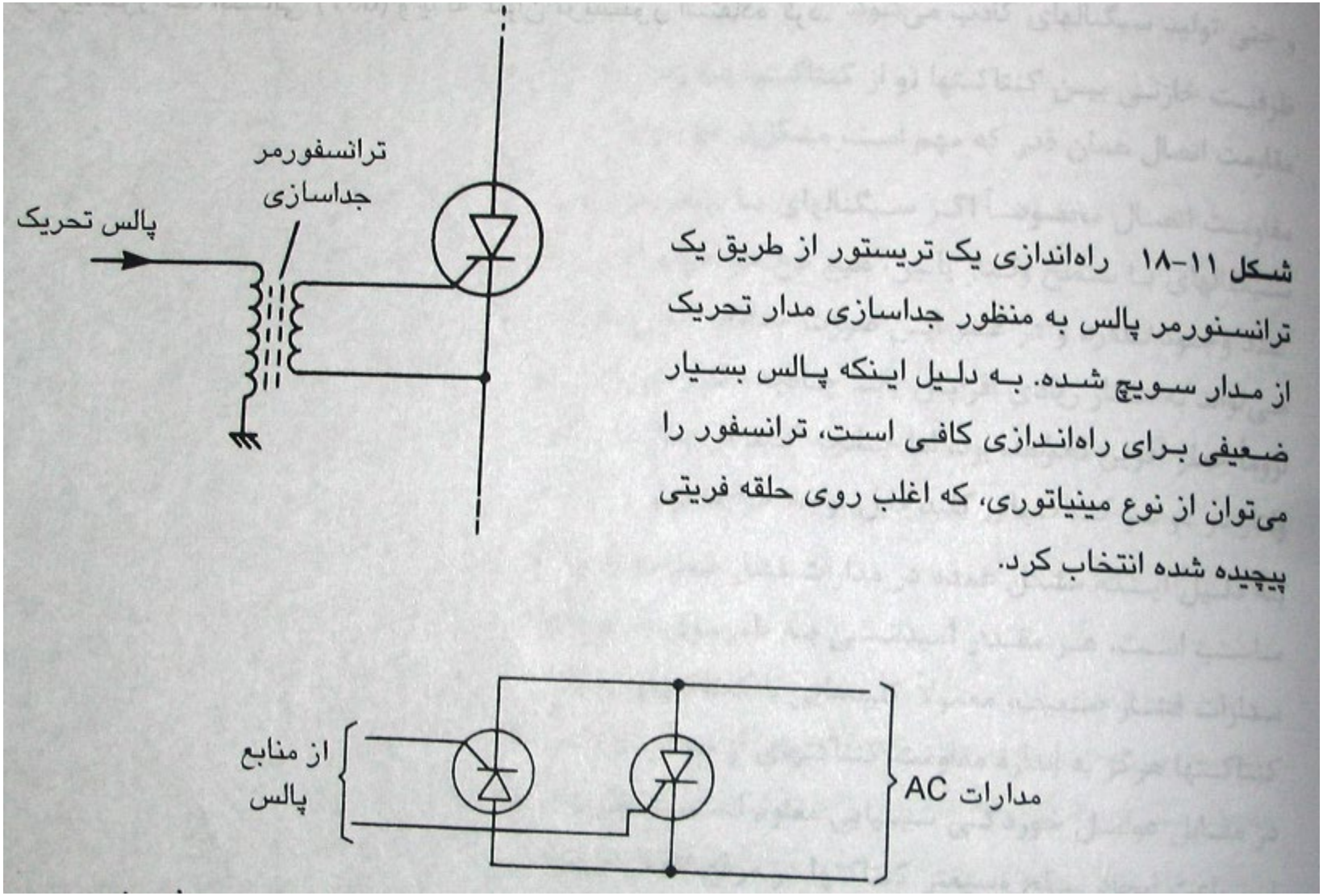
شکل (۱۶-۷) مبدل های تمام موج و تمام موج دوبل برای راه اندازی موتورهای DC

مدار اینورتر

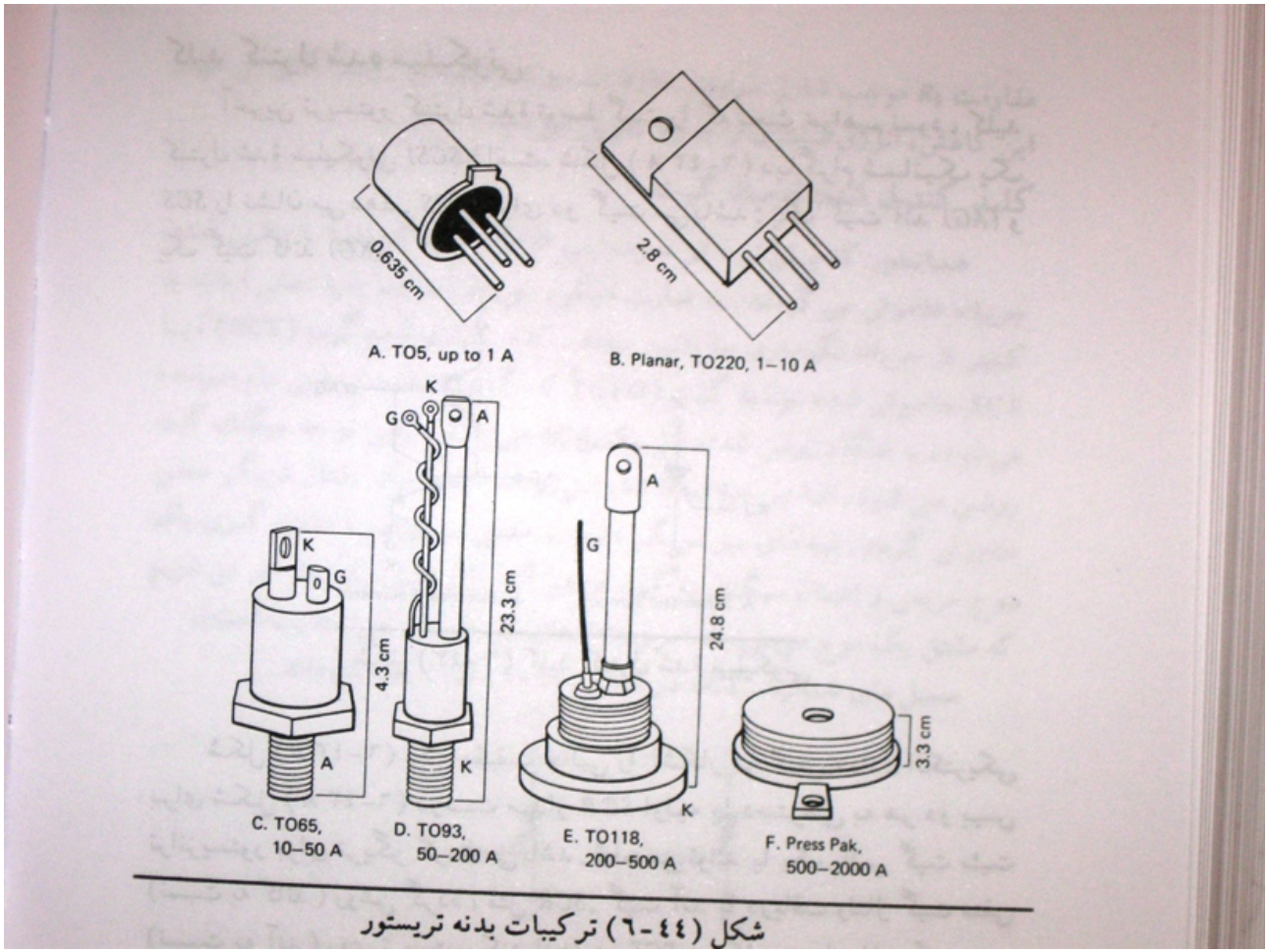


شکل (۳۷-۷) محرک موتور سه فاز *VVI,AC* اینورتر ولتاژ متغیر

تریستور



شکل ۱۱-۱۸ راه‌اندازی یک تریستور از طریق یک ترانسنورمر پالس به منظور جداسازی مدار تحریک از مدار سویچ شده. به دلیل اینکه پالس بسیار ضعیفی برای راه‌اندازی کافی است، ترانسفور را می‌توان از نوع مینیاتوری، که اغلب روی حلقه فریتی پیچیده شده انتخاب کرد.



شکل (٤٤-٦) ترکیبات بدنه تریستور