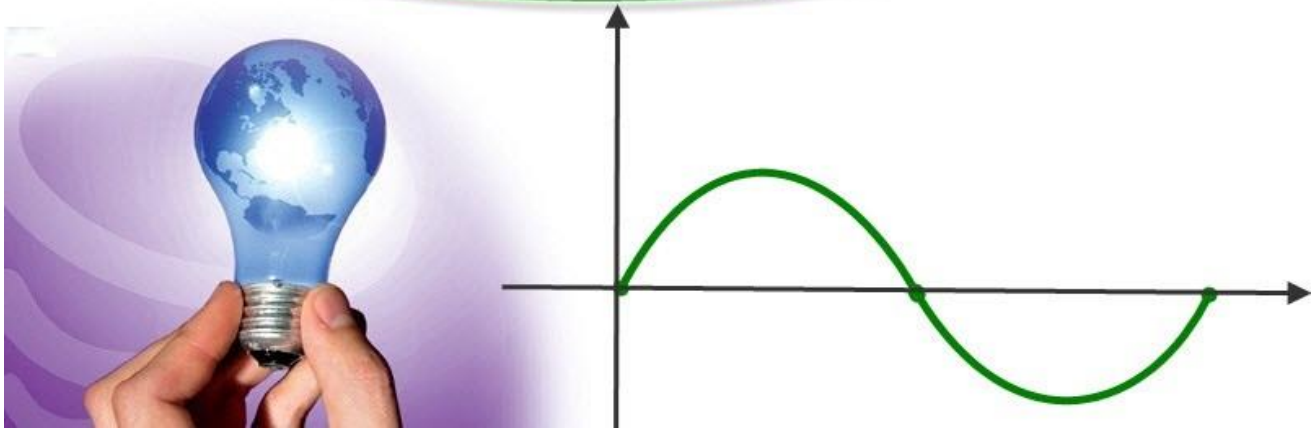
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بسم الله الرحمن الرحیم



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

طراحی و ساخت

محرکه موتور جریان مستقیم

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.
(شماره پروژه = ۴۸۳)
پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

چکیده:

هدف این پروژه طراحی و ساخت یک دستگاه محرکه الکتریکی برای راه‌اندازی وکنترل سرعت موتور DC تحریک جداگانه با توان ۲ اسب بخار می‌باشد، این دستگاه از دو قسمت اصلی مدارقدرت و مدار فرمان تشکیل شده‌است. مدار قدرت شامل یک برشگر تک ربعی کلاس A می‌باشد که توانایی تغذیه موتور تحت ولتاژ وجریان مثبت را دارا می‌باشد.این برشگر توسط مدار فرمان که دارای یک پردازنده قابل برنامه‌ریزی می‌باشد کنترل می‌شود. کنترلر دیجیتال که در پردازنده مدار فرمان پیاده‌سازی شده، مبتنی بر روش کنترلی پاسخ مرده نوش (Deadbeat Response) طراحی شده است.

از جمله مشخصه‌های برتر این محرکه DC می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- رساندن سرعت موتور به مقدار تنظیم شده توسط کاربر
- پاسخ سریع و بدون بالازدگی به ورودی پله
- راه اندازی نرم براساس محدود نمودن حداکثرجریان آرمیچر
- کاهش جریان تا سطح مجاز در صورت تشخیص اضافه بار

فهرست مطالب

موضوع **صفحه**

قدردانی---------- ب
اهدانامه---------- پ
اعلان منحصر بفرد بودن پایان نامه---------- ت
چکیده---------- ث
فهرست جدول‌ها و شکل‌ها---------- س
فهرست علائم---------- ط
فصل اول: موتورهای‌جریان مستقیم---------- ۱
۱-۱ روابط سرعت- گشتاور در حالت دائمی---------- ۲
۱-۲ تابع تبدیل موتور تحریک جداگانه---------- ۴
۱-۲-۱ شرح بدست آوردن تابع تبدیل موتور و تاکومتر-------- ۶
۱-۳ روش‌های کنترل سرعت---------- ۷
۱-۳-۱ کنترل ولتاژ آرمیچر---------- ۸

۱-۳-۲ کنترل میدان---------- ۹
۱-۳-۳ ترکیب روش های کنترل ولتاژآرمیچر و میدان--------- ۹
۱-۳-۴ کنترل مقاومت آرمیچر---------- ۱۰
۱-۴ راه‌اندازی---------- ۱۰
۱-۵ ترمز کردن---------- ۱۱
۱-۵-۱ ترمز ژنراتوری---------- ۱۱
۱-۵-۲ ترمز دینامیکی---------- ۱۱
۱-۵-۳ تعویض جهت ولتاژموتور---------- ۱۱
فصل دوم : راه‌اندازی موتورهای DC توسط برشگر---------- ۱۳
۲-۱ اصول کار برشگرها---------- ۱۴
۲-۲ تحلیل عملکرد موتور DC تحریک جداگانه---------- ۱۵
۲-۳ المان‌های بکار برده شده در ساخت راه‌انداز---------- ۱۷
۲-۳-۱ IGBT---------- ۱۸
۲-۳-۲ IGBT DRIVER---------- ۲۱
۲-۳-۳ اپتوکوپلر---------- ۲۳
۲-۳-۴ دیود---------- ۲۳
۲-۳-۵ سنسور جریان---------- ۲۴
فصل سوم: طراحی کنترلر دیجیتال---------- ۲۷
۳-۱ معرفی اجزای یک سیستم کنترل دیجیتال ---------- ۲۸

۳-۲ تبدیل Z ---------- ۲۹
۳-۳ عکس تبدیلZ---------- ۳۰
3-۴ کاربردپذیری و محدودیت‌های تحلیل و طراحی در حوزهZ--- ۳۱
3-۴-۱ نگهدار مرتبه صفر ---------- ۳۱
3-۴-۲ قضیه نمونه‌برداری---------- ۳۳
3-۵ طراحی سیستم‌های کنترل زمان-گسسته---------- ۳۳
3-۵-۱ تحلیل پایداری سیستم‌های حلقه بسته در حوزه Z------ ۳۴
3-۵-۲ تحلیل خطای حالت دائمی سیستم‌های کنترل زمان-گسسته---------- ۳۴
3-۵-۳ طراحی کنترل کننده های دیجیتال برای کمترین زمان مستقر شدن با خطای حالت دائمی صفر---------- ۳۶
3-۶ محاسبات مربوط به کنترلر---------- ۳۸
3-۷ انتگرال گیرضد Windup---------- ۴۰
فصل چهارم : میکروکنترلرهای AVR---------- ۴۳
۴-۱ آشنایی با میکروکنترلرهایAVR ---------- ۴۳
۴-۱-۱ امکانات کلی یک AVR---------- ۴۴
۴-۲ LCD های کاراکتری ---------- ۴۷
۴-۳ صفحه‌کلید ماتریسی ---------- ۴۹
۴-۳-۱ روش راه ندازی---------- ۵۰

۴-۴ مبدل آنالوگ به دیجیتال ---------- ۵۱
۴-۴-۱ روش کاهش نویز بر روی ADC----------۵۲
۴-۴-2 تنظیمات مربوط به مبدل آنالوگ به دیجیتال---------۵۳
۴-۵ تایمر و کانتر---------- ۵۴
۴-۵-۱ تنظیمات تایمرکانترصفر---------- ۵۵
۴-۵-۲ تنظیمات تایمر کانتر یک---------- ۵۸
۴-۶ قابلیتهای نرم افزاری--------- ---------- ۵۹
فصل پنجم: نتایج عملی---------- ۶۱
فصل ششم: جمع بندی وپیشنهادات---------- ۶۹
مراجع---------- ۷۰
پیوست۱---------- ۷۱

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فهرست جدول‌ها و شکل‌ها

الف) فهرست جدولها

جدول ۱-۱ نتایج مشاهدات و اندازگیری‌های مربوط به بدست‌آوردن مقادیر G_{tacho} و τ_m

جدول ۲-۱ جدول صحت تراشه 6N137

جدول ۲-۲ مشخصات دیود BYT87

جدول ۳-۱ تبدیل Z

جدول ۴-1 اتصال LCD به پورتهای میکروکنترلر

جدول ۵-2 پایه‌های LCD

الف) فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱ مدار معادل موتور تحریک‌جداگانه

شکل ۱-۲ مدار معادل آرمیچرموتور D C

شکل۱-۳ مشخصه‌های سرعت-گشتاور موتورهای DC

شکل۱-۴ مدل دینامیکی یک موتور تحریک جداگانه

شکل ۱-۵ نمودار بلوکی موتور dc تحریک جداگانه با کنترل آرمیچر

شکل ۲-۱ مدار معادل برشگر- شکل موجهای جریان و ولتاژ برشگر

شکل ۲-۲ مدار معادل برای دوره وظیفه و دوره هرزه‌گردی راه‌اندازی موتور توسط برشگر

شکل ۲-۳ الف ساختار IGBT – ب مدار معادل IGBT

شکل ۲-۴ الف - مشخصه ماسفت IRF460 ب – مشخصه IGBT HGTP12N60A4

بر حسب دمای قطعه I_{CE} شکل ۲-۵ نمودار

شکل ۲-۶ نحوه اتصال IR2121

شکل ۲-۷ مدار معادل 6N137

شکل ۲-۸ شیوه راه‌اندازی سنسور ACS712ELCTR-20A-T

شکل ۳-۱ دیاگرام بلوکی یک سیستم کنترل دیجیتال ساده شده

شکل ۳-۲ نگهدار مرتبه صفر

شکل ۳-۳ سیستم کنترل زمان-گسسته

شکل ۳-۴ سیستم کنترل دیجیتال و دیاگرام معادل آن

شکل ۳-۵ پاسخ پله سیستم بدون اعمال کنترلر

شکل ۳-6 بلوک دیاگرام کلی سیستم با حلقه کنترلی

شکل ۳-7 بلوک دیاگرام سیستم حلقه بسته و پاسخ سیستم به ورودی پله

شکل ۳-۸ اثر انتگرال گیر Windup

شکل ۳-۹ بلوک دیاگرام استفاده شده برای مقابله با اثر انتگرال گیر Windup

شکل۴-۱ انواع میکرو کنترلر های

شکل۴-۲ تراشه ATMEGA16

شکل۴-۳ شماتیک lcd

شکل۴-۴ شماتیک صفحه‌کلید

شکل۴-۵ کیبرد ماتریسی

شکل ۴-۶ اتصال کیبرد به میکرو

شکل ۴-۷ ساختار مبدل آنالوگ به دیجیتال

شکل۴-۸ نحوه ی پیکربندی ADC

شکل ۴-۹ پیکربندی تایمر صفر

شکل ۴-۱۰ دیاگرام زمانی Mode Fast PWM

شکل۴-۱۱ پیکربندی تایمر یک

شکل ۴-۱۲ فلوچارت کنترلر

شکل ۵-۱ موج ولتاژ کلکتور ـ امیترIGBT

شکل ۵-۲ جریان عبوری کلکتور ـ امیترIGBT

شکل ۵-۳ جریان عبوری از دیود هرزه‌گرد

شکل ۵-۴ جریان عبوری از آرمیچر موتور

شکل ۵-۵ پاسخ پله حلقه بسته سیستم

شکل ۵-۶ شماتیک مدار فرمان

شکل ۵-۷ شماتیک مدار قدرت

WikiPower.ir

لیست علائم و اختصارات

T_m = گشتاور مکانیکی (N-m)

φ= شار مغناطیسی هر قطب بر حسب وبر(web)

I_a= جریان آرمیچر (A)

V= ولتاژ(V)

R_a= مقاومت مدار آرمیچر (Ω)

ω_m=سرعت آرمیچر ($\frac{rad}{s}$)

T= گشتاور حاصله موتور (N-m)

J = ممان اینرسی سیستم موتور- بار ($kg\text{-}m^2$)

B = ضریب اصطکاک چسبندگی $(\frac{N-m}{rad/sec})$

δ = دوره وظیفه(Duty Cycle)

E = نیرو ضد محرکه القایی مدار آرمیچر

τ_a = ثابت زمانی مدار آرمیچر(L_a/R_a)

i_{a1} =جریان آرمیچر پس از بسته شدن کلید

i_{a2} =جریان آرمیچر پس از باز شدن کلید

f = فرکانس کلید زنی

WikiPower.ir

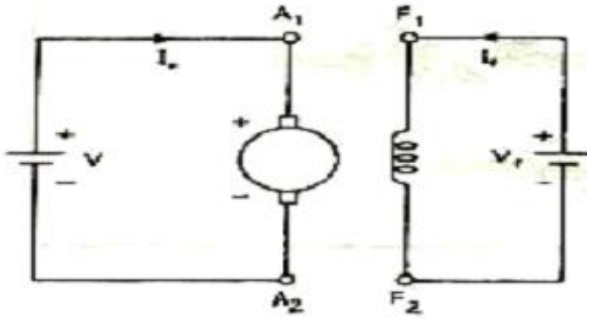
۱ موتورهای جریان مستقیم

محرکه‌های DC بطور وسیع در کاربردهایی که به سرعت متغیر کنترل‌پذیر، تنظیم مناسب سرعت وحالت‌های کاری نظیر ترمزی، تعویض جهت حرکت و راه‌اندازی نیاز دارند، به کار برده می‌شوند.

برخی کاربردهای مهم این محرکه‌ها عبارتند از: غلتک‌های نورد صنایع فلزی، غلطک‌های کاغذ، آسانسورها، ماشین‌های ابزار و موتورهای کششی نظیر قطارهای برقی.

در این فصل روابط سرعت- گشتاور در حالت دائمی، روش‌های کنترل سرعت، راه‌اندازی ورفتار دینامیکی موتورهای DC تشریح می‌شوند.

در شکل ۱-۱ مدار معادل موتور DC تحریک جداگانه نشان داده شده است. در موتور تحریک جداگانه، ولتاژهای تحریک و آرمیچر بطور مستقل از یکدیگر می‌تواند کنترل شوند.[۱]



شکل ۱-۱ مدار معادل موتور تحریک‌جداگانه

۱-۱ روابط سرعت- گشتاور در حالت دائمی[۱]

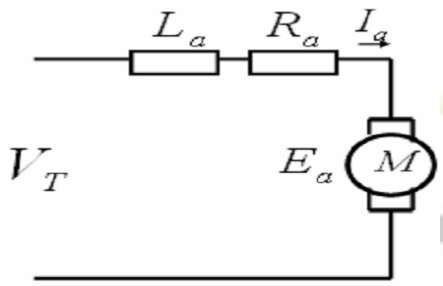
مدار معادل آرمیچر موتور DC درحالت دائمی در شکل ۱-۲ نشان داده شده است.مقاومت R_a مقاومت مدار آرمیچر ا ست. در صورتی که موتور تحریک جداگانه دارای سیم‌پیچی جبران ساز با شد، این مقاومت برابر با مجموع مقاومت سیم‌پیچی آرمیچر و سیم پیچی جبران ساز می با شد. معادلات اساسی موتور DC بصورت زیرمی‌باشد:

$$E = K_e \phi \omega_m$$

$$V = E + R_a I_a$$

$$T = K_e \phi I_a$$

$$\omega_m = \frac{V}{K_e \phi} - = \frac{V}{K_e \phi} - \frac{R_a}{(K_e \phi)^2} T$$



شکل ۱-۲ مدار معادل آرمیچرموتور D C

φ= شار مغناطیسی هر قطب بر حسب وبر(web)

I_a= جریان آرمیچر (A)

V= ولتاژ(V)

R_a= مقاومت مدار آرمیچر (Ω)

ω_m=سرعت آرمیچر $(\frac{rad}{s})$

T= گشتاور حاصله موتور (N-m)

K_e= ضریب ثابت

درموتورهای تحریک جداگانه، اگر ولتاژ تحریک ثابت نگاه داشته شود، در آنصورت با تغییرات گشتاور می‌توان شار را ثابت فرض نمود. اگر

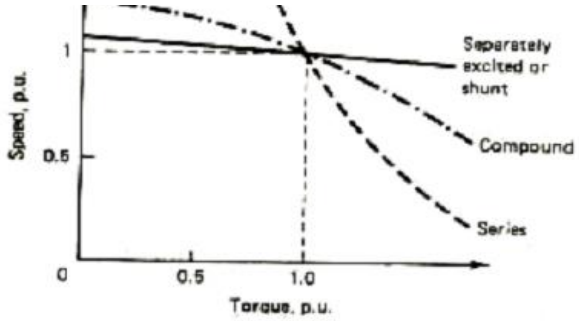
$$K_e \phi = K \quad \text{ثابت}$$

بنابراین، مشخصه سرعت –گشتاور $dT = K I_a$ تحریک جداگانه یک

شکل ۱-۴ نشان داده شده است . سرعت بی باری W_{m0} براساس مقادیرولتاژ آرمیچر و $E = K \omega_m$ ن

می شود.

$$\omega_m = \frac{V}{K} - \frac{R_a}{K} I_a = \frac{V}{K} - \frac{R_a}{K^2} T$$



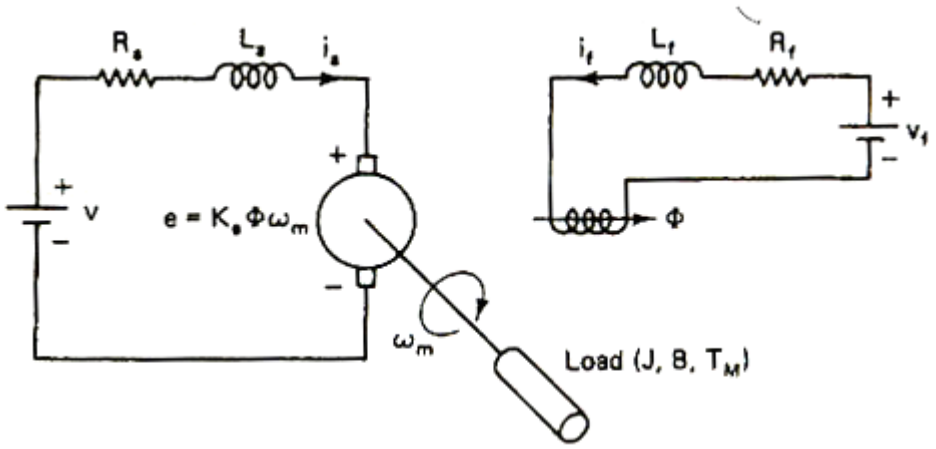
شکل ۱-۳ مشخصه‌های سرعت-گشتاور موتورهای DC

۱-۲ تابع تبدیل موتور تحریک جداگانه

برای بررسی پایداری و طراحی سیستم کنترل حلقه بسته، داشتن تابع تبدیل در شکل مناسب ضروری می‌باشد.

مدل دینامیکی یک موتور تحریک جداگانه در شکل ۱-۴ نشان داده شده‌است. ولتاژ منبع، جریان آرمیچر، نیروی ضد محرکه القایی و گشتاور مکانیکی که برای انجام کار مفید مکانیکی لازم هستند به ترتیب با v ،

i_a ، T_m نمایش داده شده‌اند. حروف کوچک برای نشان دادن مقادیر لحظه‌ای کمیت‌های متغییر با زمان بکار رفته‌اند. [۱]



شکل ۱-۴ مدل دینامیکی یک موتور تحریک جداگانه

اصطلاحات B و J به‌ترتیب ضریب اصطکاک چسبندگی برحسب $\frac{N-m}{rad/sec}$ و ممان اینرسی سیستم موتور-بار برحسب $kg\text{-}m^2$ هستند.

$e=k\ \omega_m$

معادله ولتاژ مدار آرمیچر در حالت گذرا بصورت زیر داده شده‌است:

$$v=R_a\ i_a + L_a \frac{dia}{dt} + k\ \omega_m$$

با توجه به دینامیک سیستم موتور– بار داریم :

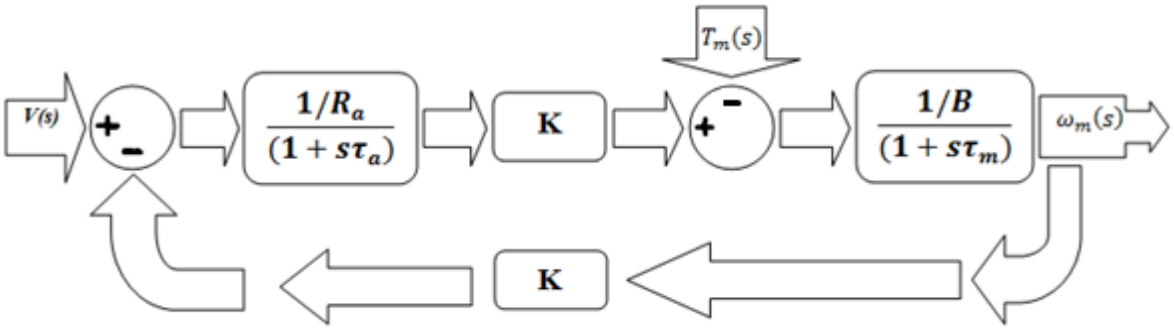
$$T=k\ i_a \qquad =T-T_m-B\ \omega_m\ J\frac{d\omega m}{dt}$$

با گرفتن تبدیل لاپلاس از طرفین معادلات بالا و با فرض شرایط اولیه صفر معادلات زیر بدست می‌آیند:

$$s\ L_a\ I_a(s) + Ra\ I_a(s) + K\ \omega_m(s) = V(s)$$

$$s\ J\ \omega_m(s) + B\ \omega_m(s) + T_m(s) = k\ I_a(s)$$

حال اثر ورودی ولتاژ را بر خروجی سرعت در حالیکه ورودی گشتاورمکانیکی صفر درنظر گرفته شده‌است بدست می‌آوریم. (شکل۱-۵)



شکل ۱-۵ نمودار بلوکی موتور dc تحریک جداگانه با کنترل آرمیچر

$$\frac{\omega_m(s)}{V(s)}\Big|_{Tl=0} = \frac{k}{k^2+(Ra+sLa)(B+sJ)}$$

با توجه به اینکه مقدار La (۰,۰۱۸H) در برابر مقدار Ra (۲,۲ Ω) کوچک می‌باشد می‌توان بطور نسبی از آن صرفه‌نظر نمود. بنابراین داریم:

$$\frac{\omega_m(s)}{V(s)}\Big|_{Tl=0} = \frac{k_m}{\tau_m s+1}$$

$$K_m = \frac{k}{k^2+BR_a} \qquad \tau_m = \frac{R_a J}{k^2+BR_a}$$

همان طور که در بالا نشان داده شده است هرچه مقادیر Ra و J کوچکتر باشند، ثابت زمانی موتور کمتر خواهد شد. [۱]

در این پروژه با استفاده از پاسخ پله که بصورت عملی بر روی موتور پیاده سازی شده است تابع تبدیل موتور بدست آمده است.

۱-۲-۱ شرح بدست آوردن تابع تبدیل موتور و تاکومتر

برای این منظور یک ولتاژ پله به پایانه‌های مدار آرمیچر اعمال شده و شکل موج خروجی تاکو که بیانگر سرعت می‌باشد، برروی اسیلسکوپ مشاهده می‌شود. τ_m یا همان ثابت زمانی موتور زمان لازم برای رسیدن سرعت موتور به ۶۳٪ مقدار نهایی آن می‌باشد. در صورتیکه ولتاژ تغذیه پله ای از شرایط سکون روتور به آن اعمال گردد، جریان راه اندازی بسیارزیادی وارد مدار آرمیچر شده که ممکن است به آن صدمه زند. برای اجتناب از این مشکل، ابتدا با افزایش تدریجی ولتاژ پایانه آرمیچر، موتور راه اندازی گردید.

سـپس کلید ولتاژ تغذیه آرمیچر قطع گردید و قبل از کاهش زیاد سـرعت رتور مجددا وصـل شـد. بدین ترتیب جریان وارده به مدار آرمیچر تا حد قابل قبولی کاهش نشـان داد. در نتیجه این آزمایش، پاسـخ به ورودی پله سرعت موتور، از یک مقدار سرعت اولیه شروع به افزایش نمود. بدیهی است در مدت یک ثابت زمانی، سـرعت رتور به میزان ۶۳٪ محدوده تغییرات سـرعت (از مقدار اولیه تا مقدار نهایی آن) را طی می کند.

با توجه به فرمول زیر k_m برابراست با نسبت ولتاژ ورودی بر سرعت موتور، در هنگامی که سرعت موتور به مقدار نهایی رسیده باشد

$$\lim_{t\to\infty} G_m(t) = \lim_{s\to 0} \frac{\omega_m(s)}{V(s)} = \lim_{s\to 0} \frac{k_m}{\tau_m s+1} = k_m$$

برای بد ست آوردن تابع تبدیل م سیر پ سخورد به تابع تبدیل تاکومتر نیاز ا ست، بدین منظور درچندین نقطه کار، سرعت موتور و ولتاژ خروجی تاکومتر را سنجیده وبا توجه به نسبت آنها تابع تبدیل تاکومتر با یک گین ثابت تقریب زده می‌شود.

$$G\ (Tacho) = \frac{\omega_m(s)}{V_{tacho}}$$

WikiPower.ir

در جدول ۱-۱ نتایج مشـا هدات و اندازگیری‌های مربوط به بدسـت‌آوردن مقادیر G_{tacho} و τ_m در نقاط کار مختلف نشان داده شده است.

جدول ۱-۱ نتایج مشا هدات و اندازگیری‌های مربوط به بدست‌آوردن مقادیر G_{tacho} و τ_m

نقاط کار	$k_m(\frac{rad}{s.v})$	τ_m(ms)	$K_{tacho}(\frac{v.s}{rad})$	$\omega_m(\frac{rad}{s})$	V_{tacho}(v)	V_{in}(v)
۱	*0.92*	104	0.566	78.4	44.4	85.5
۲	*0.91*	110	0.574	104.25	59.8	114.3
۳	*0.90*	106	0.574	130.52	75	144.9
۴	*0.91*	112	0.575	156.37	89.8	171
میانگین	*0.91*	108	0.572	–	–	–

۱-۳ روش‌های کنترل سرعت [۱]

روشهای زیر کنترل نمود ،ای *dc* نشان می دهد که سرعت را می توان با هر کدام از

کنترل ولتاژ آرمیچر

کنترل شار میدان

کنترل مقاومت آرمیچر

۱-۳ کنترل ولتاژ آرمیچر

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اگر ولتاژ آرمیچر یک موتور ***dc*** تحریک جداگانه یا تحریک سری که در یک سرعت پایدار کار می کند به مقدار کمی کاهش یابد ، آنگاه جریان آرمیچر و بنا براین گشتاور موتور کاهش خواهند یافت . چون گشتاور موتور از گشتاور بار کوچکتر خواهد بود ، شتاب موتور منفی خواهد بود. در نهایت موتور در سرعتی کمتر که در آن گشتاور موتور و بار برابر هستند مستقر می شود. اگر ولتاژ آرمیچر یک موتور تحریک جداگانه به مقدار بزرگی کاهش یابد ،ممکن است از ولتاژ ضد محرکه کوچکترشود .جریان آرمیچر معکوس شود و موتور همانند یک ژنراتور کار کرده و گشتاور منفی تولید کند . این وضعیت ادامه خواهد یافت تا سرعت بحدی کاهش یابد که نیروی ضد محرکه موتور با ولتاژ اعمال شده برابر شود . پس از آن نحوه ادامه کار موتور مشابه حالت اول است که توضیح داده شد . در مورد یک موتور سری ، حتی هنگامیکه ولتاژ آرمیچر تغییر پله ای بزرگ داشته باشد ، موتوربه صورت ژنراتور کار نمی کند و کاهش سرعت آن فقط به آن علت است که گشتاور موتور از گشتاور بار کمتر است.

از طرف دیگر ، اگر ولتاژ آرمیچر یک موتور ***dc*** که در حالت دائمی کار می کند ، افزایش یابد .جریان آرمیچر ، و بنابراین گشتاور موتور افزایش خواهند یافت . و موتور شتاب خواهد گرفت ، نتیجتا" سرعت موتور ونیروی ضد محرکه افزایش خواهند یافت . در نهایت موتوردر سرعتی بالاتر که در آن گشتاور موتور با باربرابر می شود مستقر خواهد شد .

سرعت عوض نمی شوند . با این روش یک محرکه گشتاور ثابت بدست می آید چونکه حد اکثر جریان مجاز آرمیچر ، و بنا براین حداکثر ظرفیت گشتاور موتور برای تمام سرعتها ثابت باقی می ماند .

ولتاژ ***dc*** متغییر با استفاده از هرکدام از مبدل‌های نیمه هادی زیرمی تواند به دست آید:

یکسو کننده کنترل شده (یا مبدل ***ac*** به ***dc***).

برشگر (یا مبدل ***dc*** به ***dc***).

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱-۳-۲ کنترل میدان

اگر در یک موتور تحریک جداگانه یا سرعت خاصی می چرخد، میدان تضعیف شود ، نیروی ضد محرکه القایی آن کاهش می یابد . به دلیل کوچک بودن مقاومت آرمیچر مقدار افزایش در جریان آرمیچر نسبت در محرکه‌هایی که کنترل سرعت در محدوده ای وسیع ضروری است ، دو روش کنترل ولتاژ آرمیچر و میدان با هم ترکیب می شوند . در روش کنترلی ولتاژ آرمیچر امتیاز ثابت ماندن حداکثر ظرفیت گشتاوری ماشین در تمامی سرعتها وجود دارد . لذا در هر جایی که امکان داشته باشد این روش بکار گرفته می شود ، و از روش کنترل میدان برای دستیابی به سرعتهایی که با روش کنترل ولتاژ آرمیچرقابل حصول نیستند ، استفاده می شود . در چنین محرکه هایی ، سرعت مربوط به حالتی که ولتاژ آرمیچر در مقدار نامی و تحریک هم کامل است ، سرعت مبنا نامیده می شود. این سرعتی است که موتور در آن بر روی مشخصه سرعت – گشتاور طبیعی کار می کند . از حالت سکون تا سرعت نامی و اغلب از ولتاژ منبع بیشتر می شود . پس ، جریان آرمیچر نه فقط کاهش می یابد بلکه جهت آن نیز اغلب عوض می شود . در اینحالت موتور همانند یک ژنراتور کار می کند و به منبع انرژی می دهد . این انرژی از انرژی جنبشی موتور و بار گرفته می شود . یک کاهش سریع در سرعت رخ می دهد و نهایتا موتور در یک سرعت جدید کمتر از سرعت قبل ، مستقر می شود که در آن گشتاور موتور و بار برابر هستند . در موتور سری افزایش میدان ، جریان آرمیچر را به نسبت بیشتری افزایش می دهد (اما جهت آن عوض نمی شود) . چون گشتاور موتور از گشتاور بار کمتر است ، سرعت موتور کم می شود و نهایتا در سرعتی پایین تر مستقر می شود که در آن گشتاور موتور و بار هم برابرهستند.

۱-۳-۳ ترکیب روش های کنترل ولتاژ آرمیچر و میدان

تغییرات سرعت با کنترل ولتاژ آرمیچر به دست می آید و در این محدوده سرعت ، میدان در مقدار نـامی خود ثابت نگاه داشته می شود . سرعتهای بالاتر از سرعت مبنا با روش کنترل ولتاژ آرمیچر نمی توانند به دست آیند چونکه ولتاژ آرمیچر موتور نبایستی از مقدارنامی بیشتر شود . بنا براین ، سرعتها ی بـالاتر از سرعت مبنا با روش کنترل میدان به دست می آیند این نـوع محرکـه هـا عبارتنـد از غلطکهـا ی نـورد ، کاربردهای کششی (قطارها) و غیره .

کنترل مقاومت آرمیچر ۴-۳-۱

اشکال اصلی این روش کنترل سرعت بازده کم آن می باشد . برای مثال ، برای باری با گشتاور ثابت کـل قدرت ورودی به موتور (تحریک سری و جداگانه) و مقاومـت سـری، مقـدار ثـابتی است ، درهمـان در حداکثر جریانی که از یک موتور dc در حالت های گذاری کوتاه مدت می تواند عبور کند ، جریانی اسـت که یک کمو تاسیون بدون جرقه داشته باشد و از نقطه نظر تئوری ، بـا بکـار گیـری سـیم پیچـی هـای جبران ساز در تمامی مقادیر سرعت و جریان می توان ولتاژ هایی را که با کموتا سـیون جریـان مخالفـت کرده و ایجاد جرقه می کنند ، بطور کامل حذف نمود. اما در عمل مشاهده شـده اسـت کـه بـا افـزایش مقدار جریان ،کامل انجام نمی شود و با عبور جریان از یک حد معین ، جرقه پدیدار می شود.

۱-۴ راه‌اندازی [۱]

WikiPower.ir

اگر موتور با ولتاژ نامی راه اندازی شود ، برای یک موتور با انـدازه متوسـط ، جریـان بـه حـدود 20 برابـر جریان نامی خواهد رسید . جریانی به این بزرگی منجر به جرقه های شدید در کموتا تور و افزایش بـیش از حد درجه حرارت در سیم پیچ های موتور شده و به آن آسیب می‌رساند . بنا بـر ایـن محـدود نمـودن جریان به یک حد بدون خطر در زمان راه‌اندازی و ضروری می شود . اینکار با کاهش ولتاژ دو سر موتـور در لحظه راه اندازی و افزایش تدریجی آن با سرعت گرفتن موتور حاصل می‌شود .

۱-۵ ترمز کردن [۱]

سه روش ترمز برای موتورهای DC وجود دارد.

۱. ترمز ژنراتوری
۲. ترمز دینامیکی یا ترمز رئوستای

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳. ترمز با اعمال ولتاژ معکوس

۱-۵-۱ ترمز ژنراتوری

در ترمزهای ژنراتوری، انرژی تولید شده توسط ماشین به منبع تغذیه تحویل داده می شود. معمولا منبع توانایی ذخیره این انرژی را ندارد، لذا انرژی برای تغذیه بارهای دیگر متصل به منبع بکار گرفته می‌شود. چنانچه منبع توانایی جذب انرژی را نداشته باشد و بارهای دیگری هم وجود نداشته باشند، نمی‌توان از ترمز ژنراتوری استفاده نمود.

اگر با استفاده از روش‌های خاصی، ولتاژ ضدمحرکه E از ولتاژ منبع V بزرگتر شود، جهت جریان در موتور عکس می‌شود در این حالت ماشین بصورت ژنراتور و منبع بصورت یک جذب کننده انرژی عمل خواهندنمود.

۱-۵-۲ ترمز دینامیکی

در این روش موتور DC از منبع تغذیه جدا شده و مدار آرمیچر به مقاومت مناسبی متصل می شود، موتور بصورت یک ژنراتور عمل کرده و گشتاوری ترمزی تولید می‌شود. البته در این روش انرژی گرفته‌شده از بار در مقاومت سری شده با آرمیچر بهدر رفته و قابل بازیابی نمی‌باشد.

۱-۵-۳ تعویض جهت ولتاژ موتور

اگر سرهای ورودی آرمیچر (یا جهت منبع) یک موتور تحریک‌جداگانه در حالتی‌که می‌چرخد عوض شود، ولتاژ منبع و ولتاژ القایی بصورت هم‌جهت عمل می‌کنند و جهت جریان موتور معکوس خواهدشد و گشتاور ترمزی تولید خواهدشد.

زمانیکه موتور در سرعت نامی می‌چرخد، ولتاژ القایی تقریبا برابر ولتاژ منبع است. بنابراین در شروع ترمز، کل ولتاژ در مدار آرمیچر تقریبا ۲ ولت خواهد بود. لذا برای محدود نمودن جریان به یک حد بدون خطر، مقاومتی برابر با دو برابر مقاومت راه‌اندازی لازم می‌باشد.این روش ترمز کاملا بی‌بازده است. نه‌تنها قدرت تغذیه‌شده توسط بار بلکه قدرت گرفته‌شده از منبع نیز در مقاومتها تلف می‌شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲ راه‌اندازی موتورهای DC توسط برشگر

برشگرها برای کنترل موتورهای ***dc*** بکار گرفته می‌شوند. چونکه مزایایی نظیر راندمان بالا، انعطاف پذیری در کنترل، وزن سبک، اندازه کوچک، پاسخ سریع و امکان ترمز ژنراتوری تا سرعتهای بسیار پائین را دارند. محرکه‌های ***dc*** کنترل شده با برشگرها درموتورهای کششی و سرو موتورها کاربرد دارند. در موتورهای کششی، در نقل و انتقال زیرزمینی، در وسایل نقلیه باطری‌دار همچون بالابرهای چنگالی وواگنهای برقی و غیره استفاده می‌شوند، و در کاربردهای کششی با تغذیه ***1500*** ولت ***dc*** جایگزین کنترل کننده‌های مقاومتی شده‌اند.

برای کنترل یک موتور ***dc*** در آرایش‌های حلقه‌باز و حلقه بسته، برشگرها نسبت به یکسوکننده‌های کنترل شده برتریهایی دارند. بدلیل بزرگتر بودن فرکانس اعوجاج ولتاژ خروجی در برشگر، اعوجاج جریان آرمیچر موتور کمتر است

۲-۱ اصول کار برشگرها [۱]

نمودار مداری وشکل موج های حالت دائمی یک برشگر در شکل ۲-۱ نشان داده شده‌اند. یک منبع DC با ولتاژ V یک بار القایی را از طریق کلید ترانزیستوری S تغذیه می‌کند. کلید ترانزیستوری بصورت متناوب با یک دوره تناوب T کار می‌کند. این کلید برای مدت زمان $t_{on}=\delta T$ بسته وبعد از آن تا انتهای دوره تناوب باز می‌باشد $(0< \delta<1)$. متغییر $\delta =(t_{on}/T)$ دوره وظیفه یک برشگر نامیده می‌شود.

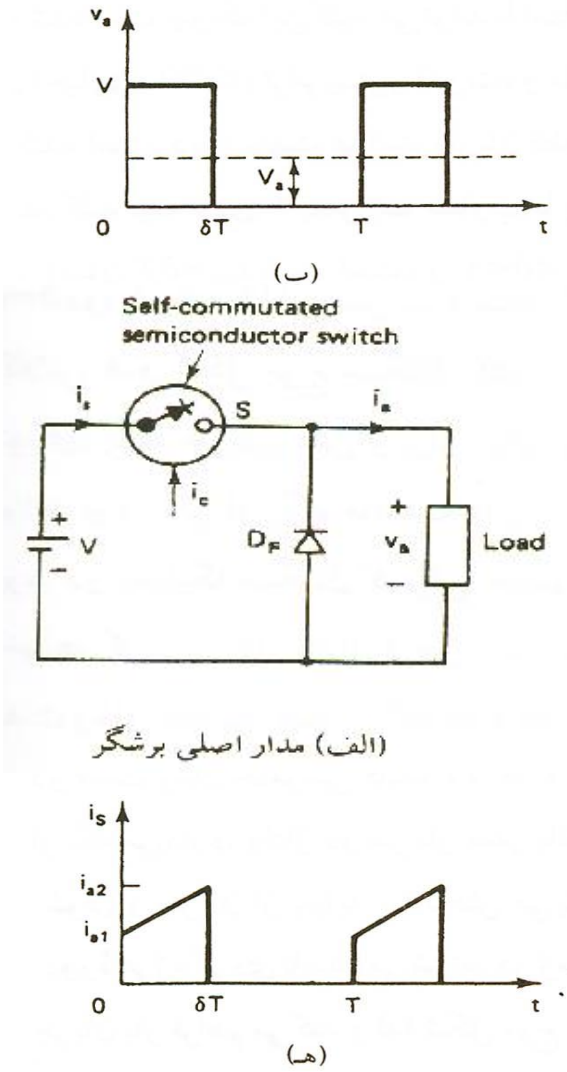
در شکل ۲-۱ الف مدار یک برشگر کلاس A دیده می‌شود. این برشگر فقط قادر به ایجاد ولتاژ وجریان مثبت است. بنابراین یک برشگر تک ربعی است که توانایی کنترل موتور تحریک جداگانه در ربع اول را دارد. چون این برشگر می‌تواند یک ولتاژ خروجی از V تا صفر را فراهم آورد یک برشگر کاهنده یا یک مبدل dc به dc از نوع buck می‌باشد.

دراین پروژه از یک IGBT قدرت برای کلیدزنی استفاده شده است به همین دلیل سیگنال کنترل ولتاژ گیت-امیتر خواهد بود. در مدت زمان هدایت کلید $(0 \leq t \leq \delta T)$ ولتاژ V به بار اعمال می‌شود و جریان بار از i_{a1} به i_{a2} افزایش می‌یابد.در مدت زمان خاموشی کلید $(\delta T \leq t \leq T)$ اندوکتانس بار جریان را از طریق دیود D_F برقرار نگه می‌دارد وجریان از i_{a2} به i_{a1} کاهش می‌یابد. فاصله $(0 \leq t \leq \delta T)$ دوره وظیفه، وفاصله $(\delta T \leq t \leq T)$ دوره هرزه‌گردی نامیده می‌شوند. دیود D_F از ایجاد ولتاژهای گذرایی که در اثر تغییر ناگهانی جریان بار ممکن است در دو سر کلید پدید آید جلوگیری می‌کند. منبع تنها در دوره وظیفه به بار توان تحویل می‌دهد در این دوره جریان منبع با جریان بار یکسان است. مولفه dc یا مقدار متوسط ولتاژ بار V_a بصورت زیر بدست می‌آید:

$$Va = \frac{1}{T}\int_0^T V_a \quad dt = \frac{1}{T}\int_0^{\delta T} V dt = \delta V$$

با کنترل δ از صفر تا یک، ولتاژ بار را می‌توان از صفر تا v تغییر داد. بنابراین با استفاده از برشگر می‌توان از یک ولتاژ ثابت dc، یک ولتاژ متغیر dc بدست آورد. برای کنترل $\delta =(t_{on}/T)$ کلید S را می‌توان با روش‌های مختلفی کنترل نمود،که در این پروژه روش TRCبا فرکانس ثابت مبنا کار قرار گرفته

شـــده‌اســـت. در این روش دوره تناوب برش‌ها ثابت نگاه داشـــته می‌شـــود و مدت زمان هدایت کلید برای کنترل δ تغییر داده می‌شود.

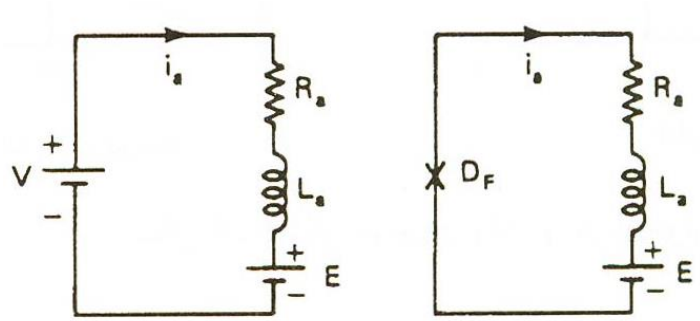


شکل ۲-۱ مدار معادل برشگر- شکل موجهای جریان و ولتاژ برشگر

۲-۲ تحلیل عملکرد موتور DC تحریک جداگانه

در این بخش تحلیل حالت دائمی و عملکرد یک موتور DC تحریک جداگانه که با یک برشگر تک‌ربعی

کلاس A شکل ۲-۱ تغذیه می‌شود تشریح می‌شود. مدار معادل برای دوره وظیفه و دوره هرزه‌گردی در شکل ۲-۲ نشان داده شده‌است. [۱]



شکل ۲-۲ مدار معادل برای دوره وظیفه و دوره هرزه‌گردی راه‌اندازی موتور توسط برشگر

در طی دوره وظیفه از کل انرژی تغذیه‌شده توسط منبع قسمتی توسط آرمیچر جذب و به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود، و قسمتی در مقاومت R_a و کلید به حرارت تبدیل می‌شود و مابقی انرژی در اندوکتانس L_a ذخیره می‌شود. این انرژی ذخیره شده در دوره هرزه‌گردی، جریان آرمیچر را برقرار نگه می‌دارد و هیچ انرژی از منبع دریافت نمی‌شود. هنگامیکه اندوکتانس مدار آرمیچر کم و جریان آرمیچر کوچک است، ممکن است که انرژی ذخیره شده برای برقرار نگه داشتن جریان در طول مدت هرزه‌گردی و قطع بودن کلید S کافی نباشد، بخصوص اگر ولتاژ القایی E بزرگ باشد یا اینکه مدت زمان قطع بودن کلید S طولانی باشد. در این حالت ممکن است جریان آرمیچر در طول زمان هرزه‌گردی کار مدار صفر شود و هدایت غیر پیوسته پدیدآید. [۱]

امروز با وجود قطعات نیمه هادی سریع، فرکانس کار برشگرها بحدی می‌تواند افزایش یابد که حالت عادی کار موتور در حالت دائمی، هدایت غیر پیو سته ظاهر نشود. هدایت غیر پیو سته فقط در حالت گذرا ممکن است رخ دهد. از این جهت تحلیل حالت دائمی فقط برای هدایت پیوسته در نظر گرفته می‌شود.

در برشگرها مقدار فراز به فرود اعوجاج جریان برابر است با :

$$\Delta i_a = i_{a2} - i_{a1} = \frac{V}{R_a} \frac{1 + e^{\frac{T}{\tau a}} - e^{\frac{T\delta}{\tau a}} - e^{\frac{T(1-\delta)}{\tau a}}}{1 - e^{\frac{T}{\tau a}}}$$

τ_a = ثابت زمانی مدار آرمیچر(L_a/R_a)

i_{a1} =جریان آرمیچر پس از بسته شدن کلید

i_{a2} =جریان آرمیچر پس از باز شدن کلید

f = فرکانس کلید زنی

شرط بیشینه شدن اعوجاج جریان عبارت است از:

$$\frac{d(\Delta i_a)}{d\delta} = 0$$

از مساوی صفر قرار دادن مشتق بالا متوجه خواهیم شد بیشترین اعوجاج در موجک جریان و به تبع آن بیشترین احتمال در ناپیوسته شدن جریان در $\delta = 0.5$ می‌باشد. [۲]

به ازای $4f L_a >> R_a$ و $\delta = 0.5$ حداکثر اعوجاج جریان بصورت زیر تقریب زده می‌شود:[۲]

$$\Delta i_{a\,max} = \frac{V}{4f\,L_a}$$

WikiPower.ir

با توجه به مشخصات الکتریکی موتور و در نظر گرفتن حداکثر ۱۰٪ اعوجاج جریان نامی آرمیچر داریم:

V =220v $i_{a\,nominal}$ = 9 A L_a =18 mH R_a = 2.2Ω

$$0.9 = \frac{220}{4*f*18*10^{-3}}$$ f=3.395 kHz

۲-۳ المان‌های بکار برده شده در ساخت راه‌انداز

انتخاب المانی که بتواند نیازهای یک طرح را در عمل جوابگو باشد از پایه‌ای‌ترین اصول مهندسی می‌باشد، زیرا بسیاری از طرح‌ها در عالم شبیه‌سازی صحیح می‌باشند ولی هنگام پیاده‌سازی به علت بکار نگرفتن المان‌های مناسب عملی نمی‌شوند. بنابراین در این بخش برآن شدیم تا نیم‌نگاهی به مشخصه‌ها و

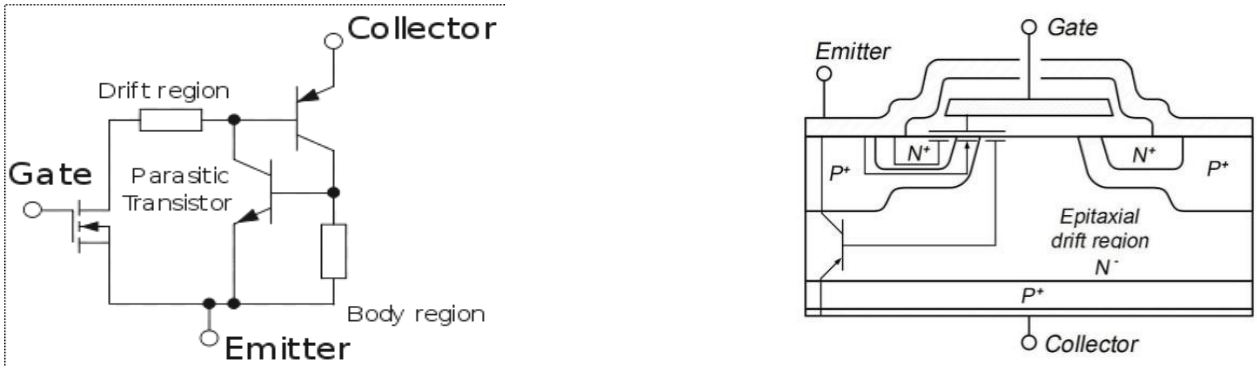
قابلیت‌های نسبی عناصر بکار گرفته شده در این پروژه داشته باشیم، البته باید متذکر شویم در برخی موارد قیمت مناسب و موجود بودن قطعات در بازار ایران را بر مشخصه برتر آنها ترجیح داده‌ایم. از جمله قطعات بکار گرفته‌شده در ساخت راه‌انداز مورد بحث می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- Igbt مدل HGTP12N60A4
- Igbt driver مدل ir2121
- Diod مدل byt87 و byt32
- Optocoupler مدل 6n37
- سنسور جریان مدل ACS712ELCTR-20A-T

۲-۳-۱ IGBT

IGBT یک ترانزیستور دو قطبی می باشد که فرمان اعمال شده به آن توسط پایه GATE انجام می شود از دیدگاه خروجی مانند ترانزیستور دو قطبی است و از دیدگاه ورودی ویژگی های FETرا دارد . این قطعه به عنوان یک ترانزیستور با قابلیت هدایت در ناحیه جریان – ولتاژ بالا و همچنین افت ولتاژ بایاس مستقیم متوسط (در حدود ۱/۸ ولت) قطعه ایده‌الی برای بکارگیری در برشگرها محسوب می‌شود. ساختار IGBT مشابه تریستورها، متشکل از دو ترانزیستور دو قطبی NPN , PNP و یک MOSFET با گیت عایق شده است. در شکل ۲-۳ الف و ب، بترتیب ساختار داخلی و مدار معادل IGBT نشان داده شده است.

این ترانزیستورها تحت تاثیر میدان الکتریکی می باشند و میدان الکتریکی تولید شده در آنها به وسیله شارژ و دشارژ شدن خازن ساختار داخلی این المان ها انجام می پذیرد. ثابت زمانی شارژ و دشارژ خازن ورودی توسط حاصل ضرب ظرفیت خازنی گیت امیتر و مقاومت سری شده با آن بدست می آید هر چقدر مقدار این ثابت زمانی کمتر باشد سوییچینگ سریعتر و به صورت صفر و یک کامل انجام می شود.



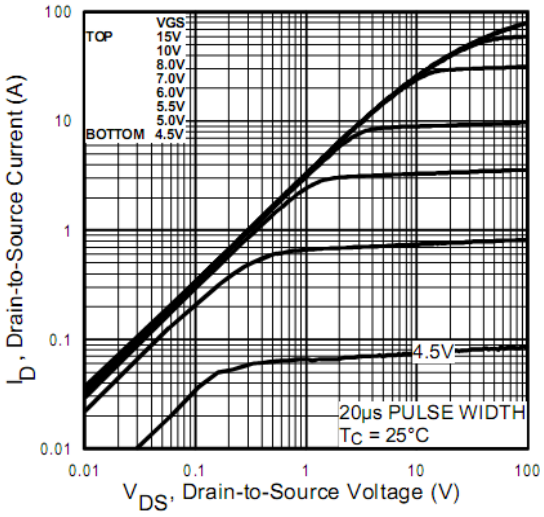
(ب) (الف)

شکل ۲-۳ الف ساختار IGBT – ب مدار معادل IGBT

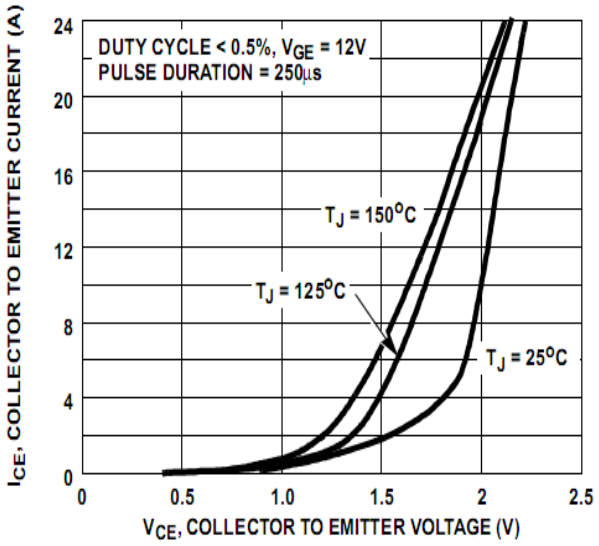
IGBT نسبت به ماسفت دارای افت ولتاژ هدایت کمتر وبه تبع آن دارای تلفات گرمایی کمتری می‌باشد. به همین دلیل خنک سازی آن ساده‌تر ا ست، تنها مقداری راه‌اندازی آن نسبت به ما سفت م شکل تر می‌با شد.در شکل ۲-۴ نمودارم شخ صه هدایت کلید ما سفت IRF460 وم شخ صه هدایت کلید IGBT با شماره HGTP12N60A4 را مشاهده می‌نمایید.

در راه اندازی ماسفت‌های قدرت چنانچه ولتاژ گیت – سورس بیشتر ازا۱۰باشد ماسفت روشن خواهدشد

و تفاوتی بین جریان درین با ولتاژهای گیت ۱۰V و ۱۵V نمی‌باشد. و اگر ولتاژ گیت – سورس نزدیک به ۳V برسد ماسفت خاموش خواهدشد



(الف)



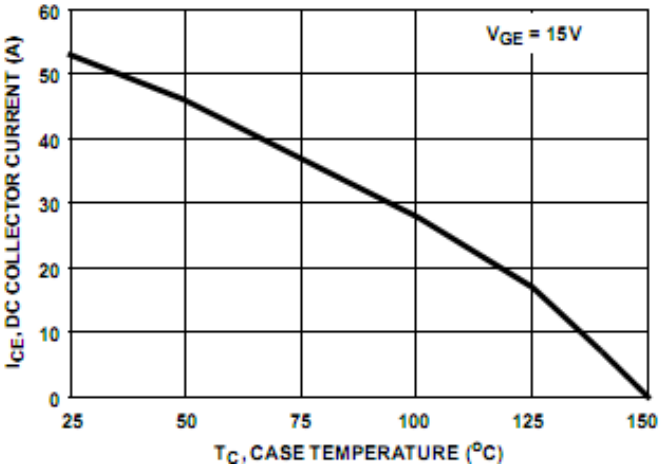
(ب)

شکل ۲-۴ الف - مشخصه ماسفت IRF460 ب – مشخصه IGBT HGTP12N60A4

ولی IGBT ها به این صورت نیستند بین ولتاژ گیت – امیتر ۱۰V و ۱۵V تفاوت بسیاری در جریان کلکتور ایجاد می‌شود و باید با توجه به برگه اطلاعات IGBT ولتاژ مناسب را برای روشن کردن IGBT اعمال کرد. چنانچه این نکته درنظر گرفته نشود، ممکن است IGBT کاملاً روشن نشده و در ناحیه خطی کار کند و این امر تلفات را افزایش می‌دهد و حتی ممکن است سبب آسیب رسیدن به IGBT شود.

ترانزیستور IGBT HGTP12N60A4

این IGBT از نوع N کانال می‌باشد و قابلیت تحمل ۶۰۰V و جریان ۶۰A را دارد، البته برطبق نمودار نشان داده شده در شکل ۲-۵ هرچه دمای ترانزیستور افزایش یابد میانگین حداکثر جریان DC قابل تحمل قطعه کاهش پیدا خواهد کرد بطوریکه در دمای ۱۰۰ °C این جریان به کمتر از 30A کاهش می‌یابد. ولتاژ کلکتور- امیتر این قطعه در حالت اشباع بسیار کم و در حدود 2v می‌باشد.



بر حسب دمای قطعه I_{CE} شکل ۲-۵ نمودار

۲-۳-۲IGBT DRIVER

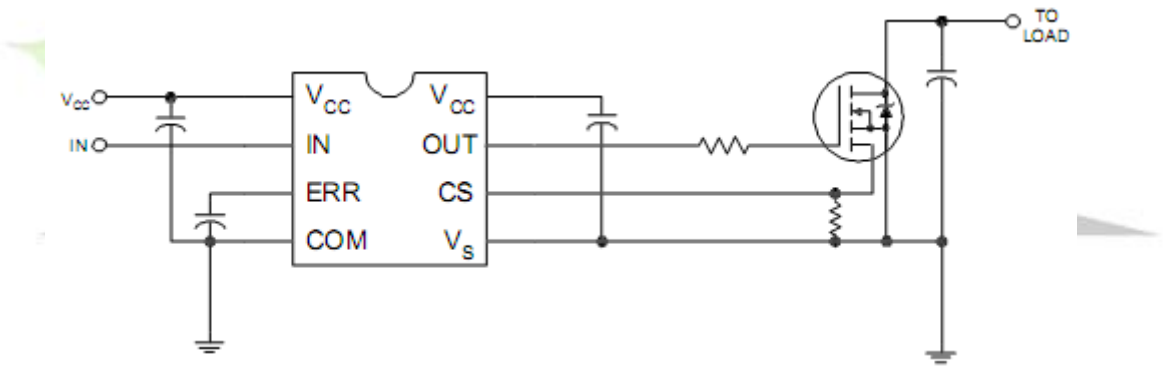
عنصر igbt نیازمند ولتاژ گیت–امیتر جهت کنترل میزان هدایت میان کلکتور و امیترش است .این ولتاژ تو سط مدارهای راه انداز مختلفی می تواند اعمال شود همانطور که در مباحث قبلی ا شاره شد به علت وجود ظرفیت خازنی در ورودی IGBT، برای هرچه سریعتر رو شن و خاموش کردن این قطعه نیاز اســت بتوان این ظرفیت خازنی را با ســرعت زیادی شــارژ و دشــارژ نمود. برای این منظور به مداری نیازمندیم که جریان‌دهی و جریان‌کشی خوبی داشته‌باشد. مدار راه انداز تأثیر به سزائی بر عملکرد igbt از نظر اتلاف روشنی و خاموشی، توانایی حفاظت اتصال کوتاه و زمان سوئیچینگ دارد.

نکاتی که در انتخاب یک راه انداز باید لحاظ شوند به طورخلاصه عبارتند از:

- تهیه ولتاژ گیت–امیتر مناسب به منظور قرارگرفتن در ناحیه اشباع igbt
- تهیه جریان اولیه نسبتاً زیاد در فرآیند روشن شدن به جهت کاهش اتلاف کلیدزنی.
- فراهم آوردن ایزولاسیون کافی میان مدار قدرت و کنترل.
- محافظت igbt به هنگام اتصال کوتاه.

در این پروژه از تراشه IR2121 به عنوان طبقه راه‌انداز استفاده شده‌است. در شکل ۲-۶ نحوه استفاده از این تراشه نمایش داده شده است. این تراشه دارای ویژگی‌های مناسبی از جمله موارد زیر می‌باشد:

- تغذیه پایه گیت در محدوده ۱۲-۱۸ ولت
- خاموش کردن IGBT در صورت کاهش دامنه ولتاژ Vcc
- زیر نظر داشتن و محدود کردن جریان عبوری از IGBT
- هم فاز بودن ورودی و خروجی
- قابلیت جریان‌دهی تا سقف 1A
- قابلیت جریان‌کشی تا سقف 2A

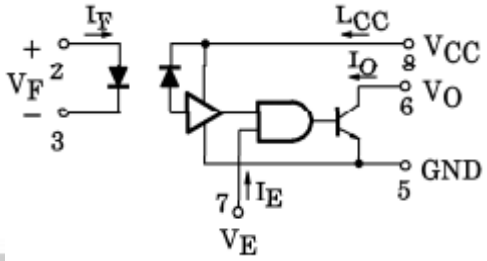


شکل ۲-۶ نحوه اتصال IR2121

این تراشه بطور پیوسته ولتاژ دو سر مقاومت قرار گرفته‌شده در امیتر IGBT را که با جریان عبوری از آن در ارتباط اســت، زیرنظر دارد، چنانچه اندازه این ولتاژ به مرز 230mV برســد، IGBT را خاموش کرده و پس از کاهش سطح جریان و رسیدن ولتاژ به زیر 200mV مجددا IGBT را روشن می‌نماید. در این پروژه سعی شده ا ست جریان عبوری از موتور تو سط میکروکنترلر ب صورت نرم افزاری کنترل شود ولی برای ایجاد حا شیه اطمینان هرچه بیشتر با استفاده از ویژگی نام‌برده شده تراشه، جریان بصورت آنالوگ تحت نظر گرفته شده‌است.

۲-۳-۳ اپتوکوپلر

در راه‌اندازهای صنعتی به علت وجود ولتاژهای بالا در قسمت قدرت و جلوگیری از تاثیر این سطوح ولتاژ بر روی مدار فرمان، نیاز به ایزولاسیون مدار قدرت از مدار فرمان می‌باشد. معمولا برای این منظور از قطعاتی مانند اپتو کوپلر و ترانس پالس استفاده می‌شود، که در این پروژه از اپتوکوپلر 6N137 استفاده شده است.این تراشه بسیار پر سرعت می‌باشد بطوریکه fall Time و Rise Time آن در حدود 30ns می‌باشد، همچنین پایه های ۵ تا ۸ این تراشه که در قسمت قدرت قرار می‌گیرند تا حد 2500Vrms از پایه‌های ۲ و۳ که در قسمت فرمان قرار می‌گیرند ایزوله می‌باشند. در شکل ۲-۷ مدار معادل تراشه نمایش داده است.



شکل ۲-۷ مدار معادل 6N137

مطابق جدول ۲-۱ که جدول صحت تراشه می‌باشد، خروجی و ورودی این تراشه not یکدیگرند.

جدول ۲-۱ جدول صحت تراشه 6N137

INPUT	ENABLE	OUTPUT
H	H	L
L	H	H
H	L	H
L	L	H

۲-۳-۴ دیود

با توجه به اینکه جریان نامی موتور 9A و ولتاژ ورودی برشگر 220V می‌باشد نیاز به بکارگیری دیودی با قابلیت تحمل این سطح جریان و ولتاژ در چرخه هرزه‌گردی می‌باشد. برای این منظور از دیود byt87 استفاده شده‌است که در جدول ۲-۲ مشخصات آن ارائه شده‌است.

جدول ۲-۲ مشخصات دیود BYT87

نماد	اندازه	پارامتر
V_F	1.8V	افت ولتاژ هدایت
I_R	10uA	جریان معکوس
t_{fr}	350ns	زمان بازیابی مستقیم
t_{rr}	150ns	زمان بازیابی معکوس
V_R	1000V	ولتاژ شکست
I_{FAV}	15A	میانگین جریان مستقیم

۲-۳-۵ سنسور جریان

با علم به این موضوع که جریان عبوری از مدار آرمیچر نباید از حد معین شده بر روی پلاک اسمی موتور بالاتر رود، باید بنحوی این جریان را تحت نظر داشته باشیم. برای این منظور باید از سنسور جریان بهره

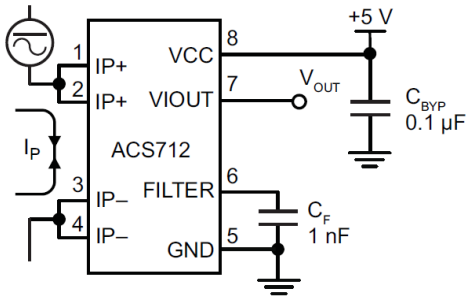
جســت. با توجه به اینکه معمولا از خروجی ســنســورها در مدار فرمان اســتفاده می‌شــود، بهتر اســت خروجی‌های سنسور از ورودی‌های آن ایزوله باشند.

در زیر به برخی از ویژگی‌های سنسور جریان ACS712ELCTR-20A-T اشاره شده‌است :

- سنسور جریان بسیار کوچک با مقاومت داخلی بسیار کم 2mΩ
- اندازه گیری جریان از 20- آمپر تا ۲۰+ آمپر
- میزان حساسیت ۱۰۰ میلی ولت بر آمپر
- توانایی اندازه گیری جریان مستقیم و متناوب
- زمان تغییر خروجی فقط در ۵ میکرو ثانیه
- حداکثر فرکانس عملیاتی 80KHZ
- خطا حداکثر ۱٫۵٪ در دمای ۲۵ درجه
- تغذیه ۵ ولت
- دمای کاری از ۴۰- درجه تا ۸۵ درجه سانتیگراد
- حداقل 2.1KV ایزولاسیون بین پایه‌های ۱ تا ۴ و ۵ تا ۸

WikiPower.ir

سنسور جریان ACS712ELCTR-20A-T بصورت SMD می‌باشد. در شکل ۲-۸ چگونگی قرار گیری این قطعه در مدار نشان داده شده‌است. همانطور که از شکل پیداست پایاهای ۱ تا ۴ در قسمت قدرت و ۵ تا ۸ در قسمت فرمان قرار می‌گیرند.



شکل ۲-۸ شیوه راه‌اندازی سنسور ACS712ELCTR-20A-T

چنانچه جریان عبوری از این تراشه صفر آمپر باشد ولتاژ القا شده بر پایه خروجی (پایه ۷) +2.5V می‌باشد. ولتاژ خروجی این سنسور به ازای هر آمپر تغییر در دامنه جریان عبوری 100mV تغییر می‌نماید بطوریکه در جریان +20A ولتاژ خروجی +4.5V و در جریان -20A ولتاژ خروجی +0.5V می‌باشد.

در ساخت پروژه مورد بحث نیاز به تامین سطوح مختلف ولتاژ DC جهت راه‌اندازی قطعات مورد استفاده می باشد. برای این منظور دامنه ولتاژ برق شهر توسط ترانسفورماتور کاهنده کاهش داده شده است و پس از یکسوسازی و صاف کردن با استفاده از فیلتر خازنی این ولتاژ توسط رگولاتور به سطح مورد نیاز تبدیل می‌شود.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳ طراحی کنترلر دیجیتال

WikiPower.ir

در صنعت برای اتوماتیک کردن فرایند هایی که بصورت دستی انجام می‌گیرد همواره به یک سیستم هوشمند که بتواند در شرایط مختلف پاسخ مطلوبی را ایجاد کند نیاز است. برای این منظور از سیستم‌های کنترلی که شیوه‌های مختلفی را برای رسیدن به پاسخ موردنظر بکار می‌گیرند استفاده می‌شود.

کنترل به شیوه آنالوگ یا دیجیتال دو روش متداول در طراحی کنترلرها محسوب می شوند که مزایا و معایبی نسبت به یکدیگر دارند. از جمله برترهای کنترل دیجیتال نسبت به آنالوگ می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- پردازش داده‌ها در کنترل کننده‌های دیجیتال ساده است و محاسبات کنترلی پیچیده را می‌توان به سهولت انجام داد.
- برنامه‌های کنترلی را می‌توان در صورت نیاز به سادگی تغییر داد.
- از دیدگاه نویز داخلی و اثرات رانش کنترل کننده دیجیتال به مراتب برتر از کنترل کننده‌های آنالوگ متناظر می‌باشد.
- در سیستم‌های کنترل دیجیتال، الگوریتم‌های کنترل سیستم‌ها به شمای کنترل خاصی نظیر PID محدود نمی‌شود و در حقیقت کنترل کننده های دیجیتال می‌توانند تنوع بی‌نهایتی از عملیات کنترل را فراهم بیاورند، دلیل عمده‌ای که چرا عملیات کنترل کنترل کننده‌های آنالوگ محدود می باشد این است که محدودیت های فیزیکی در قطعات پنیوماتیکی، هیدرولیکی، الکترونیکی وجود دارد. در طراحی کنترل کننده های دیجیتال می‌توان از چنین محدودیت هایی بکلی صرفه‌نظر نمود

از سوی دیگر کنترل کننده‌های دیجیتال معایبی نیز دارند:

- فرایند نمونه برداری و کوانتیزه کردن به خطاهای بیشتری می‌انجامد که عملکرد سیستم را تنزل می‌بخشد.
- طراحی کنترل کننده‌های دیجیتال برای جبران چنین تنزلی به مراتب پیچیده‌تر از طراحی کنترل کننده‌های آنالوگ در سطح عملکرد معادل می‌باشد.

در این فصل ابتدا مفاهیم پایه ای کنترل دیجیتال را تشریح کرده و پس از آن چگونگی طراحی کنترلر استفاده شده در این پروژه تشریح خواهد شد. [۳]

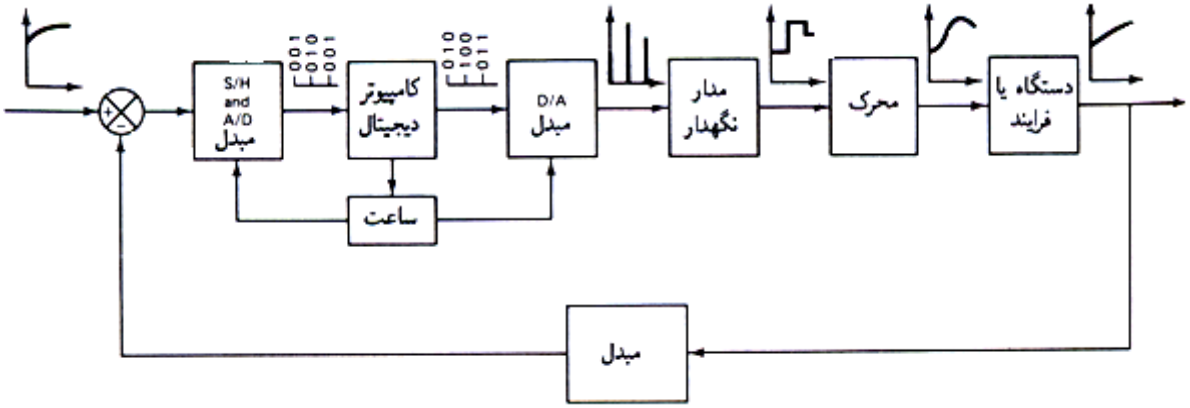
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۱ معرفی اجزای یک سیستم کنترل دیجیتال [۳]

شکل ۳-۱ دیاگرام بلوکی یک سیستم کنترل دیجیتال ساده شده را نمایش می‌دهد.

پیش از آنکه سیستم کنترل دیجیتال را بررسی کنیم لازم است برخی از اصطلاحات را که در دیاگرام بلوکی شکل ۳-۱ ظاهر شده‌اند تعریف کنیم.

نمونه بردار: عملی که سیگنالهای زمان-پیوسته را به داده‌های زمان –گسسته تبدیل می‌کند نمونه‌بردار نامند.



شکل ۳-۱ دیاگرام بلوکی یک سیستم کنترل دیجیتال ساده شده

WikiPower.ir

- **نگهدار:** عملی که داده‌های زمان-گسسته را به یک سیگنال زمان-پیوسته تبدیل می‌کند نگهدار نامند. در واقع نگهدار مداری است که به بازسازی سیگنال زمان-پیوسته از دنبال کردن داده‌های زمان گسسته می پردازد.
- **مبدل آنالوگ به دیجیتال:** این مبدل سیگنال پیوسته را به عنوان ورودی گرفته و یک سیگنال گسسته با مقادیر کوانتیزه شده متناظر با ورودی در خروجی خود قرار می‌دهد.
- **مبدل دیجیتال به آنالوگ:** این مبدل عکس عمل مبدل آنالوگ به دیجیتال را انجام می‌دهد.
- **دستگاه یا فرایند:** دستگاه یا فرایند شی فیزیکی که باید کنترل شود می‌باشد.

۳-۲ تبدیل Z [۳]

یکی از ابزارهای ریاضی که معمولا در تحلیل و ترکیب سیستم‌های کنترل زمان-گسسته بکار می‌رود تبدیل Z است. نقش تبدیل Z در سیستم‌های زمان-گسسته مشابه نقش تبدیل لاپلاس در سیستم‌های زمان-پیوسته است.

تبدیل Z یک تابع زمانی x(t) که در آن t نامنفی اســت یا دنباله‌ای از مقادیر x(kT) یا x(k) که در آن k مقادیر صفر یا مثبت را اختیار کرده و T دوره تناوب نمونه برداری است، با معادله زیر تعریف می‌شود:

$X(z)= Z[x(t)]=Z[x(kT)]=Z[x(k)]=\sum_{k=0}^{\infty} x(k)z^{-k}$

به این تبدیل، تبدیل Z یکطرفه اطلاق می‌شود.

در جدول ۳-۱ تبدیل Z تعدادی از توابع پر کاربرد آورده شده‌است.

جدول ۳-۱ تبدیل Z

X(s)	x(k)=x(kT)	X(z)
$\frac{1}{s}$	U(k)	$\frac{1}{1-z^{-1}}$
$\frac{1}{s+a}$	e^{-akT}	$\frac{1}{1-e^{-at}z^{-1}}$
$\frac{a}{s(s+a)}$	$1-e^{-akT}$	$\frac{(1-e^{-aT})z^{-1}}{(1-z^{-1})(1-e^{-aT}z^{-1})}$

۳-۳ عکس تبدیل Z

طرز نمایش عکس تبدیل z، Z^{-1} می‌باشد. عکس تبدیل z، X(z) دنباله زمانی متناظر x(k) را بدست می‌دهد. باید تذکر داده شود که از عکس تبدیل z، تنها دنباله زمانی در لحظه‌های نمونه برداری بدست می‌آید. از اینرو، عکس تبدیل z عبارت X(z) ، x(k) یکتایی بدست میدهد ولی x(t) یکتا بدست نمی‌دهد.

برای بدست آوردن عکس تبدیل z معمولا چهار روش در دسترس است. دراین پروژه ازروش محاسبه‌ای که مبنای کار رایانه‌ها برای حل معادلات تفاضلی می‌باشد استفاده شده است. شرح این روش در بخش طراحی کنترلر آمده است.

۳-۴ کاربردپذیری و محدودیت‌های تحلیل و طراحی در حوزه Z [۳]

اگرچه تحلیل وطراحی در حوزه Z برای سیستم‌های کنترل زمان-گسسته ساده و مفید می‌باشد لیکن روش تبدیل z محدودیت‌هایی در بردارد. ازجمله این محدودیت‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- از لحاظ ریاضی فرایند نمونه‌برداری با نمونه‌برداری ضربه‌ای تقریب زده می‌شود. این رفتار ریاضی تنها زمانی معتبر است که طول زمان نمونه‌برداری در مقایسه با پر اهمیت‌ترین ثابت زمانی موجود در سیستم قابل صرفنظر کردن باشد.
- روش تبدیل z تنها برای سیستم‌هایی نتایج دقیق ارائه می‌دهد که بتوان در آنها سیگنالهای موجود را با مقادیر آنها در زمانهای نمونه‌برداری دقیقا نمایش داد، یعنی سیگنال میان دو لحظه نمونه‌برداری تغییرات چشم‌گیری نداشته باشد.(برای پیدا کردن پاسخ میان دو لحظه نمونه‌برداری متوالی می‌توان از روش تبدیل z اصلاح شده استفاده نمود.)
- روش تبدیل z برای سیستم‌های تک ورودی و تک خروجی مناسب است اما برای سیستم‌های چند ورودی و چند خروجی از روش فضای حالت باید استفاده نمود.

۳-۴-۱ نگهدار مرتبه صفر

در فاصله زمانی $kT \leq t \leq (k+1)T$ سیگنال h(t) را می‌توان با یک چندجمله‌ای بر حسب τ بصورت زیر تقریب زد:

$$H(kT+\tau)=a_n \tau^n + a_{n-1} \tau^{n-1}+\ldots+a_1 \tau+a_0$$

توجه داشته باشید که سیگنال زمان پیوسته h(t) از یک دنباله زمان-گسسته x(kT) بدست آمده است بنابراین:

$h(kT)= x(kT) \quad , \quad 0 \leq t < T$

$H(kT+\tau)=a_n \tau^n+ a_{n-1} \tau^{n-1}+...+a_1 \tau+x(kT)$

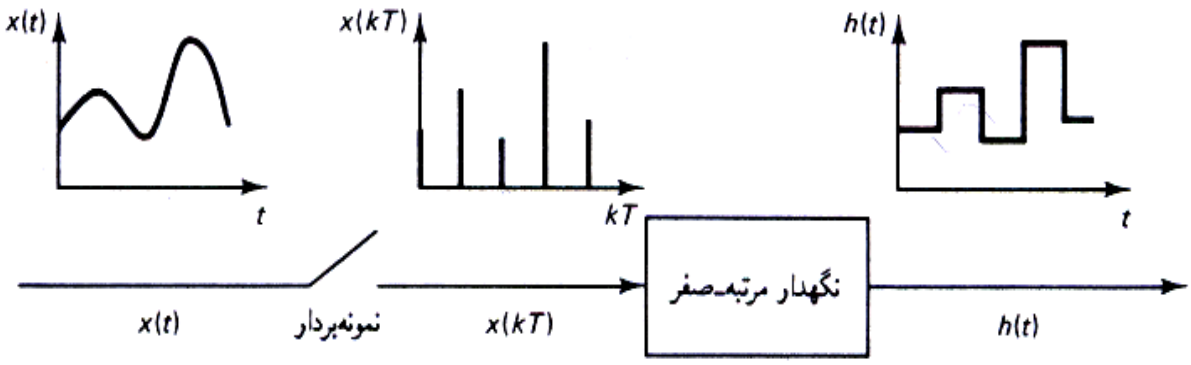
اگر مدار نگهدار داده ها یک برون یاب چند جمله‌ای مرتبه-nام باشد، آنرا یک نگهدار مرتبه-nام گویند.به علت اینکه یک نگهدار مرتبه بالاتر برای برون یابی یک سیگنال زمان-پیوسته میان لحظات کنونی نمونه‌برداری و لحظات بعدی نمونه‌برداری از نمونه های قبلی استفاده می‌کند، با افزایش تعداد نمونه‌های قبلی دقت تقریب زنی سیگنال زمان-پیوسته بهبود می‌یابد. اما این دقت بهتر به بهای تاخیر زمانی بیشتر حاصل می شود. در سیستم‌های کنترل حلقه بسته هر تاخیر زمانی اضافه شده در حلقه، پایداری سیستم را کاهش خواهد داد ویا حتی منجر به ناپایداری می‌شود.

ساده‌ترین نگهدار داده وقتی بدست نیآید که n=0 باشد، یعنی وقتی که:

$H(kT+\tau)= x(kT)$

که در آن $0 \leq t < T$ و k=o,1,2,...

معادله بالا ایجاب می کند که مدار نگهدار دامنه نمونه را از یک لحظه نمونه‌برداری تا لحظه بعدی نگهدارد. چنین نگهدار داده را نگهدار مرتبه- صفر گویند. خروجی این نگهدار مرتبه- صفر یک تابع پلکانی است که در شکل ۳-۲ نشان داده شده است.



شکل ۳-۲ نگهدار مرتبه صفر

تابع تبدیل یک نگهدار مرتبه-صفر مطابق فرمول زیر می‌باشد:

$$G_{h0}(s)=\frac{1-e^{-Ts}}{s}$$

T= دوره تناوب نمونه‌برداری

۳-۴- ۲ قضیه نمونه‌برداری

برای اینکه سیگنال اصلی را از یک سیگنال نمونه‌برداری شده بازسازی کنیم یک فرکانس کمینه معین وجود دارد که باید عمل نمونه‌برداری آن را براورده نماید. چنین فرکانس کمینه‌ای از قضیه نمونه‌برداری مشخص می‌شود.

قضیه نمونه‌برداری: اگر ω_s، تعریف شده بصورت $\frac{2\pi}{T}$، که در آن T دوره تناوب نمونه‌برداری است، از $2\omega_1$ بزرگتر باشد، یا

$$\omega_s > 2\omega_1$$

که در آن ω_1 بالاترین مولفه فرکانسی موجود در سیگنال زمان-پیوسته x(T) است، در اینصورت می‌توان سیگنال x(t) را از روی سیگنال نمونه‌برداری شده بازسازی نمود.

در عمل مطلوب است که در برای سیستم‌هایی با پاسخ نوسانی در هر دوره تناوب نوسان سیستم حداقل ۸ نمونه داشته‌باشیم، ولی برای سیستم‌های غیر نوسانی تا قبل از رسیدن پاسخ سیستم به مقدار نهایی حداقل به ۸ نمونه نیاز است. البته انتخاب دوره نمونه‌برداری به عوامل دیگری مانند بالاترین مولفه فرکانسی موجود در ورودی و اغتشاشاتی که ممکن است سیستم در معرض آن قرار گیرد بستگی دارد.

۳-۵ طراحی سیستم‌های کنترل زمان-گسسته

در این بخش یک روند طراحی مخصوص کنترل کننده‌های دیجیتال ارائه داده می‌شود.دراین نوع کنترلر هرگاه نوع خاصی از ورودی حوزه زمان به سیستم اعمال شود، پس از تعداد می نیمم از دوره‌های نمونه‌برداری خطا را به سوی صفر می‌کشاند ودر صفر باقی می‌ماند.

قبل از ارائه این روش لازم است موارد زیر مدنظر قرار گیرد.

۳-۵-۱ تحلیل پایداری سیستم‌های حلقه بسته در حوزه Z [۳]

برای پایداری یک سیستم باید قطب‌های حلقه بسته در صفحه z یا ریشه‌های معادله مشخصه را بررسی کرد.

$$F(z) = 1+G\,H(z)=0$$

۱. برای پایداری سیستم باید قطب‌های حلقه بسته داخل دایره واحد قرار گیرند.

۲. قرار گرفتن یک قطب ساده در z=1 یا z=-1 باعث پایداری بحرانی خواهد شد، همچنین یک جفت قطب مختلط بر روی دایره واحد در صفحه z قرار گیرد سیستم پایدار بحرانی می شود. هر قطب مکرر بر روی دایره واحد سیستم را ناپایدار می‌کند.

۳. صفرهای حلقه بسته تاثیری بر روی پایداری ندارند بنابراین می‌توانند در هر محلی از صفحه z قرار گیرند.

۳-۵-۲ تحلیل خطای حالت دائمی سیستم‌های کنترل زمان-گسسته [۳]

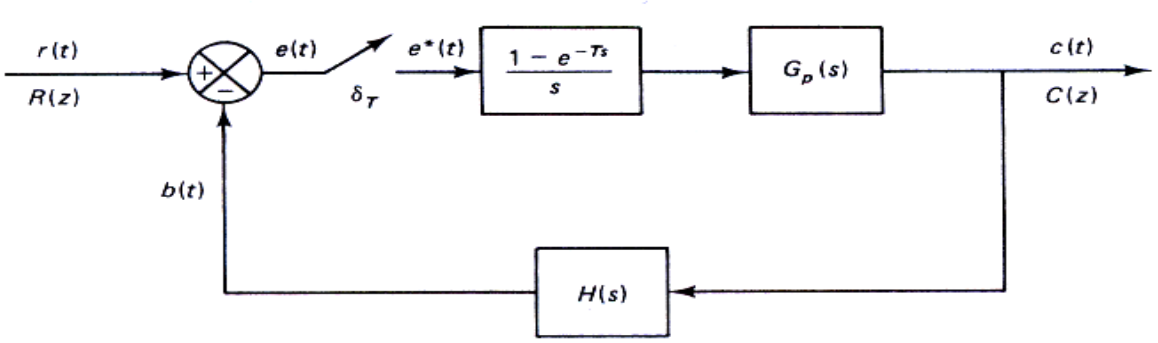
سیستم کنترل زمان-گسسته نشان داده شده در شکل ۳-۳ را در نظر بگیرید.فرض می‌کنیم که سیستم پایدار است و بنابراین می‌توان برای یافتن مقادیر حالت دائمی قضیه مقدار نهایی را اعمال نمود. خطای محرک از روی شکل چنین است:

$$e(t)=r(t)-b(t)$$

خطای حالت دائمی را در لحظات نمونه برداری در نظر خواهیم گرفت.با توجه به اینکه خطای محرک نمونه‌برداری شده $e^*(t)$ است،داریم:

$$e^*_{ss}=\lim_{k\to\infty} e(kT)=\lim_{z\to 1}[(1-z^{-1})E(z)]$$

برای سیستم نشان داده شده در شکل ۳-۳ ،چنین تعریف می‌شود:



شکل ۳-۳ سیستم کنترل زمان-گسسته

$$G(z) = (1-z^{-1})\, Z[\frac{G_P(s)}{s}]$$

$$GH(z) = (1-z^{-1})\, Z[\frac{G_P(s)H(s)}{s}]$$

$$\frac{C(z)}{R(z)} = \frac{G(z)}{1+GH(z)}$$

$$E(z) = R(z) - GH(z)\, E(z)$$

$$E(z) = \frac{R(z)}{1+GH(z)}$$

$$e^*_{ss} = \lim_{z\to 1}[(1-z^{-1})\frac{R(z)}{1+GH(z)}]$$

برای ورودی پله واحد r(t)=1(t) داریم:

$$R(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$$

می‌توان خطای حالت دائمی در پاسخ به ورودی پله واحد را به شرح زیر بدست آورد:

$$e^*_{ss} = \lim_{z\to 1}[(1-z^{-1})\frac{1}{1+GH(z)}\frac{1}{1-z^{-1}}] = \lim_{z\to 1}[\frac{1}{1+GH(z)}]$$

ثابت خطای وضعیت استاتیکی K_p را به شرح زیر تعریف می‌کنیم:

$$K_p = \lim_{z\to 1} GH(z)$$

در این صورت، خطای حالت دائمی در پاسخ به یک ورودی پله واحد را می‌توان از معادله زیر بدست آورد:

$$e^*_{ss} = \frac{1}{1+K_p}$$

خطای حالت دائمی در پاسخ به یک ورودی پله واحد وقتی صفر می‌شود که $K_p=\infty$ ، این امر لازم می‌دارد که GH(z) دارای حداقل یک قطب در z=1 باشد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۵-۳ طراحی کنترل کننده های دیجیتال برای کمترین زمان مستقر شدن با خطای حالت دائمی صفر [۳]

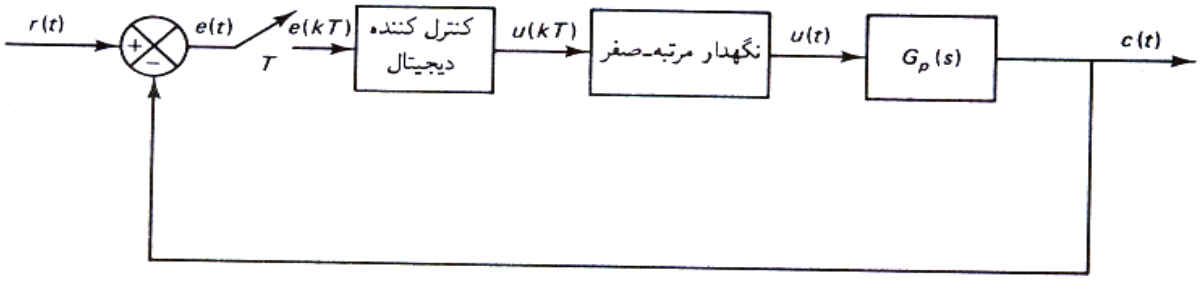
اگر پاسخ یک سیستم کنترل حلقه بسته به ورودی پله، مینیمم مقدار ممکن به زمان مستقر شدن را نشان داده، خطای حالت دائمی نداشته، و میان لحظات نمونه‌برداری هیچ موجکی وجود نداشته باشد. در اینصورت این نوع پاسخ را معمولا پاسخ مرده نوش (Deadbeat Response) گویند.

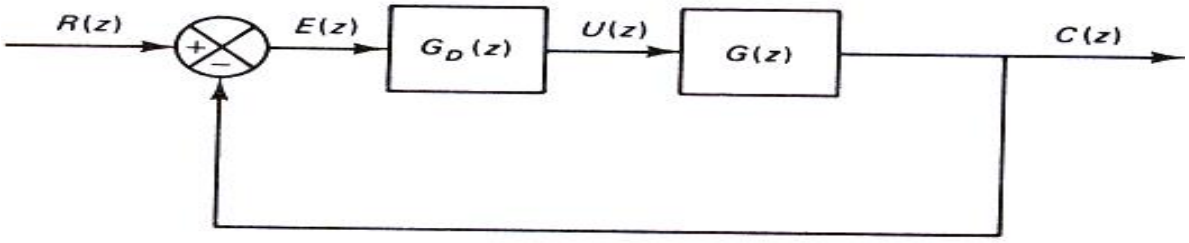
طراحی بر مبنای روش پاسخ مرده نوش توسط معیارهای زیر مشخص می‌شود:

- سیستم باید در لحظات نمونه برداری برای سیسگنال ورودی مبنای مشخص شده خطای حالت دائمی صفر داشته باشد.
- زمان پاسخ که بصورت زمان لازم برای رسیدن به حالت دائمی تعریف می‌شود باید حداقل باشد.
- کنترل کننده دیجیتال باید از نظر فیزیکی قابل تحقق باشد.

اگر فرض کنیم تبدیل z سیستم با نگهدار مرتبه صفر G(z) با شد تابع تبدیل پالسی حلقه بسته که در شکل ۳-۴ نشان داده شده است بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$F(z)=\frac{G_D(z)G(z)}{1+G_D(z)G(z)} \quad \Longrightarrow \quad G_D(z)=\frac{F(z)}{G(z)(1-F(z))}$$





شکل ۳-۴ سیستم کنترل دیجیتال و دیاگرام معادل آن

سیستم طراحی شده باید بطور فیزیکی تحقق پذیر باشد. شرایط تحقق پذیری فیزیکی، محدودیت های معینی بر روی تابع تبدیل پالسی حلقه بسته F(z) و تابع تبدیل پالسی کنترل کننده دیجیتال $G_D(z)$ تحمیل می‌کند. شرایط تحقق پذیری را می‌توان بصورت زیر بیان نمود:

۱. در جه صورت $G_D(z)$ باید کوچکتر با م ساوی درجه مخرج آن با شد. اگر د ستگاه $G_p(s)$ شامل عقب افتادگی e^{-Ls} باشد، در آنصورت سیستم حلقه بسته طراحی شده حداقل باید به همان اندازه عقب افتادگی انتقالی داشته باشد.

۲. اگر G(z) بصورت یک سری از z^{-1} گسترش داده شود، جمله با کمترین توان در گسترش سری F(z) برحسب z^{-1} حداقل باید به بزرگی جمله نظیر G(z) با شد. یعنی گسترش باید بصورت زیر باشد:

$$F(z)=a_1z^{-1}+a_2z^{-2}+...+a_Nz^{-N}$$

که در آن $N \geq n$ و n مرتبه سیستم مرتبه سیستم ا ست. این بدان معنی ا ست که وقتی سیگنال کنترل به اندازه پایاندار اعمال می‌شود دستگاه نمی‌تواند بطور لحظه‌ای پاسخ دهد، اگر گسترش سری G(z) با جمله‌ای بر حسب z^{-1} شروع می‌شود پاسخ با تاخیر حداقل به مقدار یک دوره نمونه‌برداری حاصل می‌شود.

علاوه بر شرایط تحقق فیزیکی، باید جنبه‌های پایداری سیستم نیز مورد توجه قرار گیرد. به ویژه باید از حذف کردن یک قطب ناپایدار دستگاه با یک صفر کنترل کننده اجتناب شود زیرا در غیر اینصورت سیستم ناپایدار می‌شود.

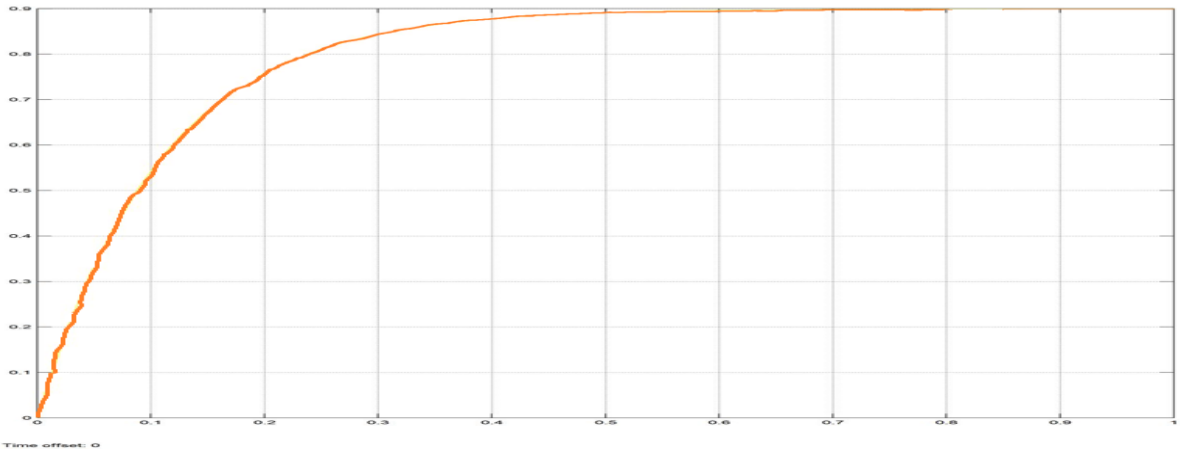
اصول طراحی بر مبنای پاسخ مرده نوش بر حذف قطب‌ها و صفرهای فرایند کنترل شده توسط صفرها قطب‌های کنترل کننده دیجیتال بستگی دارد و پس از آن صفر و قطب‌های جدید در مکان‌های منا سب در صفحه z افزوده می‌شوند.

درحالت کلی می‌توان از فرمول زیر برای طراحی کنترلر استفاده نمود:

$$G_D(z) = \frac{1}{G(z)} \frac{F(z)}{1-F(z)}$$

۳-۶ محاسبات مربوط به کنترلر

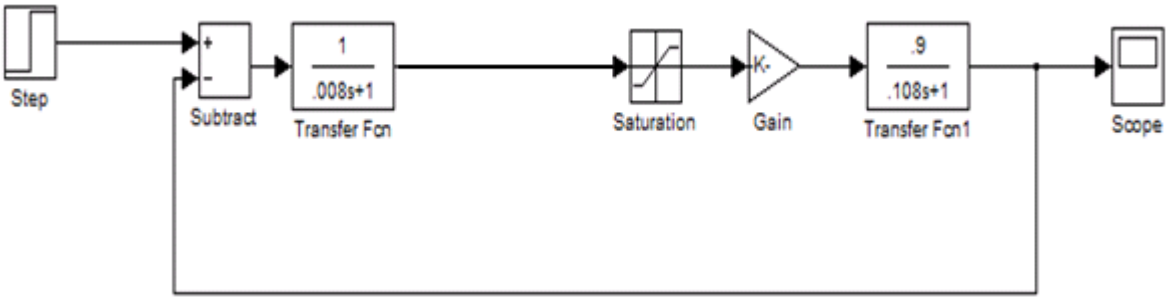
در شکل۳-۵ پاسخ پله سیستم بدون اعمال کنترلر نمایش نشان داده شده‌است.



شکل ۳-۵ پاسخ پله سیستم بدون اعمال کنترلر

برای کنترل سیستم باید از بلوک دیاگرامی مطابق شکل ۳-۶ استفاده کنیم، همانطور که در شکل ملاحظه می‌کنید تابع تبدیل کلید زنی(نمونه برداری) با فرض T=16ms بصورت زیر تقریب زده شده است:

$$\frac{1-e^{-0.016s}}{s} = \frac{1}{0.008s+1} \qquad \Rightarrow \frac{1-e^{-Ts}}{s} = \frac{1}{\frac{T}{2}s+1}$$



شکل ۳- 6 بلوک دیاگرام کلی سیستم با حلقه کنترلی

برای طراحی کنترلر دیجیتال ابتدا باید تابع تبدیل سیستم را از حوزه s به حوزه z برده شود، بنابراین داریم:

$$Z[K\,G_{zoh}G(s)] = Z[\frac{1-e^{-Ts}}{s}\,KG(s)] = K(1-z^{-1})\,Z[\frac{G(s)}{s}]$$

با جایگذاری مقادیر تابع تبدیل سیستم G(s) و گین سیستم K در فرمول بالا داریم:

$K=1.12$

$$G(s) = \frac{0.9}{0.108s+1}$$

$$Z[K\,G_{zoh}G(s)] = \frac{0.167}{Z-0.85}$$

برای اینکه پاسخ سیستم به ازای ورودی پله خطای حالت ماندگار نداشته باشد می‌توان F(z)را برابر z^{-1} قرار داد بنابراین داریم:

$$G_D(z) = \frac{1}{G(z)}\,\frac{F(z)}{1-F(z)} = \frac{Z-0.85}{0.167}\,\frac{z^{-1}}{1-z^{-1}} = 6(\frac{z-0.85}{z-1})$$

برای اینکه بتوان سیستم را توسط میکرو کنترل کرد باید تابع تبدیل کنترلر را از حوزه z به حوزه زمان تبدیل نمود بدین منظور باید از تابع تبدیل کنترلر عکس تبدیل z گرفته شود.

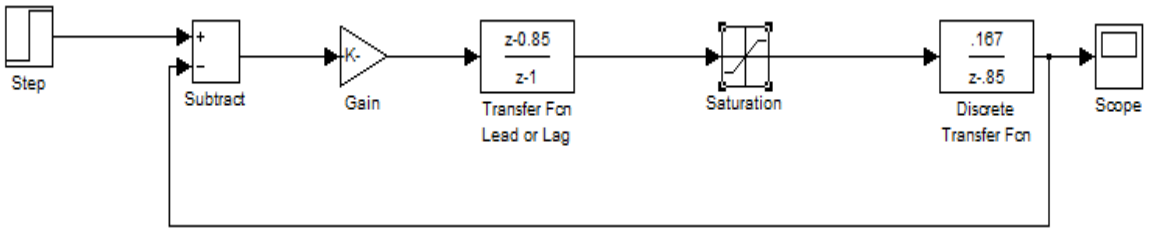
با استفاده از روش محاسباتی داریم:

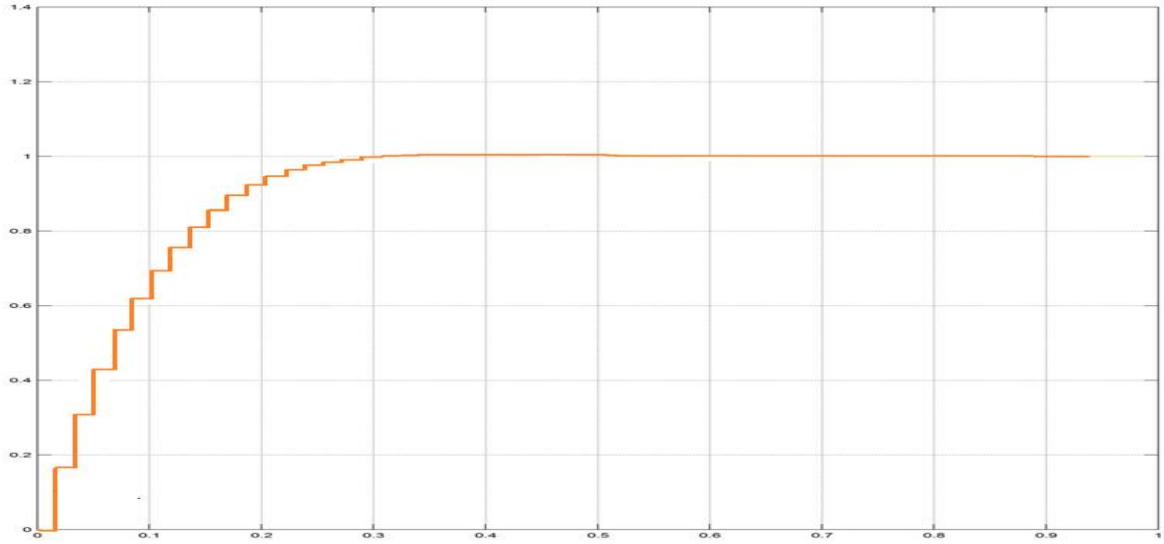
$$G_D(z) = \frac{U(z)}{E(z)} = 6(\frac{z-0.85}{z-1})$$

$$U(z)(1-z^{-1}) = 6(1-0.85\,z^{-1})\,E(z)$$

$$u(k) - u(k-1)=6e(k) – 5.1e(k-1)$$
$$u(k) = 6e(k) – 5.1e(k-1) + u(k-1)$$

در شکل ۳-7 بلوک دیاگرام سیستم حلقه بسته و پاسخ سیستم به ورودی پله نمایش داده شده است.





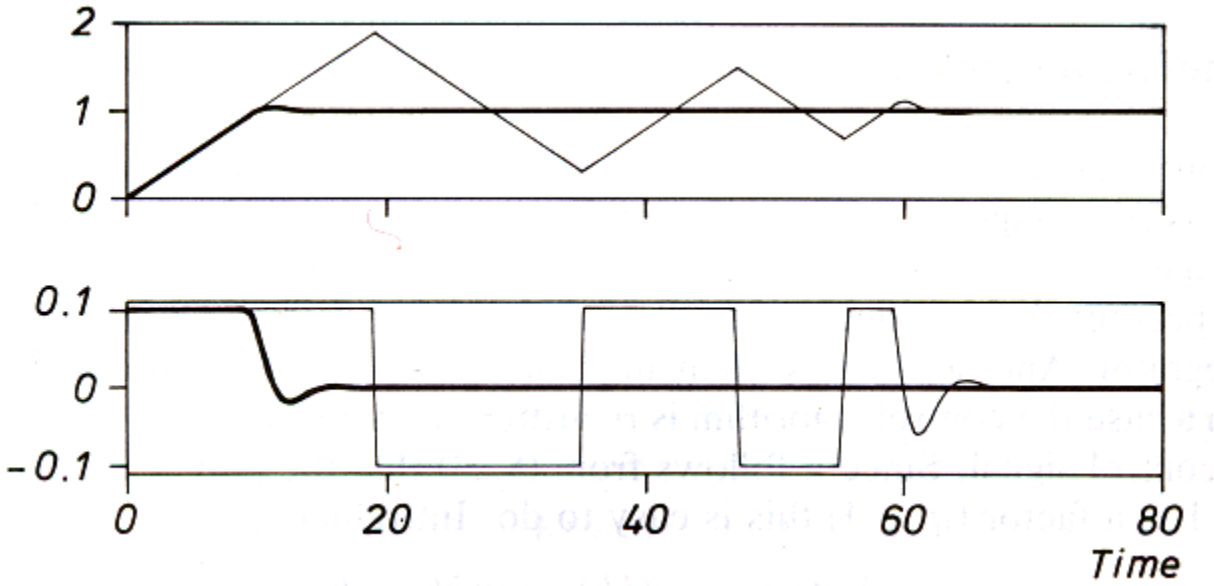
شکل ۳-7 بلوک دیاگرام سیستم حلقه بسته و پاسخ سیستم به ورودی پله

۳-۷ انتگرال گیرضد Windup [۴]

یک رگولاتور با عمل انتگرالی با یک محرک اشـــباع شـــده می‌تواند تاثیرات نامطلوبی بر روی ســـیســـتم داشته

با شد، اگر خطای انتگرالی آنقدر بزرگ با شد که انتگرال گیر محرک را ا شباع کند مسیر فیدبک شکسته می‌شـــود حتی اگر خروجی پردازنده تغییر کند محرک در حالت اشـــباع باقی می‌ماند. انتگرال گیر که یک سیستم ناپایدار است می‌تواند از مقادیر بسیار بزرگی انتگرال گیری کند، وقتی خطا در نهایت کاهش یابد انتگرال گیر ممکن است آنقدر بزرگ با شد که زمان قابل ملاحظه‌ای باید صرف شود تا اینکه انتگرال گیر

مجددا به مقدار طبیعی و نرمال باز گردد، به این اثر، انتگرال گیر Windup می‌گویند. این اثر در شـــکل ۳-۸ نشان داده شده است.



شکل ۳-۸ اثر انتگرال گیر Windup

راه‌های گوناگونی برای اجتناب از این اثر وجود دارد، یک روش، متوقف ســـاختن بروز رســـانی انتگرال به‌هنگام اشباع محرک است. روش دیگر توسط بلوک دیاگرام در شکل ۳-۹ نمایش داده شده است. در این سیستم یک مسیر فیدبک اضافی توسط اندازه‌گیری خروجی محرک و ایجاد یک سیگنال خطا (es) به عنوان اختلاف بین خروجی محرک (uc) و خروجی کنترلر (v) و دادن این خطا به انتگرال گیر با گین $\frac{1}{T}$ فراهم شده‌است.

سیگنال خطا وقتی که محرک اشباع نشده باشد صفر است، وقتی محرک اشباع شود مسیر فیدبک اضافی تلاش می‌کند تا سیگنال خطا را به صفر برساند این بدین معنی می‌باشد که انتگرال گیر باز نشانی شود تا اینکه خروجی کنترلر در محدوده اشباع باشد. انتگرال گیر پس از آن با یک مقدار مناسب با ثابت زمانی Tt که به آن ثابت تعقیب زمان گویند بازنشانی می‌شود. مزیت این طرح آن است که می‌توان به هر محرکی اعمال شود، نه‌تنها یک محرک اشباع شده، بلکه محرک‌هایی با مشخصه دلخواه مانند ناحیه مرده یا هیسترزیس تا زمانی که خروجی اندازه‌گیری شود.

اگر خروجی محرک اندازه‌گیری نشـود محرک می‌تواند مدل شـود و یک سـیگنال معادل را می‌توان از مدل آن به‌وجود آورد، همانطوری که در شکل ۳-۹ نشان داده شده است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴ میکروکنترلرهای AVR

WikiPower.ir

۴-۱ آشنایی با میکروکنترلرهای AVR [۵]

شکل۴-۱ انواع میکرو کنترلر های AVR

AV ها میکروکنترولرهای ۸ بیتی از نوع CMOS با توان مصرفی پایین هستند که بر اساس ساختار پیشرفته RISC (Reduced instruction set computer)ساخته شده اند. (شکل۴-۱)

پس از ساخت اولین نسخه های AVR در سال ۱۹۹۶، این سری از میکروکنترلرها توانست نظر علاقه مندان الکترونیک را به خود جلب کند. به طوری که امروزه یکی از پر مصرف ترین انواع میکروکنترلرها به حساب می آید.

همان طور که می دانید نمی توان هیچ نوع میکروکنترلری را به عنوان بهترین معرفی کرد چرا که هر میکروکنترلر، کاربردهای خاص خود را دارد و بر اساس خصوصیات داخلی، می تواند تنها برای موارد ویژه ای به عنوان بهترین انتخاب گردد. ولی با این حال در کل استفاده از AVR بر بقیه ترجیح دارد.

خانواده میکروکنترلرهای AVR، تراشه های پیشرفته با امکانات داخلی جانبی کامل هستند.

میکروکنترلرهای AVR به سه دسته تقسیم می شوند:

- Tiny AVR
- AVR (classic AVR)
- Mega AVR

تفاوت بین این سه نوع به امکانات موجود در آنها مربوط می شود Tiny AVR. غالباً تراشه هایی با تعداد پین و مجموعه دستورات کمتری نسبت به Mega AVR می باشند و به عباراتی از لحاظ پیچیدگی حداقل امکانات را دارند.

Mega AVR حداکثر امکانات را داشته و Classic AVR در بین این دو نوع قرار گرفته اند. تمام تراشه های AVR مجموعه دستورات و ساختار حافظه مشابهی دارند و از این رو تغییر از یک تراشه به تراشه دیگر کاری بسیار ساده است.

۴-۱-۱ امکانات کلی یک AVR

امکانات کلی یک AVR عبارت اند از:

- در حدود ۱۳۰ دستورکه اکثر آنها در یک سیکل ساعت اجرا می شوند.
- ۳۲ رجیستر۸ بیتی همه منظوره
- ضرب کننده ی سخت افزاری با زمان ۲ سیکل ساعت
- دارای سه نوع حافظه (FLASH برای کد های برنامه SRAM, EEPROM)
- برنامه ریزی تراشه در داخل مدار مورد نظر بدون احتیاج به پروگرامر
- حفاظت از کدهای برنامه در مقابل خواندن
- قابلیت تنظیم نوسانگر برای کار توسط کریستال خارجی، کریستال فرکانس پایین خارجی، نوسانگر RC خارجی، نوسانگر RC داخلی و فرکانس خارجی
- مجهز به پروتکل JTAG برای انجام دیباگ، تست و اسکن کردن وسایل جانبی تراشه ونیز برنامه های حفاظتی FLASH , EEPROM و فیوزها
- شمارنده و تایمر ۸ بیتی
- شمارنده و تایمر ۱۶ بیتی

- RTC یا نوسانگر حافظه
- کانال های PWM با استفاده از تایمرها به صورت ۸ بیتی و ۱۶ بیتی برای تولید PWM
- امکان تنظیم تایمر به صورت CTC
- ADC های ۱۰ بیتی با یک ورودی و یا ورودی تفاضلی با بهره تنظیم ۱،۱۰،۲۰۰
- ارتباط سریال USART با قابلیت برنامه ریزی
- ارتباط سریال SPT به صورت Master/ slave
- تایمر نگهبان، فایل برنامه ریزی یا نوسانگر مجزا
- مقایسه گر آنالوگ با امکان تعریف وقفه برای آن
- RESET کردن در زمان اتصال به برق
- Brown out Detector با قابلیت برنامه ریزی
- منابع وقفه داخلی و خارجی با شش حالت مختلف برای کاهش توان مصرفی
- کار با ولتاژهای ۴,۵- ۵,۵ در مدل های بدون پسوند L مثلATMega8 و ۲,۷- ۵-۵ در مدل های با پسوند (Low) مثل ATMega 8 (L)

WikiPower.ir

میکرو کنترلری که ما به آن نیاز داریم باید دارای حداقل ۲ تایمرـ کانتر مجزا برای تولید PWM و زمان نمونه برداری، ۲ عدد مبدل ADC، پورت های کافی برای اتصال LCD ، قابلیت تشخیص وقفه های داخلی و خارجی، صفحه کلید، PWM ، ADC و ... باشد.

میکرو کنترلر ATMEGA32 تراشه ی مناسبی برای کار ما خواهد بود چرا که دارای:

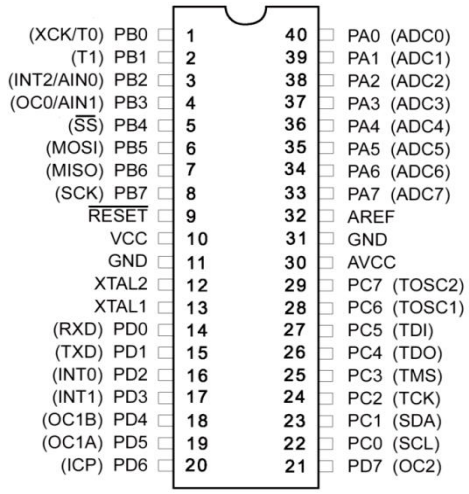
- 32 کیلو بایت حافظه ی Flash قابل برنامه ریزی
- ۲ تایمر ۸ بیتی و یک تایمر ۱۶ بیتی
- قابلیت تشخیص وقفه های داخلی و خارجی
- یک پورت ADC که می تواند ۸ عدد سیگنال آنالوگ را به دیجیتال تبدیل کند

- اسیلاتور RC کالیبره شده داخلی تا فرکانس ۸ مگا هرتز
- چهار پورت ۸ پایه خروجی ورودی

فیوز بیت های قابل برنا مه ریزی و بیشتر امکانات عمومی AVR ها می باشد.

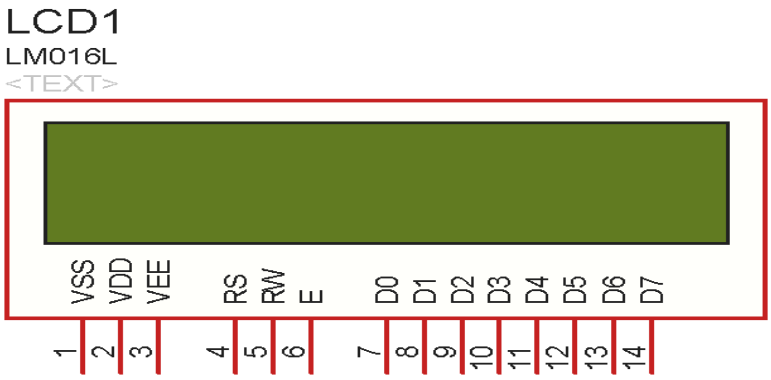
این تراشه به راحتی با پروگرامرهای (ISP(In system programing مانند STK200/*300* *قابل برنا مه*ریزی است.این پروگرامر ها به راحتی توسط یک آی سی بافر و کانکتور پورت پرینتر قابل ساخت هستند.شرح مختصری از چگونگی ساخت آن را در اینجا می آوریم.

در شکل۴-۲ بدنه این تراشه در قالب PDIP به همراه بر چسب پایه ها مشاهده می شود.



شکل۴-۲ تراشه ATMEGA16

۴-۲ LCD های کاراکتری [۶]



شکل۴-۳ شماتیک lcd

LCD ها بعلت کندبودن عملکرد خود درهنگام نوشتن احتیاج به زمان تاخیر دارند که باید آنرا در برنامه لحاظ نمود. البته برخی از LCDها امکان استفاده از پرچم BUSY را به کاربر می‌دهند تا در زمان اتمام کار LCD آنرا به اطلاع کاربر برساند. برای اتصال LCD به پورتهای میکروکنترلر مطابق جدول ۴-1عمل نمایید

جدول ۴-1 اتصال LCD به پورتهای میکروکنترلر

پورت AVR	LCD
Bit 0	RS(PIN4)
Bit 1	RD(PIN5)
Bit 2	EN(PIN6)
Bit 4	DB4(PIN11)
Bit 5	DB5(PIN12)
Bit 6	DB6(PIN13)
Bit 7	DB7(PIN14)

بطور کلی به دو طریق می‌توان با LCDهای کاراکتری ارتباط برقرار کرد:

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱. بصورت موازی

۲. بصورت سریال

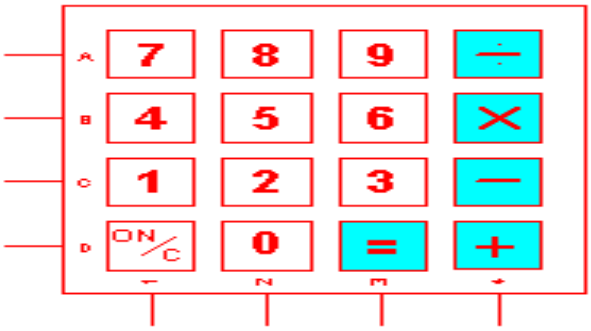
در ارتباط از طریق سریال، LCD برای عملکرد خود نیاز به سه خط دارد:۱- ۵V+ ۲- GND ۳- خط انتقال سریال داده. در ارتباط بصورت موازی LCD دارای چهارده خط بوده که ۸ خط آن برای اطلاعات موازی و ۳ خط برای کنترل درنظر گرفته شده‌است.به جدول ۴-2 مراجعه شود.

جدول ۴-2 پایه‌های LCD

پایه	نام	I/O	عملکرد
1	VSS	-	زمین
۲	VCC	-	+5V
۳	VEE	-	کنترل درخشندگی
۴	RS	I	انتخاب دستور داده
۵	R/W	I	فعال‌ساز خواندن یا نوشتن
۶	E	I	فعال‌ساز
۷	DB0	I/O	دیتا
۸	DB1	I/O	دیتا
۹	DB2	I/O	دیتا
۱۰	DB3	I/O	دیتا
۱۱	DB4	I/O	دیتا
۱۲	DB5	I/O	دیتا

۱۳	DB6	I/O	دیتا
۱۴	DB7	I/O	دیتا

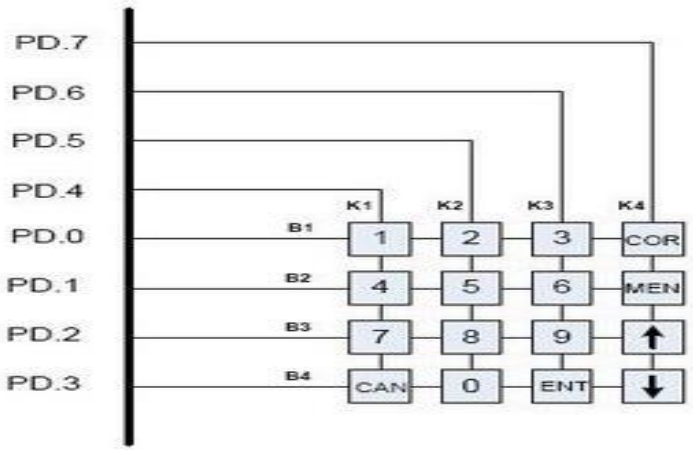
۴-۳ صفحه‌کلید ماتریسی [۷]



شکل۴-۴ شماتیک صفحه‌کلید

برای ارتباط با دنیای خارج احتیاج به ورودی و خروجی‌های متعددی می‌باشد.ورودی‌ها می‌توانند شامل قطعاتی مانند کی‌پد، ADC، سنسورها و غیره باشند که برای انتقال اطلاعات محیط یا کاربر به میکروکنترلر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این پروژه صفحه‌کلید برای گرفتن سرعت موتور از کاربر مورد استفاده قرار گرفته است.

کیبردها معمولا به صوت ماتریسی ساخته می شوند یعنی دارای ساختارمانند شکل ۴-۵ می باشند.

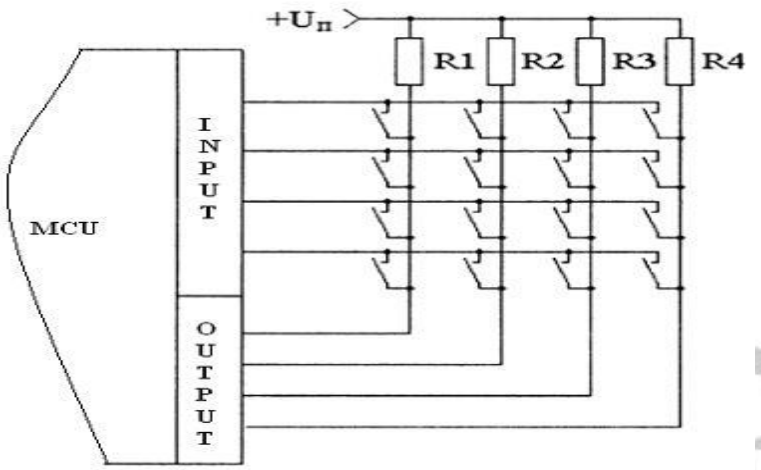


شکل۴-۵ کیبرد ماتریسی

روش کار بدین شکل است که اگر۸ پایه را یک کنیم وبعد ۴ پایه ردیف را به ترتیب صفر کنیم با فشردن هر کلید یکی از ستونها با توجه به ردیف صفر شده ، صفر میشود و با توجه به سطر و ستون خاص کلید تشخیص داده می شود.

۴-۳-۱ روش راه ندازی

در این‌پروژه هشت پایه میکرو به هشت پایه کیبرد متصل است VCC کیبرد هم جدا گانه متصل است. چهار پایه اول میکرو خروجی و چهار پایه بعدی به صورت ورودی تعریف می شوند چهارپایه اول به ترتیب صفر می شوند و در صورت فشردن یک کلید یکی از چهار پایه ورودی میکرو صفر می شود که میکرو کلید فشرده شده را تشخیص می دهد



شکل ۴-۶ اتصال کیبرد به میکرو

چنانچه کیبرد را بصورت گفته‌شده در بالا بکاربریم میکروکنترلر بیشتر وقت خود را به خواندن صفحه‌کلید اختصاص می‌دهد. برای رفع این مشکل صفحه‌کلید را می‌توان با استفاده از وقفه خارجی کنترل

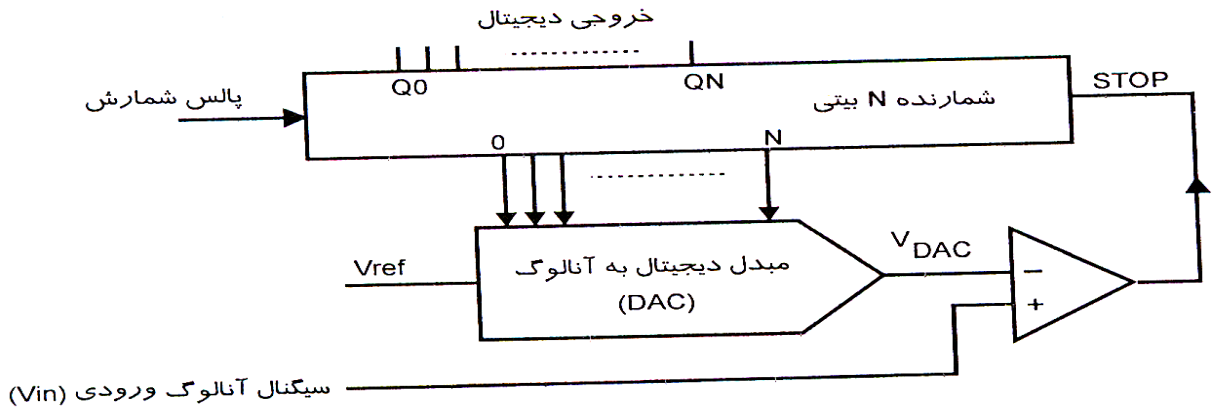
نمود. در این صورت دیگر لازم نیست بطور مداوم صفحه‌کلید جاروب شود.این روش به این‌شکل می‌باشد که با فشردن هریک از کلیدها وقفه‌ای اتفاق می‌افتد و میکروکنترولر با تشخیص وقفه شروع به جاروب کلیدها می‌کند. برای این کار باید هر چهار ستون صفحه‌کلید باهم AND شوند و خروجی AND نیز به‌یکی از پایه‌های وقفه خارجی که بصورت حساس به لبه پایین رونده تنظیم شده‌است اتصال یابد.

۴-۴ مبدل آنالوگ به دیجیتال

در حالت کلی دنیای خارج از میکروکنترلر ماهیت آنالوگ دارد. مبدلهای آنالوگ به دیجیتال امکان ارتباط میکروکنترلر با سیگنالهای آنالوگ را فراهم می‌کنند.

در میکرو کنترل های AVR از روش تقریب متوالی برای تبدیل سیگنال های آنالوگ به دیجیتال استفاده می شود. در این روش تبدیل که به صورت شکل ۴-۷است؛ خروجی یک شمارنده که به ورودی یک مبدل DAC متصل شده است، باعث می شود که خروجی DAC متناسب با مقدار خروجی شمارنده دارای یک ولتاژآنالوگ باشد. این ولتاژ توسط یک مقایسه کننده با ولتاژ آنالوگ ورودی مقایسه شده و در صورت تساوی پایه STOP شمارنده را فعال کرده تا شمارنده متوقف شود. حال مقدار دیجیتالی خروجی شمارنده همان مقدار متناسب با ولتاژ آنالوگ ورودی خواهد بود. بنابراین رابطه مقدار دیجیتال خروجی متناسب با ولتاژ آنالوگ ورودی را می توان به صورت فرمول زیر نشان داد:

$$\frac{Vin}{Vref} = \frac{\text{مقدار دیجیتال}}{2^n - 1}$$



شکل ۴-۷ ساختار مبدل آنالوگ به دیجیتال

مبدل ADC در میکروکنترلرهای AVR بسته به نوع AVR از کانالهای ورودی متعددی بهره می‌برد.بطوری که توسط یک مالتی‌پلکسر می‌توان ورودی‌های مختلفی را به ADC متصل نمود. ADC داخلی دارای دقت ۱۰ بیت است و سرعت نمونه‌برداری آن حداکثر ۱۵۰۰۰ نمونه در ثانیه است، در این‌حالت زمان تبدیل بین ۶۵ تا ۲۵۰ میکروثانیه طول‌خواهد کشید. [۶]

۴-۴-۱ روش کاهش نویز بر روی ADC [۶]

چون دراین پروژه مبدل آنالوگ به دیجیتال را برای خواندن خروجی سنسور جریان وسنسور سرعت (تاکومتر) بکار برده‌ایم، بنابراین از ۲ کانال ADC ا ستفاده کرده‌ایم.در هنگام تغییر کانال به منظور خواندن باید نکات خاصی را مدنظر قرار داد.

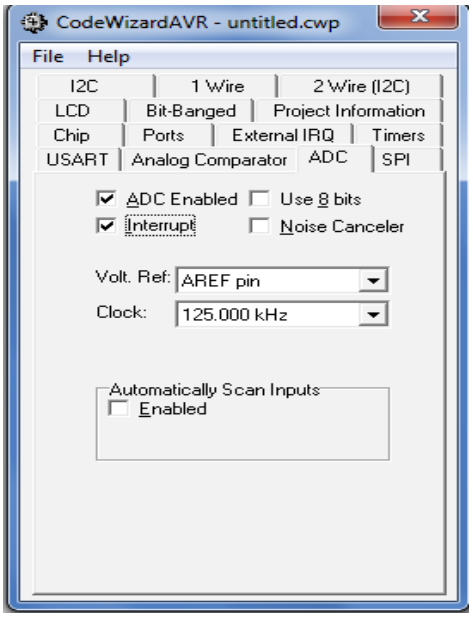
۱. مد single را انتخاب کنیم.
۲. در این مد انتخاب کانال همیشه باید قبل از شروع تبدیل انجام گیرد.
۳. تغییر کانال ممکن است یک پالس ساعت بعد از انتخاب آن انجام گیرد. بنابراین خواندن ازADC نباید زودتراز12us بعد از تغییر کانال شروع شود.

برای کاهش نویز برروی عملکرد ADC مراحل زیر را دنبال کنید.

۱. مد single را انتخاب کنید و وقفه کامل شدن تبدیل را فعال نمایید.
۲. یکی از مدهای ADC Noise Reduction یا Idel را انتخاب کنید. در این حالت ADC عملیات تبدیل را پس از متوقف شدن CPU شروع می‌کند.
۳. م سیر سیگنال آنالوگ تا حد امکان کوتاه با شد.م سیرهای آنالوگ و دور از م سیرهای دیجیتالی فرکانس بالا باشد.
۴. بهتر است برای اتصال AVCC به VCC از یک شبکه LC استفاده شود.

۴-۴-2 تنظیمات مربوط به مبدل آنالوگ به دیجیتال [۷]

شکل ۴-۸ نحوه‌ی پیکربندی ADC را در Code Vision نشان می‌دهد.



شکل۴-۸ نحوه ی پیکربندی ADC

ADC Enabled :

این گزینه باعث فعال‌شدن مبدل آنالوگ به دیجیتال داخلی میکروکنترلر می‌شود.

Use 8 bit :

در برخی از قطعات AVR می‌توان از ۸ بیت با ارزش نتیجه تبدیل ADC استفاده نمود که این ویژگی با انتخاب گزینه Use 8 bit فعال می‌شود. اگر این گزینه فعال نباشد، ADC دارای دقت ۱۰ بیت خواهد بود.

Interrupt :

اگر بخواهیم پس از پایان تبدیل ADC، یک وقفه اتفاق بیافتد باید گزینه Interrupt را فعال نمود. چنانچه از وقفه ADC استفاده کنیم این امکان را خواهیم داشت که گزینه Noise canceler را فعال نماییم. با انتخاب این گزینه اثر نویز ناشی از مدارات دیجیتال بر روی ADC کاهش می‌یابد.

Automatically Scan input :

اگر گزینه Interrupt را فعال کنیم این قسمت نیز ظاهر خواهد شد. با فعال شدن این قسمت کدی برای ا سکن دامنه ورودی ADC تولید خواهد شد و نتایج در یک آرایه قرار می‌گیرد. شروع و پایان دامنه بترتیب با استفاده از کادرهای First و Last مشخص می‌شوند.

اگر اسکن خودکار ورودی‌ها فعال باشد روال سرویس وقفه به نام adc_isr نتایج تبدیل را در آرایه سراسری adc_data ذخیره خواهد کرد که برنامه کاربر باید نتیجه تبدیل را از این آرایه بخواند. ولی اگر این قسمت غیرفعال باشد کاربر براحتی با استفاده از تابع read_adc() قادر است که نتیجه تبدیل ADC را بخواند. باید در داخل آرگومان این تابع اعداد ۰ تا ۷ که ورودی‌های ADC می‌باشند، قرار بگیرند.

Volt.Ref :

این گزینه مربوط به انتخاب ولتاژ مبنای ADC می‌باشد که دارای گزینه‌هایی بصورت زیر است:

- AREF pin : با انتخاب این گزینه ولتاژ مبنای ADC ازطریق پایه Aref تامین خواهد شد.
- AVCC pin : با انتخاب این گزینه ولتاژ مبنای ADC ازطریق پایه Avcc تامین خواهد شد.
- Int.,cap. On AREF : با انتخاب این گزینه ولتاژ مبنای ADC ازطریق ولتاژ مبنای داخلی ADC که۲,۵۶ V است تامین خواهد شد.

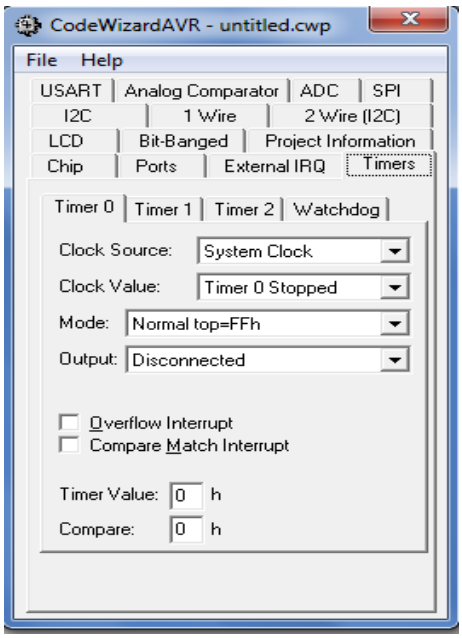
۴-۵ تایمر و کانتر

میکروکنترلرهای AVR حداکثر دارای ۶ تایمر کانتر ۸ بیتی و ۱۶ بیتی هستند. برخی از آنها دارای عملکرد ساده و برخی دیگر دارای امکانات بیشتر نظیر تولید موج PWM، حالت مقایسه، عملکرد غیر همزمان و غیره می‌باشند.

برای اینکه نمونه‌برداری از سرعت موتور در فاصله زمانهای دقیقی انجام گیرد از تایمرکانتر صفر ۸ بیتی که دارای وقفه سرریز و حالت عملکرد ساده می‌باشد، استفاده کرده‌ایم. همچنین برای تولید موج PWM از تایمرکانتر یک و سه در حالت ۱۰ بیتی که دقت کافی برای کنترل موتور را فراهم می‌کند بهره‌جسته‌ایم.

۴-۵-۱ تنظیمات تایمرکانتر صفر [۷]

این تایمر یک شمارنده ۸ بیتی است که با انتخاب آن صفحه ای مانند شکل ۴-۹ ظاهر می شود.



شکل ۴-۹ پیکربندی تایمر صفر

Clock Source :

این قسمت منبع پالس‌ساعت تایمرکانتر صفر را مشخص می‌کند که تایمر می‌تواند پالس ساعت خود را از پالس ساعت تراشه یا از طریق پایه T0 میکروکنترلر تامین می‌کند.

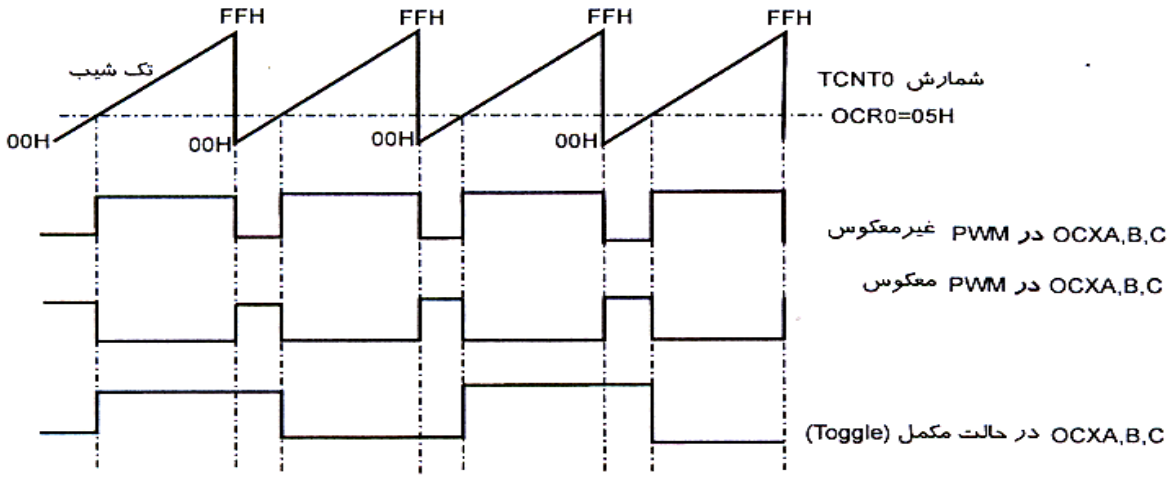
Clock Value :

در این قسمت ما می‌توانیم تایمر را روشن و مقدار فرکانس تایمر را مشخص کنیم، این گزینه در صورتی فعال می‌شود که تایمر پالس ساعت خودرا از مولد پالس ساعت میکروکنترلر دریافت کند. این قسمت دارای چند گزینه می‌باشد که گزینه Timer Stopped باعث خاموش شدن تایمر می شود و گزینه‌های دیگر تقسیمی از فرکانس اسیلاتور سیستم می‌باشد که به ترتیب اعداد ۱، ۸، ۶۴، ۲۵۶، ۱۰۲۴ را به‌خود اختصاص می‌دهد.

Mode :

تایمر صفر دارای چهار حالت مد کاری می‌باشد:

- Normal Mode : در این حالت تایمر به عنوان یک شمارنده ۸ بیتی بکار می‌رود. تایمر با یک عدد اولیه در قسمت Timer Value بارگذاری می‌شود و با هر کلاک یک واحد به مقدار آن اضافه می‌شود تا به مقدار نهایی خود یعنی ۲۵۵ برسد و با یک کلاک دیگر تایمر سر ریز می‌کند.
- Mode PWM تصحیح فاز : در این حالت تایمر بصورت بالارو- پایین‌رو کار می‌کند. تایمر از مقدار 0X00 شروع به شمردن روبه بالا می‌کند و با رسیدن به مقدار قرار داده شده در رجیستر OCR0 پایه OC0 را Not کرده و بکار خود ادامه می‌دهد تا به مقدار 0XFF برسد. از این به‌بعد شمارش رو به پایین انجام می‌شود تا به مقدار OCR0 برسد و پایه OC0 را دوباره Not می‌کند و این روال همین‌طور ادامه می‌دهد.
- Fast PWM : تایمر از مقدار 0X00 شروع به شمردن روبه بالا می‌کند و با رسیدن به مقدار قرار داده‌شده در رجیستر OCR0 پایه OC0 را Not کرده و بکار خود ادامه می‌دهد تا به مقدار 0XFF برسد و با رسیدن به این مقدار پایه مذکور را مجددا Not کرده و تایمر را پاک می‌کند. بدین ترتیب قادر هستیم با تغییر محتوای رجیستر OCR0 پهنای PWM را تغییر دهیم. پس از انتخاب مد موردنظر در قسمت تنظیمات تایمر صفر باید نوع خروجی را از قسمت Out put انتخاب کنیم. گزینه Disconnected باعث غیر فعال شدن و گزینه‌های Inverted و Non-Inverted بترتیب خروجی‌های معکوس و غیر معکوس PWM را مشخص می‌کنند. شکل ۴-۱۰ دیاگرام زمانی Mode Fast PWM را نمایش می‌دهد.
- CTC : این حالت از تایمر، یک فرکانس بر روی پایه OC0 تولید می‌کند که با تغییر عدد داخل رجیستر OCR0 فرکانس را می‌توان تغییر داد.



شکل ۴-۱۰ دیاگرام زمانی Mode Fast PWM

Compare Match Interrupt : با فعال کردن این قسمت تایمر از عدد صفر شروع به شمارش کرده و هرگاه عدد تایمر به عددی که در داخل compare نوشته شده‌است برسد یک وقفه رخ خواهد داد.

برای محاسبه زمان تایمر می‌توان از فرمول زیر استفاده نمود:

$$\text{Time}=\frac{N(255-TCNT0)}{fclk}$$

که در این فرمول N ضریب تقسیم فرکانس سیستم، fclk فرکانس پالس‌ساعت سیستم است.

برای تولید زمان نمونه‌برداری T=۲۰ms باید مقدار Timer Value را با عدد TCNT0 بارگذاری کنیم.

اگر فرض کنیم که

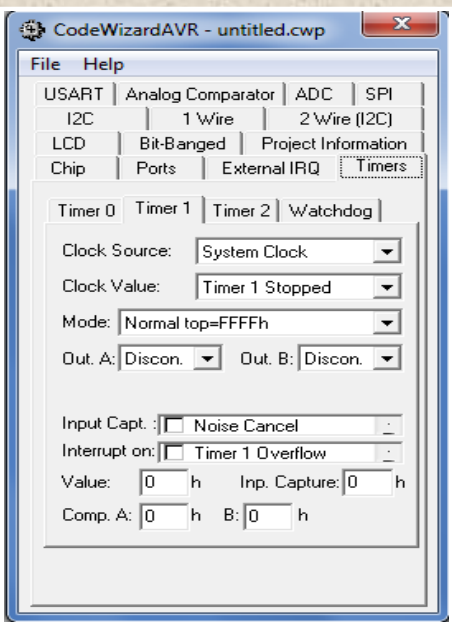
fclk=8MHz Time=20 ms N=1024

آنگاه TCNT0=۱۰۰ خواهد شد.

۴-۵-۲ تنظیمات تایمر کانتر یک [۷]

شکل۴ -۱۱ نحوه پیکربندی تایمر یک را در Code Wizard نمایش می‌هد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل۴-۱۱ پیکربندی تایمر یک

همانطور که ملاحظه نمودید تایمر صفر یک تایمر ۸ بیتی بود، یعنی ماکزیمم شمارش این تایمر ۲۵۵ می‌باشد ولی تایمر یک تایمری ۱۶ بیتی می‌باشد که دارای امکانات متنوعی است. از جمله واحد دریافت ورودی به همراه خنثی کننده نویز، دارا بودن دو واحد مقایسه، تولید همزمان دو فرکانس در خروجی‌های OC1A و OC1B.

نحوه تنظیمات این تایمر مطابق تنظیمات تایمر صفر می‌باشد با این تفاوت که در این تایمر می‌توان موج PWM ۸ بیتی، ۹ بیتی، ۱۰ بیتی و ۱۶ بیتی را تولید کند.

۴-۶ قابلیتهای نرم افزاری

در برنامه نویسی این پروژه تمهیداتی لحاظ شده است که کارایی دستگاه را افزایش می‌دهد که در ادامه آورده می‌شوند :

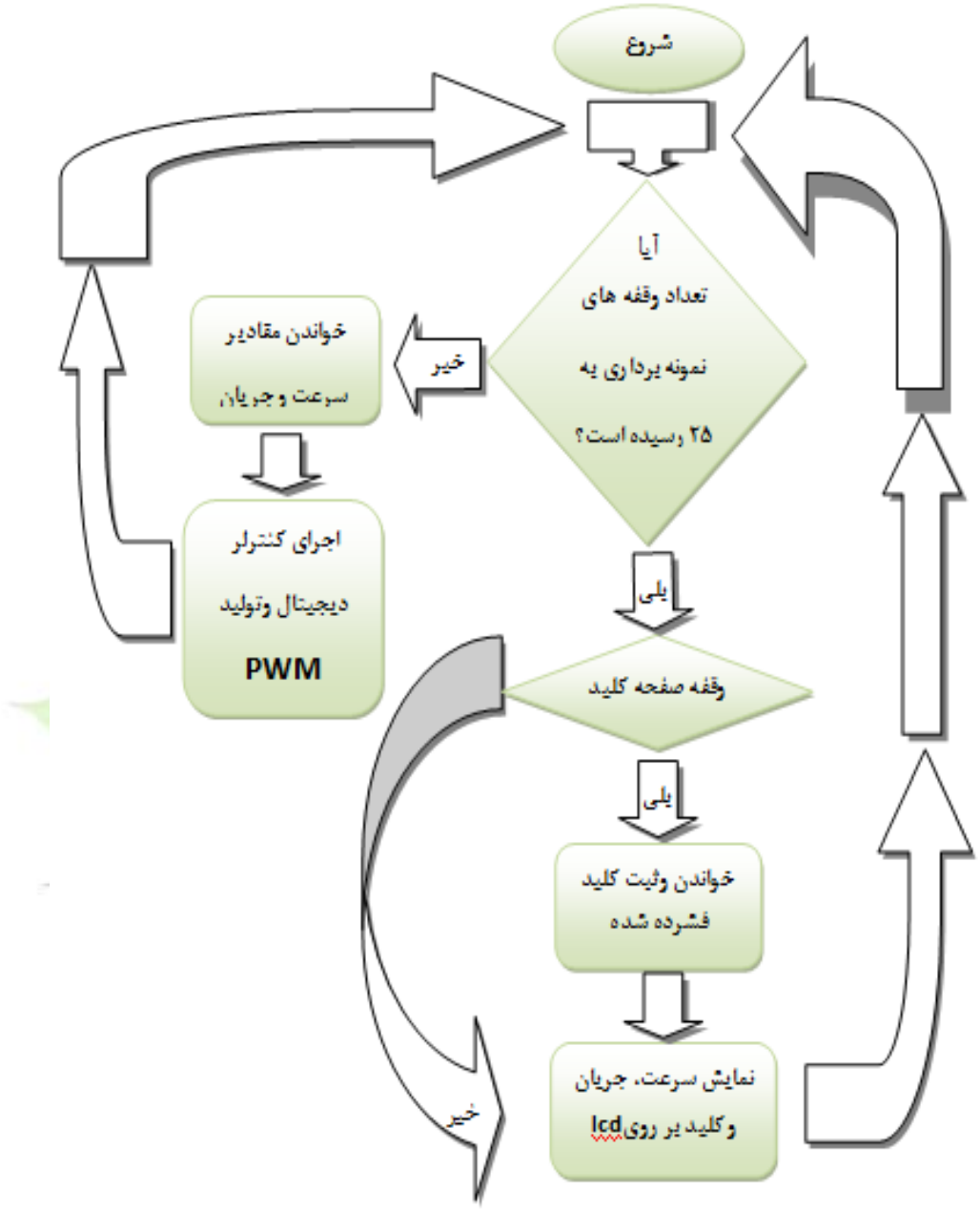
- امکان پاک نمودن مقدار تنظیمی سرعت در صورت بروز اشتباه در وارد کردن
- قابلیت نمایش همزمان سرعت تنظیمی توسط کاربر، سرعت و جریان واقعی موتور

- قابلیت pause صفحه نمایش
- دارا بودن کلید stop اضطراری
- تولید pwm ، 7.8 kHz
- نظارت نرم افزار بر جریان و اعلام over load شدن ومحدود نمودن آن
- اعلان خطا در صورتی که سرعت وارد شده توسط کاربر خارج از حد مجاز تعریف شده باشد.
- خواندن صفحه کلید بصورت وقفه‌ای جهت جلوگیری از مشغول بودن پردازنده
- نمونه برداری‌با فواصل منظم با استفاده از شمارنده
- جلوگیری از اثر Windup انتگرال گیر
- راه اندازی نرم بصورت سخت افزاری و نرم افزاری

WikiPower.ir

درشکل ۴-۱۲ فلوچارتی را که در برنامه نویسی این پروژه پیاده‌سازی کرده‌ایم نمایش می دهیم.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۴-۱۲ فلوچارت کنترل

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵ نتایج عملی

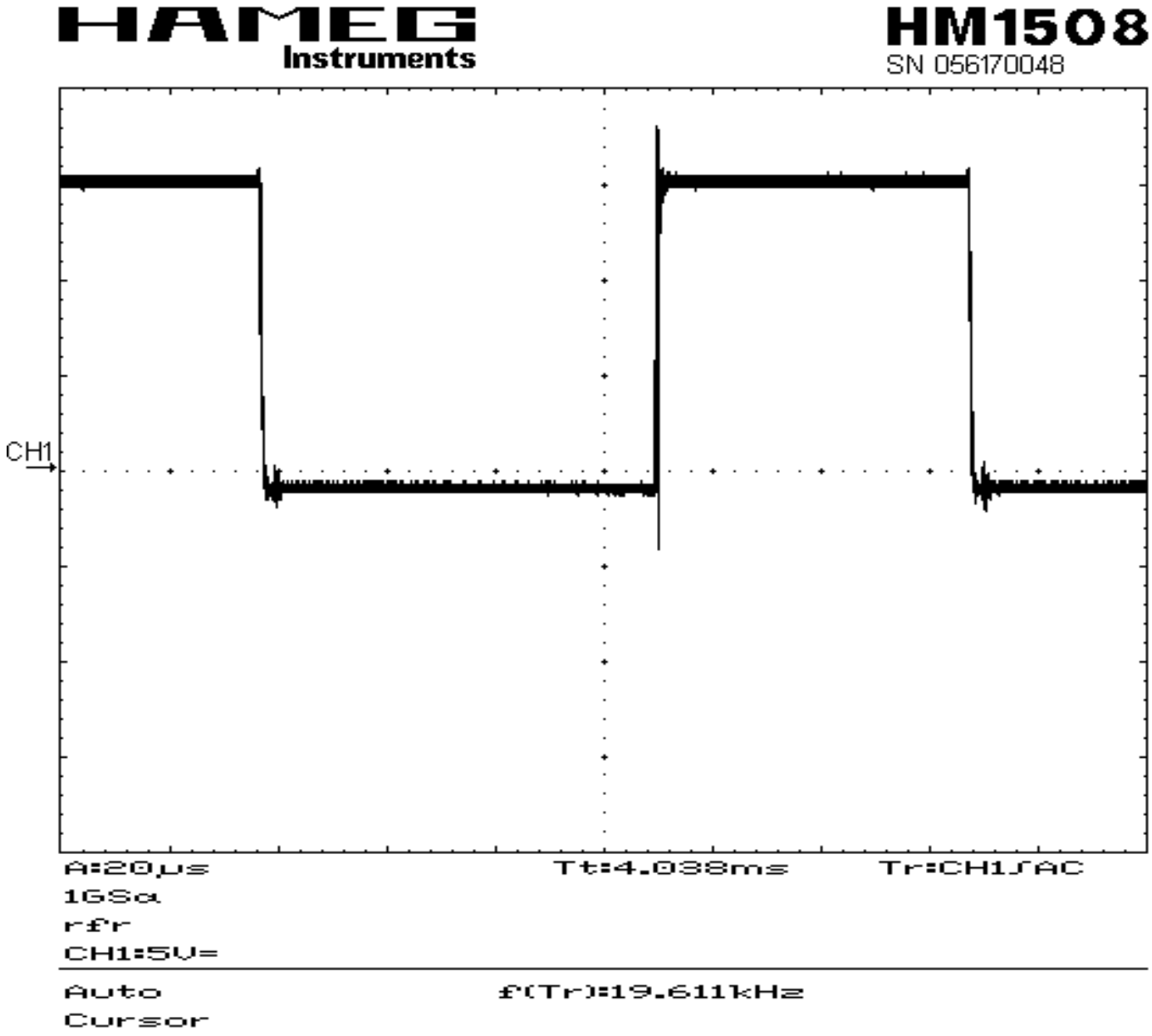
دراین بخش نتایج تجربی حاصل از آزمایش دستگاه ساخته شده ارائه گردیده است. بررسی نتایج بدست آمده حاکی از آن است که اهداف مورد نظر این پایان نامه به خوبی برآورده شده‌اند.

عملکرد حالت پایدار با گشتاور بار سبک

در اشکال ۵-۱الی ۵-۴ بترتیب شکل موج ولتاژ کلکتور ـ امیترIGBT ، جریان کلکتورIGBT ، جریان دیود هرزه‌گرد و جریان آرمیچر موتور تحت فرکانس کلید زنی 7.8kHz نمایش داده شده است.

WikiPower.ir

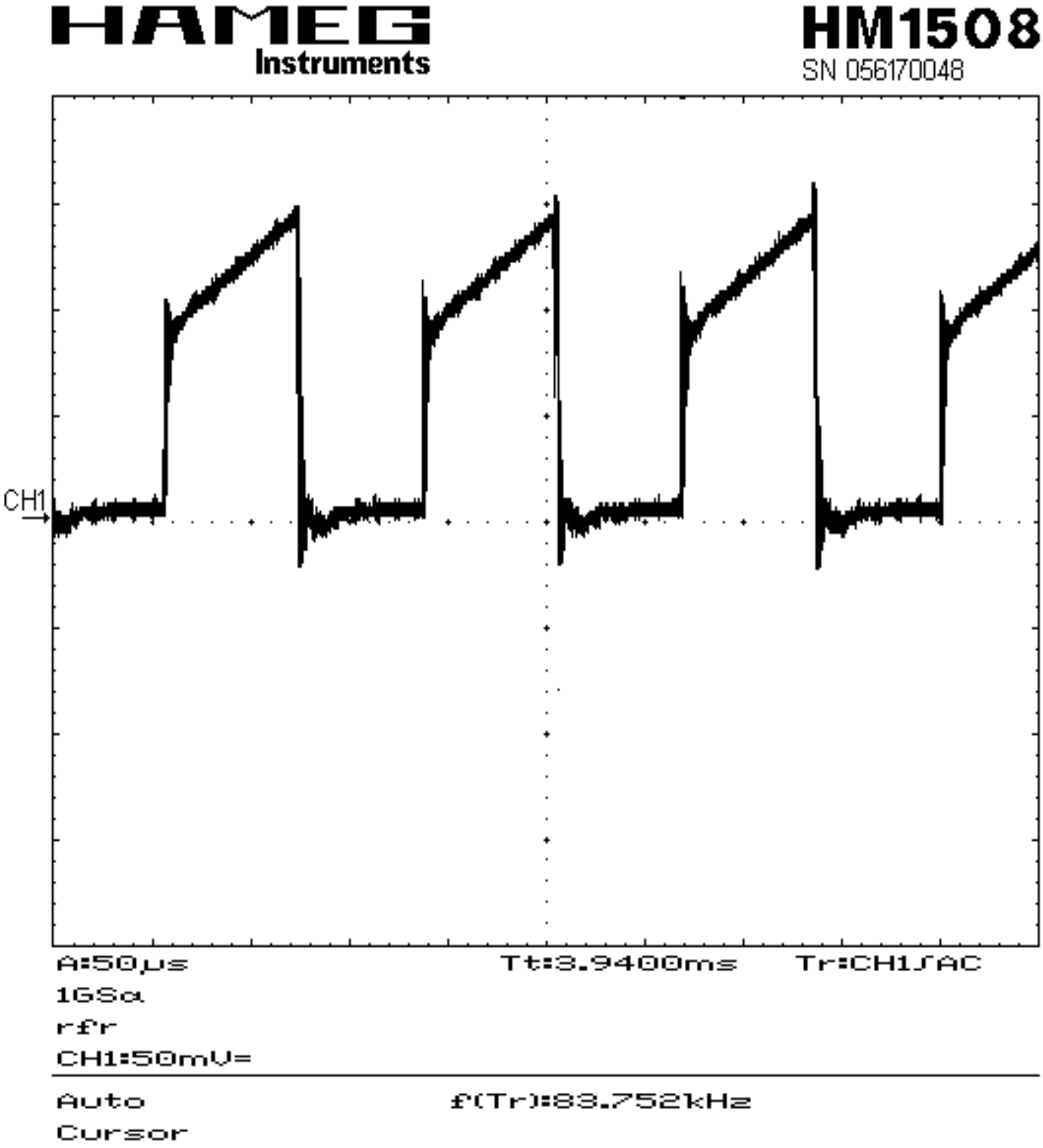
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۵-۱ شکل موج ولتاژ کلکتورـ امیترIGBT تحت فرکانس کلید زنی 7.8kHz ،درحالت

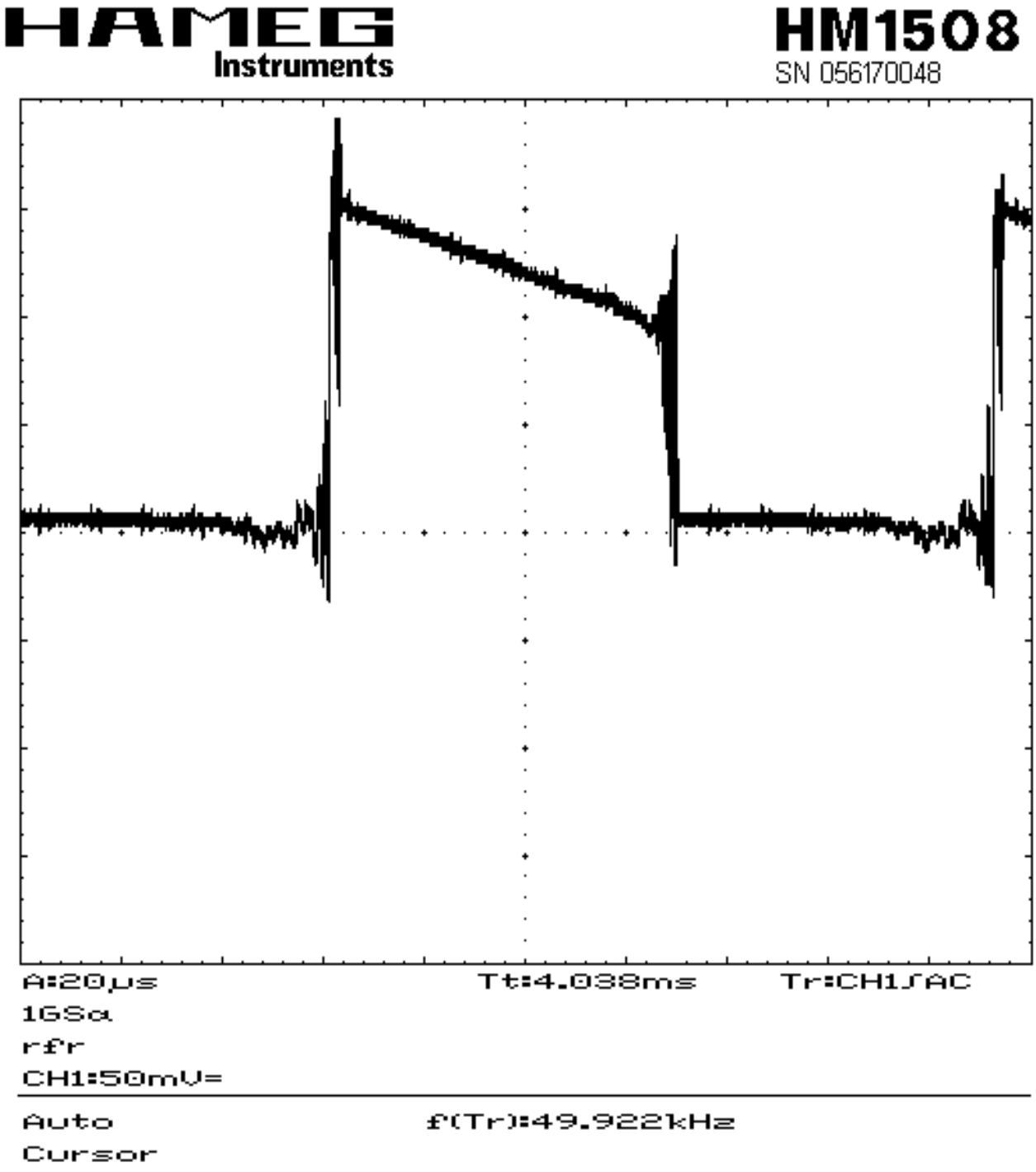
عملکردپایداربا گشتاور بار سبک

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



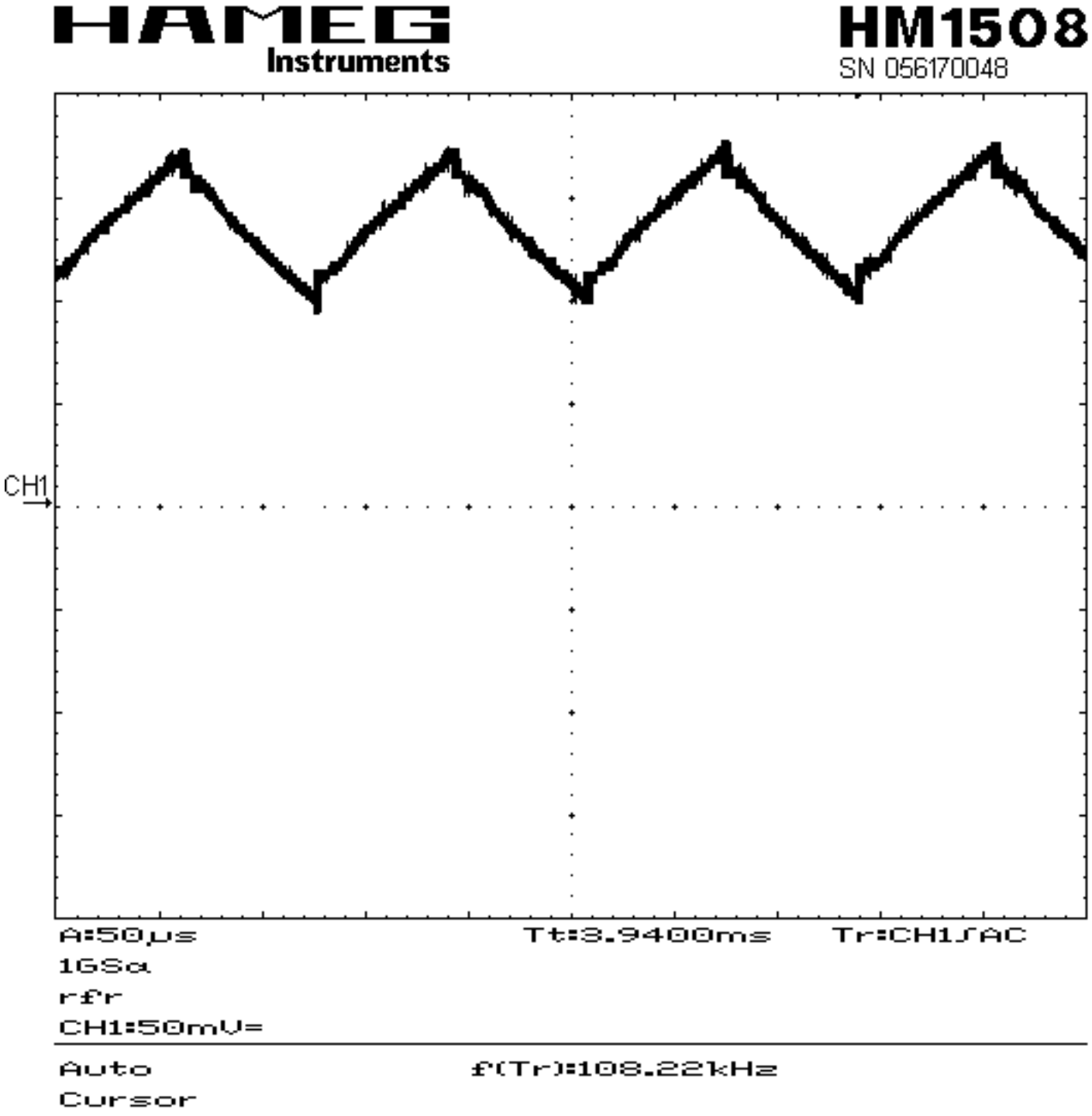
شکل ۵-۲ جریان کلکتور IGBT تحت فرکانس کلید زنی 7.8kHz ،درحالت عملکردپایداربا گشتاور بار سبک

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۵-۳ جریان دیود هرزه‌گرد تحت فرکانس کلید زنی 7.8kHz ،درحالت عملکردپایداربا گشتاور بار سبک

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

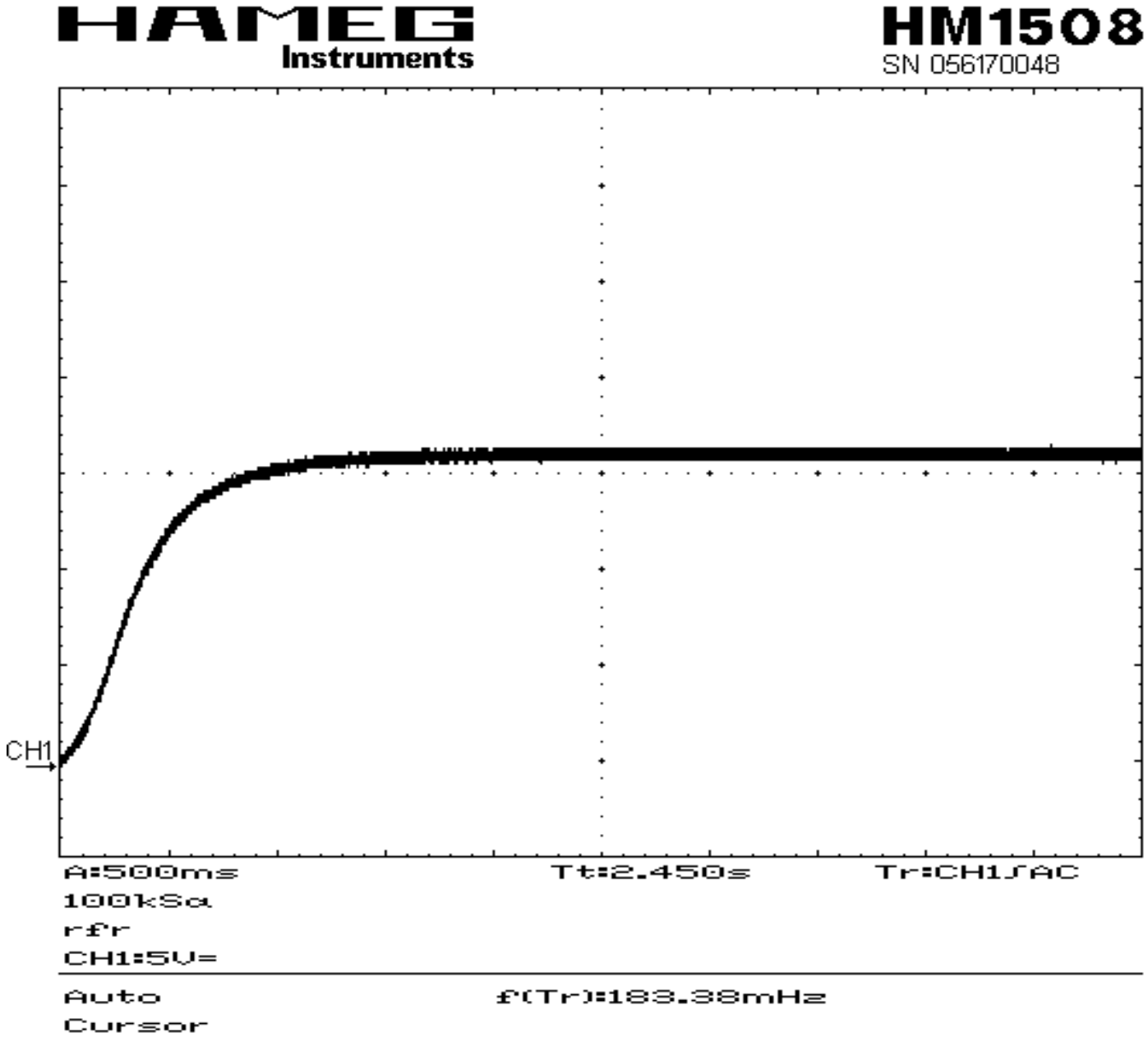


شکل ۵-۴ جریان عبوری از آرمیچر موتور تحت فرکانس کلید زنی 7.8kHz ،درحالت عملکردپایداربا گشتاور بار سبک

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

راه‌اندازی نرم با بارسبک

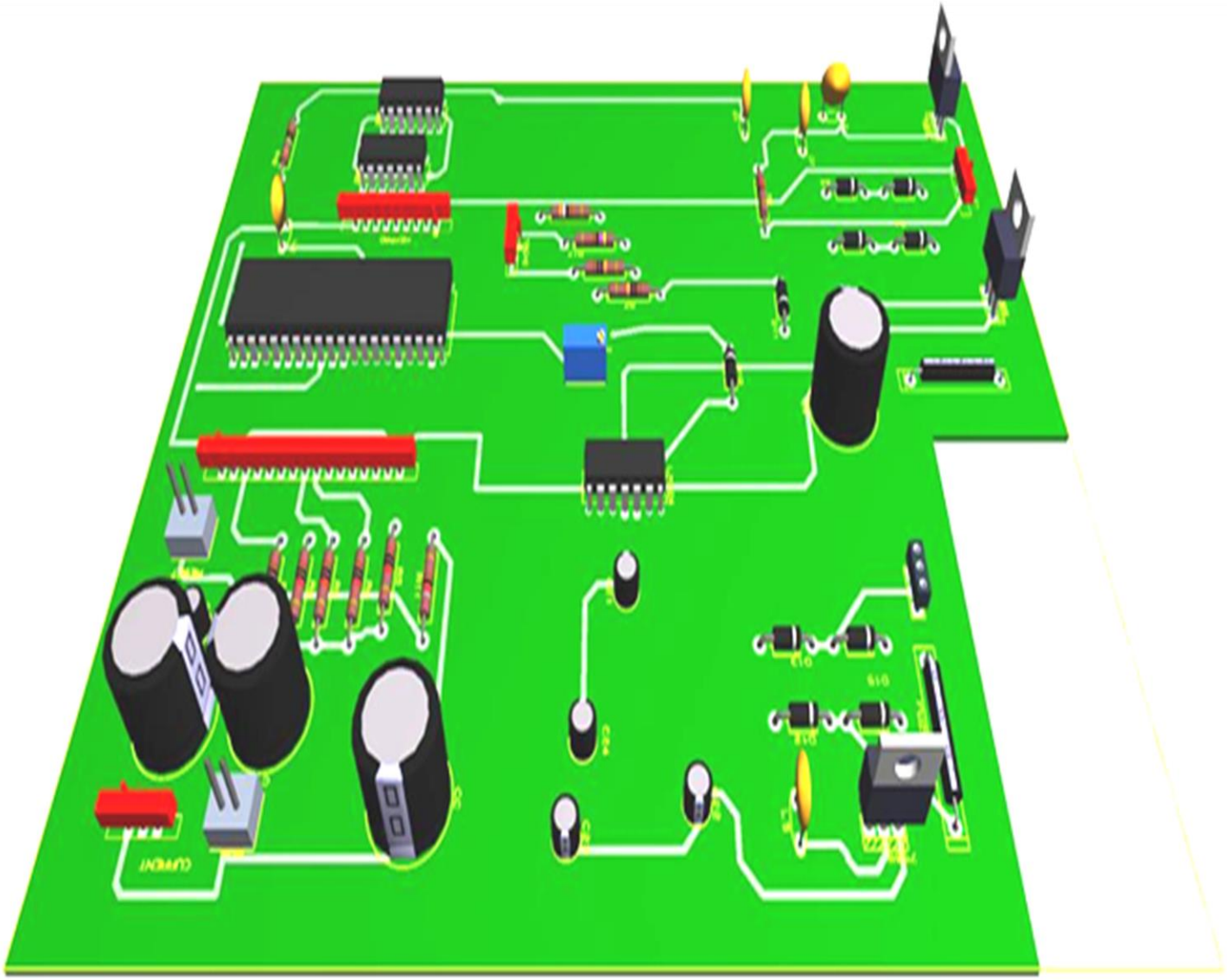
در شکل ۵-۵ نمودار سرعت موتور پس از دریافت سرعت تنظیمی 600rpm از کاربر مشاهده می شود. توجه شود که سرعت محور بر حسب دور بر دقیقه از حاصل ضرب عدد 36.75 در ولتاژ نمایش داده شده بدست می‌آید.



شکل ۵-۵ پاسخ پله حلقه بسته سیستم

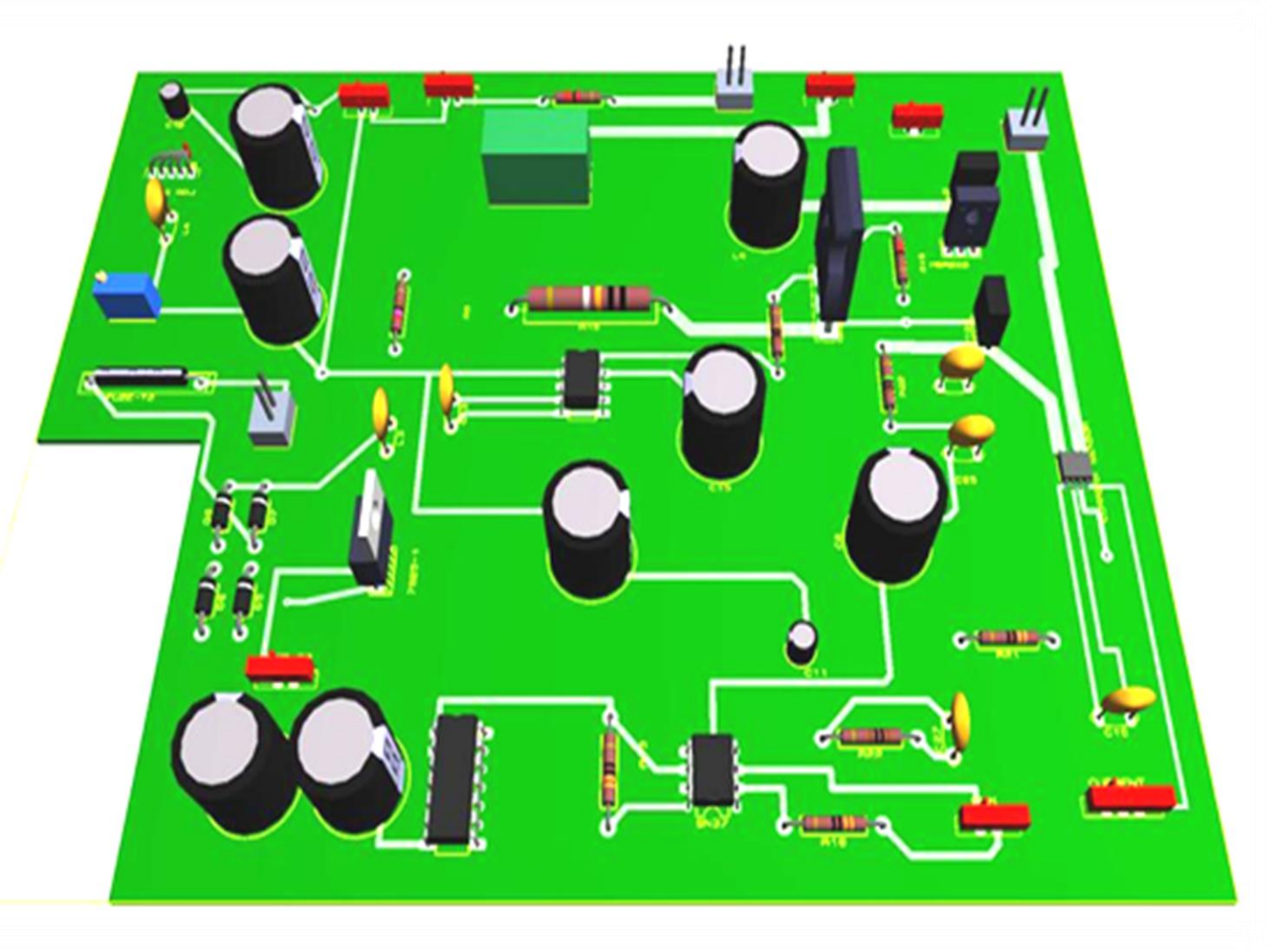
درشکل ۵-۶ و ۵-۷ بترتیب شماتیک مدار فرمان و مدار قدرت نشان داده شده است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۵-۶ شماتیک مدار فرمان

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۵-۷ شماتیک مدار قدرت

جمع بندی و ارائه پیشنهاد ۶

دراین پروژه دریافتیم که می توان از طریق کنترل ولتاژ آرمیچربا اعمال موجpwm با فرکانس بالا سرعت موتور رابه خوبی کنترل نمود.

از مزایای این روش می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- اعمال شکل موج تقریبا صاف به آرمیچر
- سرعت پاسخ دهی سریع
- هزینه تولید پایین
- حفاظت کنترلی عالی
- دقت بسیار بالا در پاسخ دهی

پیشنهادات برای آینده:

می توان درطرح های آتی کنترلر موتور چهار ربعی تولید نمود یا اینکه ۴ موتور را بطور همزمان کنترل نمود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مراجع

۱-دکتر جعفر میلی منفرد، مهندس همایون مشـــگین کلک،" کنترل موتورهای الکتریکی با مبدل‌های الکترونیک قدرت(موتورهای جریان مستقیم و القایی)" مرکز نشر پروفسورحسابی وابسته به دانشگاه صنعتی امیرکبیر، (۱۳۷۶) ،۸-۶-۶۲۴۴-۹۶۴.

۲- محمد ح. ر شید-ترجمه محمد ر ضا مو سوی تقی آبادی، حمید ر ضا ر ضایی نیا، خلیل باغانی، م سعود هوشمند،"الکترونیک صنعتی"مرکز نشر خراسان ،(۱۳۸۷)، ۷-۴۷-۶۳۴۲-۹۶۴

۳-کاتســـو هیکو اوگاتا-ترجمه دکتر پرویز مارالانی ، دکتر علی خاکی صـــدیق ،"ســـیســـتم‌های کنترل دیجیتال(جلد اول)"مرکز نشر دانشگاه تهران،(۱۳۷۳)، ۳-۳۴۶۹-۰۳-۹۶۴ .

4) Computer Controlled Systems, By: Astrom , et. al.

۵- جابر الوندی ،"میکرو کنترلرAVR (با پروژه‌های ۱۰۰٪ عملی)"مرکز نشرنص،(۱۳۸۸) ، ۹۷۸-۹۶۴-۴۱۰-۱۹۴-۶

۶- محمد مهدی پرتوی فر، فرزاد مظاهریان، یوســـف بیانلو،"مرجع کامل میکروکنترلرهای AVR "مرکز نشرنص، (۱۳۸۸) ، ۹۷۸-۹۶۴-۴۱۰-۱۱۸-۲.

۷- حمید بادامی نجا ت، "آموزش میکرو کنترلرهای AVR به زبان C "مرکز نشـــرادبســـتان-جهان نو، (۱۳۸۸) ، ۹۷-۹۶۴-۸۴۵۹-۶۳-۷

پیوست۱:

در این قسمت برنامه بکار گرفته شده در این پروژه که تحت زبان برنامه نویسی C است،

```
#include<mega32.h>
 #include<stdio.h>
  #include<delay.h>
   #include<string.h>
    #include<lcd.h>
     #include<math.h>
      #include <stdlib.h>
       #asm
        .equ __lcd_port=0x18;portB
       #endasm
unsigned int d=-1,D=0,dt=0,i=0,k=0,l=0,roc=101,OL=0,ov=0,dt1=0,sh=0,re=0,num=0;
 int  pwm=0,e0=0,e1=0,ent2=1;
  unsigned char buf[20];
    float a0=0,c0=0,avr0=0,c1=0,a1=0,avr1=0,cl=0,mj=0,dar=0;
     char s[20],lcd[20],negah='n';
 #define ADC_VREF_TYPE 0x40
// ***************************************************
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
ADMUX=adc_input|ADC_VREF_TYPE;
ADCSRA|=0x40;
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCW;
}
//***************************************************
int ref_key(void)
{
int data=-1;
 DDRC=0x0F;
   PORTC=0xFF;
    PORTC.0=0;
     delay_ms(2);
      if(PINC.4==0)  data=16;
       if(PINC.5==0)  data=1;
```

```
      if(PINC.6==0)  data=2;
       if(PINC.7==0)  data=3;
   PORTC=0xFF;
    PORTC.1=0;
    delay_ms(2);
     if(PINC.4==0)  data=15;
      if(PINC.5==0)  data=4;
       if(PINC.6==0)  data=5;
        if(PINC.7==0)  data=6;
    PORTC=0xFF;
     PORTC.2=0;
     delay_ms(2);
      if(PINC.4==0)  data=14;
       if(PINC.5==0)  data=7;
        if(PINC.6==0)  data=8;
         if(PINC.7==0)  data=9;
    PORTC=0xFF;
     PORTC.3=0;
     delay_ms(2);
      if(PINC.4==0)  data=10;
       if(PINC.5==0)  data=12;
        if(PINC.6==0)  data=11;
         if(PINC.7==0)  data=13;
          if(data==11)  data=0;
        PORTC=0xFF;
 return  data;
}
//*********************************************************
int control_1(void)
{
DDRD.6=0;
while(roc<=30)
 {
 if(PIND.6==0)
  {
  avr0=0;
   avr1=0;
  while(PIND.6==0);
  roc=roc+1;
   for(i=0; i<5 ;i++)
```

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

```
  {
   a0=read_adc(0);
    a0=(5*a0)/1023;
     a0=(a0-1.7)*14.92;
      avr0=a0+avr0;
   }
    a0=avr0/5;
     delay_ms(1);
    for(i=0; i<5 ;i++)
  {
   a1=read_adc(1);
    a1=(5*a1)/1023;
     a1=a1*370;
      avr1=avr1+a1;
   }
.   a1=avr1/5;
 e1=dt-a1;
if(((e1<=5 || e1>=-5)&& a0<=9)||(e1<-20 && ov==1)||(dt1>dt))
 {
  ov=0;
   OL=0;
    sh=0;
 }
 if(a0>9)
 {
  OL=OL+1;
   if(OL>=400)
   {
    ov=1;
     pwm=pwm-10;
      cl=pwm/(204.6);
      if(pwm<=0)
      {
      pwm=0;
      cl=0;
      }
   }
 }
if(( e1>5 || e1<-5 )&& ov==0)
```

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

```
{
 dt1=dt-100;
  c1=((1.18*e1)-e0+(340*c0))/340;
   e0=e1;
    c0=c1;
 if(c1>=4.5)
 {
  c1=4.5;
   c0=c1;
  }
 if( num<6 && e1>100)
  {
  num=num+1;
   dar=pow(2,num);
    dar=dar/100;
     mj=(c1-cl)*dar;
      cl=cl+mj;
       c0=cl;
        c1=cl;
   }
   cl=c1;
    pwm=c1*(204.6);
     if( pwm<=0||dt==0)
      {
        pwm=0;
         c0=0;
         cl=0;
      }
  }
  OCR1A=pwm;
 }
}
if(ov==1 && sh<=3)
{
sh=sh+1;
lcd_gotoxy(0,0);
 lcd_putsf("              ");
  lcd_gotoxy(0,0);
   lcd_putsf("ERROR(OVER LOAD)");
 }
```

WikiPower.ir

```
 if(negah=='n')
{
 lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("              ");
   lcd_gotoxy(0,1);
    ftoa(a0,2,s);
     sprintf(lcd,"%2s\xd",s);
      lcd_puts(lcd);
       lcd_gotoxy(5,1);
        lcd_putsf("A");
 k=a1;
  sprintf(lcd,"%drpm",k);
   lcd_gotoxy(9,1);
    lcd_puts(lcd);
  }
  roc=0;
   PORTC=0x00;
 return  0;
}
//*****************************************************
interrupt[2] void ext_int_isr(void)
{
 d=ref_key();
  if(d==16)
  {
  D=0;
  lcd_gotoxy(0,0);
   lcd_putsf("              ");
    lcd_gotoxy(0,0);
     sprintf(buf,"Recieved=%drpm",dt);
      lcd_puts(buf);
  }
   else if(d==10)
  {
  dt=0;
  lcd_gotoxy(0,0);
   lcd_putsf("              ");
    lcd_gotoxy(4,0);
     lcd_putsf("<<stop>>");
  }
```

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

```
 else if(d==15 && dt<1700)
{
dt=dt+1;
lcd_gotoxy(0,0);
 lcd_putsf("              ");
  lcd_gotoxy(0,0);
   sprintf(buf,"Recieved=%drpm",dt);
    lcd_puts(buf);
}
 else if(d==14 && dt>0)
{
dt=dt-1;
lcd_gotoxy(0,0);
 lcd_putsf("              ");
  lcd_gotoxy(0,0);
   sprintf(buf,"Recieved=%drpm",dt);
    lcd_puts(buf);
}
 else if((d==15 && dt>=1700)||(d==14 && dt<=0))
{
lcd_gotoxy(0,0);
 lcd_putsf("              ");
  lcd_gotoxy(3,0);
   lcd_putsf("<<Unvalid>>");
}
 else if(d==0||d==1||d==2||d==3||d==4||d==5||d==6||d==7||d==8||d==9)
{
if(re==0)
{
re=1;
ent2=0;
 D=(D*10)+d;
  if(D>1700)
  {
  D=0;
  lcd_gotoxy(0,0);
  lcd_putsf("              ");
   lcd_gotoxy(3,0);
    lcd_putsf("<<Unvalid>>");
    }
```

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

```
    else
 {
  lcd_gotoxy(0,0);
   lcd_putsf("              ");
    lcd_gotoxy(4,0);
     sprintf(buf,"%d(rpm)",D);
       lcd_puts(buf);
}
}
 else
    re=0;
}
 else if(d==13 && D<=1700 && ent2==0)
{
ent2=1;
 num=0;
  dt=D;
   D=0;
 if(dt==0)
{
 dt=0;
  lcd_gotoxy(0,0);
   lcd_putsf("              ");
    lcd_gotoxy(4,0);
     lcd_putsf("<<stop>>");
 }else
    {
     lcd_gotoxy(0,0);
      lcd_putsf("              ");
       lcd_gotoxy(0,0);
        sprintf(buf,"Recieved=%drpm",dt);
         lcd_puts(buf);
    }
}
 else if(d==12)
  {
  if(negah=='n')
   negah='y';
  else
   negah='n';
```

```
    }
     l=control_1();
}
//*********************************************
void main ()
{

lcd_init(16);
 lcd_gotoxy(0,0);
  lcd_putsf("              ");
   lcd_gotoxy(5,0);
    lcd_putsf("Hello");
     lcd_gotoxy(3,1);
      lcd_putsf("Control  85");
       delay_ms(2000);
        lcd_gotoxy(0,1);
         lcd_putsf("              ");
lcd_gotoxy(0,0);
 lcd_putsf("              ");
  lcd_gotoxy(3,0);
   lcd_putsf("Enter speed");
     delay_ms(1000);
//*********************************
  GICR|=0x40;
   MCUCR=0x02;
    MCUCSR=0x00;
     GIFR=0x40;
      DDRC=0x0F;
//*********************************
 PORTA=0x00;
  DDRA=0x00;
   ADMUX=ADC_VREF_TYPE;
    ADCSRA=0x86;
//*********************************
PORTD.5=0;
 DDRD.5=1;
TCCR1A=0x83;
 TCCR1B=0x89;
  TCNT1H=0x00;
```

WikiPower.ir

```
  TCNT1L=0x00;
   ICR1H=0x00;
    ICR1L=0x00;
//*********************************
DDRD.7=1;
 ASSR=0x00;
  TCCR2=0x16;
   TCNT2=0x00;
    OCR2=0x00;
    #asm("sei")
    while(1)
        {
         l=control_1();
         }
 }
```

WikiPower.ir