


نوع سند: گزارش فنی	شماره سند: IE1403FP	شماره گروه: 3
	نام اعضای گروه: (1) مصطفی خیابانی (2) رضا مومنی (3) آریستا منظم (4) سپهر عظیمی (5) عرفان رضایی	طراحی و ساخت درایور موتور 24 ولت DC
دانشکده فنی دانشگاه تهران	مقطع: کارشناسی	تاریخ تحویل سند: 1403/04/23
عنوان سند:		
گزارش پایانی طراحی پروژه 3		
نام درس:		
الکترونیک صنعتی - بهار 1403 (استاد درس: کوروش خلیج منفرد)		
کلمات کلیدی:		

سرفصل مطالب گزارش فنی

- 2..... داده‌های ورودی مسئله
- 2..... بخش 1- طراحی و انتخاب اجزا قدرت
- 3..... طراحی و انتخاب خازن خروجی
- 3..... طراحی و انتخاب سلف
- 3..... طراحی و انتخاب کلید ماسفت
- 3..... طراحی و انتخاب دیود
- 3..... انتخاب گرماگیر
- 3..... بخش 2- طراحی گیت درایو و مدار فیدبک
- 5..... بخش 3- شبیه‌سازی
- 6..... بخش 4- کدنویسی کنترل‌کننده با میکروکنترلر ATMEGA8
- 9..... بخش 5- طراحی کنترل‌کننده با آیسی TL494
- 9..... بخش 6- طراحی بخش الکترونیک و برد مدار چاپی (PCB)
- 11..... بخش 7- ساخت و آزمون طرح

نوع سند: گزارش فنی	شماره سند: IE1402FP	شماره گروه: 3
تاریخ: 1403/04/23	دانشگاه تهران	پروژه پایانی الکترونیک صنعتی

داده‌های ورودی مسئله

در این پروژه می‌خواهیم برای یک موتور dc درایور طراحی کنیم. این برد یک ورودی به صورت ولووم و یک ورودی با کلید کلنگی دریافت میکند که اولی نشان دهنده سرعت و دومی نشان دهنده جهت چرخش موتور می‌باشد. پیاده سازی این مدار به کمک میکروکنترلر و با استفاده از توپولوژی فول بریج می‌باشد. برای درایو کلیدهای و ایجاد $Dead Time$ از آیسی $IR2104$ و مدار بوت استرپ استفاده می‌کنیم. مشخصات فنی:

ورودی ولتاژ $DC 24$ ولت

خروجی موتور DC مغناطیس دائم

نیازمندی های اصلی مدار:

میکروکنترلر $ATmega8$ یا $STM32F103 Bluepill$

گیت درایور $IR2104$

کلید ماسفت (مثلا $IRF740$)

پتانسیومتر برای دریافت مرجع سرعت

کلید کلنگی برای تعیین جهت سرعت چرخش

بخش 1- طراحی و انتخاب اجزا قدرت

C3, C4, C5, C6	C1206	CAP_SMD_MLCC_1206	4
C1, C2, C20, C21, C22	C_TN_3528	CAP_SMD_TAN	5
C7, C9, C11, C12, C13, C15, C16, C17, C18, C19	C1206	CAP_SMD_MLCC_1206	10
C8, C10	CAPRR1000W60L1200T450H1000	ECQE6472KF	2
C14	C_EL_8X12	CAP_THD_EL_330u25V	1
D1, D2	D_SMB	DIODE_SMD_SCHOTTKY_SS34	2
JS1, JS2	MSTB_2	CONN_MSTB_2	2
Q	TO254P450X1020X1935-3P	LF33CV	1
Q1, Q2, Q3, Q4	TO254P1016X419X2286-3	IRFZ44NPBF	4
R1, R2, R7, R10, R11, R14, R15	R1206	RES_SMD_1206	7
R3, R4	R1206	RES_SMD_1206	2
R6	VOL_R	RES_THD_POT_VOLUME	1
R8, R9, R12, R13	R1206	RES_SMD_1206	4
SW2	SWTOG_SPDT_S_7101SY	SWTOG_SPDT_S_7101SY	1
U1	TO255P1040X460X1935-3	L7815CV	1
U2	DIP254P762X508-20	SN74HC244N	1
U3, U5	DIP254P762X533-8	IR2104	2
U4	TO255P1040X460X1968-3	L7805CV	1
U6	Stm32 BluePill	BluePill	1

لیست کلی قطعات استفاده شده

برای کنترل سرعت از یک پتانسیومتر و جهت چرخش از یک کلید کلنگی استفاده می‌کنیم، در ابتدا برای کلید کلنگی و پتانسیومتر یک مقاومت سری و یک خازن موازی تعبیه می‌کنیم چرا که قرار است تا کلید کلنگی به میکرو کنترلر متصل شود پس برای کنترل جریان عبوری و محدود کردن آن از مقاومت 10 کیلو

نوع سند: گزارش فنی	شماره سند: IE1402FP	شماره گروه: 3
تاریخ: 1403/04/23	دانشگاه تهران	پروژه پایانی الکترونیک صنعتی

اهمی استفاده می کنیم. خازن موازی شده نیز جهت گرفتن ریپل جریان به کار برده شده است و ظرفیت آن 100 نانو فاراد است که مقدار مناسبی برای این امر می باشد. شایان ذکر است که به همین خاطر برای پتانسیومتر متصل به میکرو نیز از یک خازن موازی استفاده می کنیم تا ریپل ولتاژ گرفته شده و نویز بی تاثیر شود.

بعد از صحبتی که با استاد انجام شد تصمیم بر آن شد که به جای 24 ولت از 15 ولت ورودی استفاده کنیم، برای ورودی 15 ولتمان نیز از یک رگولاتور (که به دلیل ذکر شده با یک خازن موازی همراه است) استفاده کرده ایم. همچنین دلیل استفاده از LED نیز جهت اطمینان یافتن از اتصالات درست مدار است به این صورت که با روشن بودن آن می توان متوجه صحت عملکرد شد. برای محدود کردن جریان عبوری از آن جهت جلوگیری از سوختن LED نیز مجدداً از یک مقاومت سری 3.3 کیلو اهمی استفاده نموده ایم. در طرف دیگر نیز از دو خازن یکی سرامیکی و دیگری خازن پولاریزه تانتال می باشد که جهت دی کپلینگ با میکرو و حذف نویز استفاده شده است. برای حذف نویز منبع در فول بریج از خازن دی کپلینگ الکتrolیتی استفاده کرده ایم. همچنین جهت جلوگیری از روشن شدن نا خواسته ماسفت بین پایه گیت و سورس آن مقاومت می گذاریم چرا که فرکانس کلید زنی ما زیاد است.

طراحی و انتخاب خازن خروجی

کاربرد خازن هایی که در مدار قرار دادیم را در قسمت قبلی توضیح دادیم (خازن هایی برای فیلتر نویز و یا دی کپلینگ)، برای انتخاب این خازن ها به ولتاژ و جریان قابل تحمل آنها برای قرارگیری در مدار توجه کردیم و با مشورت استاد آنها را در مدار قرار دادیم.

طراحی و انتخاب سلف

در این مدار از سلف استفاده نشده است.

طراحی و انتخاب کلید ماسفت

سوییچ ها با توجه به ولتاژ و جریان عبوری انتخاب شده اند.

طراحی و انتخاب دیود

از دیود های شاتکی در مدار درایور استفاده شده است. (ir2104)

انتخاب گرماگیر

به دلیل کم بودن تلفات مدار نیازی به گرماگیر نبود.

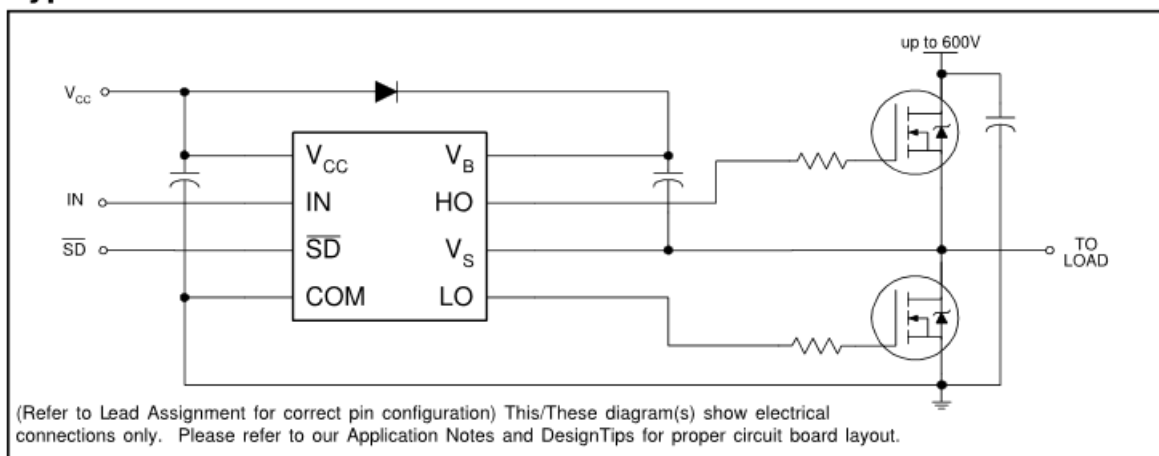
بخش 2- طراحی گیت درایو و مدار فیدبک

در این مدار از درایور IR2104 استفاده شده است.

نوع سند: گزارش فنی	شماره سند: IE1402FP	شماره گروه: 3
تاریخ: 1403/04/23	دانشگاه تهران	پروژه پایانی الکترونیک صنعتی

IR2104 ها درایورهای ماسفت ها و IGBT های فشار قوی و پر سرعت با کانال های خروجی مرجع بالا و پایین وابسته هستند. فناوری های HVIC اختصاصی و CMOS ایمنی لچ، ساخت و ساز یکپارچه ناهموار را ممکن می سازد. ورودی منطقی با خروجی استاندارد CMOS یا LSTTL تا لاجیک 3.3 ولت سازگار است. درایورهای خروجی دارای یک مرحله بافر جریان پالس بالا هستند که برای حداقل رسانایی متقاطع درایور طراحی شده است. کانال شناور را می توان برای راه اندازی یک ماسفت برق کانال N یا IGBT در پیکربندی سمت بالا که از 10 تا 600 ولت کار می کند استفاده کرد. در واقع آیسی IR2104، با توجه به مقدار منطقی پایه IN خود، پایه های HO و LO را برای ما مقداردهی میکند؛ پایه HO مقدار IN را میگیرد و پایه LO نیز NOT آن را بصورت خروجی میدهد.

Typical Connection



Absolute Maximum Ratings

Absolute maximum ratings indicate sustained limits beyond which damage to the device may occur. All voltage parameters are absolute voltages referenced to COM. The thermal resistance and power dissipation ratings are measured under board mounted and still air conditions.

Symbol	Definition	Min.	Max.	Units
V_B	High side floating absolute voltage	-0.3	625	V
V_S	High side floating supply offset voltage	$V_B - 25$	$V_B + 0.3$	
V_{HO}	High side floating output voltage	$V_S - 0.3$	$V_B + 0.3$	
V_{CC}	Low side and logic fixed supply voltage	-0.3	25	
V_{LO}	Low side output voltage	-0.3	$V_{CC} + 0.3$	
V_{IN}	Logic input voltage (IN & \overline{SD})	-0.3	$V_{CC} + 0.3$	
dV_S/dt	Allowable offset supply voltage transient	—	50	V/ns
P_D	Package power dissipation @ $T_A \leq +25^\circ\text{C}$	(8 lead PDIP)	1.0	W
		(8 lead SOIC)	0.625	
R_{thJA}	Thermal resistance, junction to ambient	(8 lead PDIP)	125	$^\circ\text{C/W}$
		(8 lead SOIC)	200	
T_J	Junction temperature	—	150	$^\circ\text{C}$
T_S	Storage temperature	-55	150	
T_L	Lead temperature (soldering, 10 seconds)	—	300	

نوع سند: گزارش فنی	شماره سند: IE1402FP	شماره گروه: 3
تاریخ: 1403/04/23	دانشگاه تهران	پروژه پایانی الکترونیک صنعتی

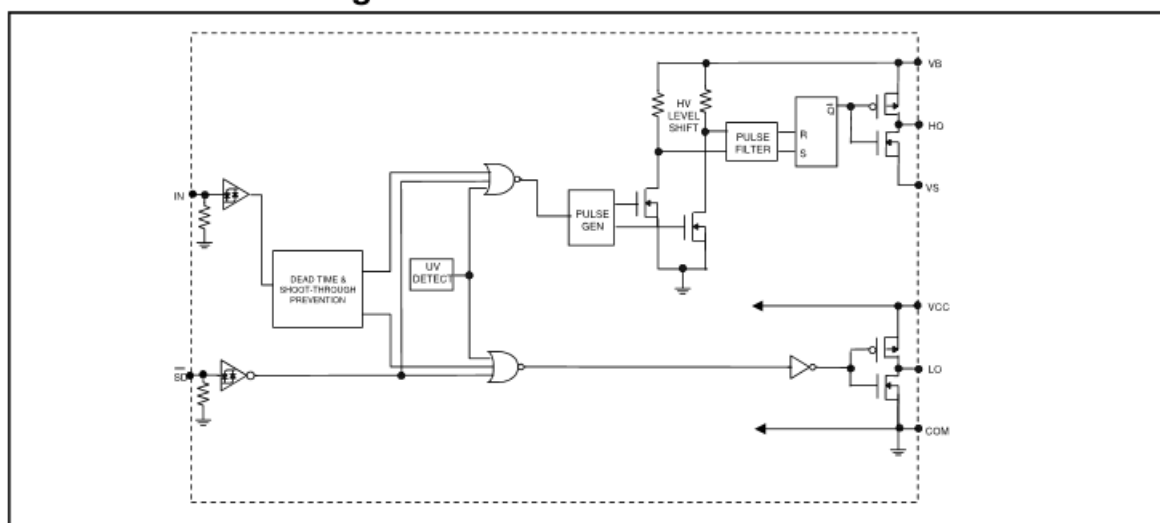
Recommended Operating Conditions

The Input/Output logic timing diagram is shown in Figure 1. For proper operation the device should be used within the recommended conditions. The V_S offset rating is tested with all supplies biased at 15V differential.

Symbol	Definition	Min.	Max.	Units
V_B	High side floating supply absolute voltage	$V_S + 10$	$V_S + 20$	V
V_S	High side floating supply offset voltage	Note 1	600	
V_{HO}	High side floating output voltage	V_S	V_B	
V_{CC}	Low side and logic fixed supply voltage	10	20	
V_{LO}	Low side output voltage	0	V_{CC}	
V_{IN}	Logic input voltage (IN & \overline{SD})	0	V_{CC}	
T_A	Ambient temperature	-40	125	$^{\circ}\text{C}$

Note 1: Logic operational for V_S of -5 to +600V. Logic state held for V_S of -5V to $-V_{BS}$. (Please refer to the Design Tip DT97-3 for more details).

Functional Block Diagram



بخش 3- شبیه سازی

شرایط مبدل خود را با ادوات انتخاب شده و با استفاده از یک کنترل کننده PI شبیه سازی کنید. خروجی های مبدل خود را گزارش کنید. آزمون دینامیکی در ازای تغییر 20٪ بار خروجی و 20٪ تغییرات در ولتاژ ورودی را نیز بررسی و گزارش کنید. برای شبیه سازی از نرم افزار متلب/سیمولینک یا $PLECS$ می توانید استفاده کنید.

نوع سند: گزارش فنی	شماره سند: IE1402FP	شماره گروه: 3
تاریخ: 1403/04/23	دانشگاه تهران	پروژه پایانی الکترونیک صنعتی

بخش 4- کدنویسی کنترل کننده با میکروکنترلر ATMEGA8

```

91   SystemClock_Config();
92
93   /* USER CODE BEGIN SysInit */
94
95   /* USER CODE END SysInit */
96
97   /* Initialize all configured peripherals */
98   MX_GPIO_Init();
99   MX_TIM2_Init();
100  MX_TIM3_Init();
101  MX_ADC1_Init();
102  /* USER CODE BEGIN 2 */
103  // HAL_ADC_Start(&hadc1);
104  HAL_TIM_PWM_Start(&htim3,TIM_CHANNEL_4);
105  HAL_TIM_PWM_Start(&htim2,TIM_CHANNEL_2);
106  HAL_ADC_Start_IT(&hadc1);
107  /* USER CODE END 2 */
108  MX_GPIO_Init();
109  /* Infinite loop */
110  /* USER CODE BEGIN WHILE */

```

Initialization اولیه یک سری تایمر و ورودی دیجیتال و مبدل آنالوگ به دیجیتال. همینطور در خواست اولیه شروع تبدیل آنالوگ به دیجیتال.

```
GPIO_PinState Pinstate = HAL_GPIO_ReadPin (GPIOA, GPIO_PIN_0);
```

این خط در ابتدا حالت پین PA0 که یک پین ورودی تعریف شده است را میخواند.

```

116   if (adc_valid == 1){
117       // v = (int)adc_result*16;
118       v = (int)adc_result*16;
119       if (Pinstate == GPIO_PIN_RESET){
120           __HAL_TIM_SET_COMPARE(&htim2, TIM_CHANNEL_2, 0);
121           __HAL_TIM_SET_COMPARE(&htim3, TIM_CHANNEL_4, v);
122       }
123       else{
124           __HAL_TIM_SET_COMPARE(&htim2, TIM_CHANNEL_2, v);
125           __HAL_TIM_SET_COMPARE(&htim3, TIM_CHANNEL_4, 0);
126       }
127
128       adc_valid=0;
129       HAL_ADC_Start_IT(&hadc1);
130   }
131   // }
132   HAL_Delay(1000);
133   /* USER CODE BEGIN 3 */
134   }

```

نوع سند: گزارش فنی	شماره سند: IE1402FP	شماره گروه: 3
تاریخ: 1403/04/23	دانشگاه تهران	پروژه پایانی الکترونیک صنعتی

سپس وقتی اینترپت مربوط به ADC فعال شد و اعتبار خروجی مبدل آنالوگ به دیجیتال را تایید کرد میتوان خروجی را با توجه به رابطه بین ورودی 12 بیتی سرعت که به پتانسیومتر وصل است و تایمرهای تعریف شده برای PWM مقدار دیوتی سایکل را برای اعمال به PWM ها محاسبه کرد.

$$2^{12} = 4095$$

$$65535/4095 = 16$$

65535 مقدار Counter period است. که حاصل دیوتی سایکل بصورت

$CCR/counter\ period * 100$ تعریف میشود و در تابع مربوط به آن مقدار آن در تایمر مورد نظر نوشته میشود.

جهت نیز با توجه به مقدار ورودی خوانده شده از PA0 تعیین میشود.

زمانی که مقدار این پین 0 باشد مقدار دیوتی سایکل PWM مربوط به تایمر 2 از کانال 2 و پین PA1 صفر میشود و مقدار دیوتی سایکل PWM مربوط به تایمر 3 از کانال 4 و پین PB1 با توجه به رابطه

$$v = (int)adc_result * 16;$$

زمانی که مقدار این پین 1 باشد مقدار دیوتی سایکل PWM مربوط به تایمر 3 از کانال 4 و پین PB1 صفر میشود و مقدار دیوتی سایکل PWM مربوط به تایمر 2 از کانال 2 و پین PA1 با توجه به رابطه

$$v = (int)adc_result * 16;$$

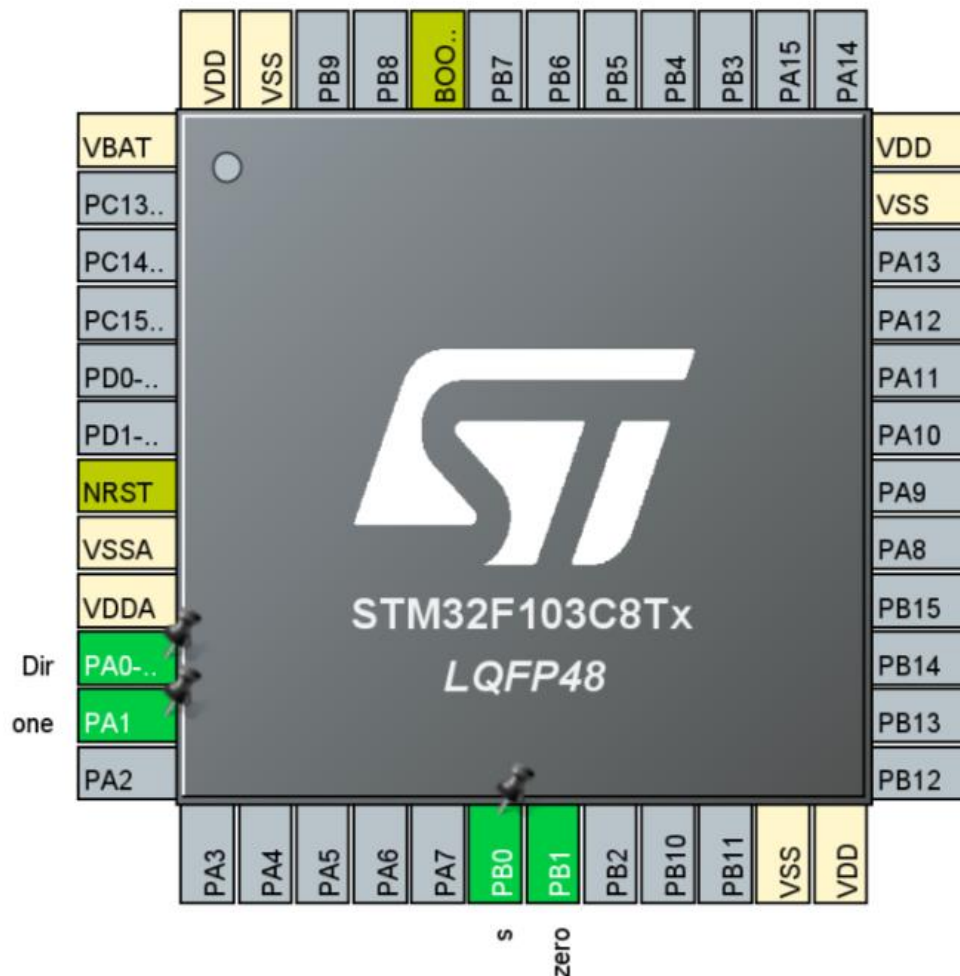
در نهایت متغیر مربوط به ولیدیتی adc را 0 کرده و دوباره برای شروع تبدیل آنالوگ به دیجیتال درخواست میدهیم با قطعه کد `HAL_ADC_Start_IT(&hadc1);`

قطعه کد زیر نیز مربوط به اینترپت adc است که زمانی که تبدیل آنالوگ به دیجیتال تکمیل میشود فعال میشود:

در این تابع ولیدیتی مقدار adc 1 میشود و مقدار دیجیتال خوانده میشود.

```
void HAL_ADC_ConvCpltCallback(ADC_HandleTypeDef* hadc){
    adc_valid = 1;
    adc_result = HAL_ADC_GetValue(&hadc1);
}
```

نوع سند: گزارش فنی	شماره سند: IE1402FP	شماره گروه: 3
تاریخ: 1403/04/23	دانشگاه تهران	پروژه پایانی الکترونیک صنعتی



همانطور که دیده میشود پایه PA0 برای تشخیص جهت به عنوان ورودی دیجیتال تعریف شده و مقدار 0 و 1 را برای ساعتگرد و پادساعتگرد بودن جهت چرخش میگیرد.

PB0 نیز مقدار سرعت را میگیرد و به عنوان ADC تعریف شده.

پایه های PA1 , PB1 به عنوان تایمر با خروجی PWM تعریف شده اند.

نوع سند: گزارش فنی	شماره سند: IE1402FP	شماره گروه: 3
تاریخ: 1403/04/23	دانشگاه تهران	پروژه پایانی الکترونیک صنعتی

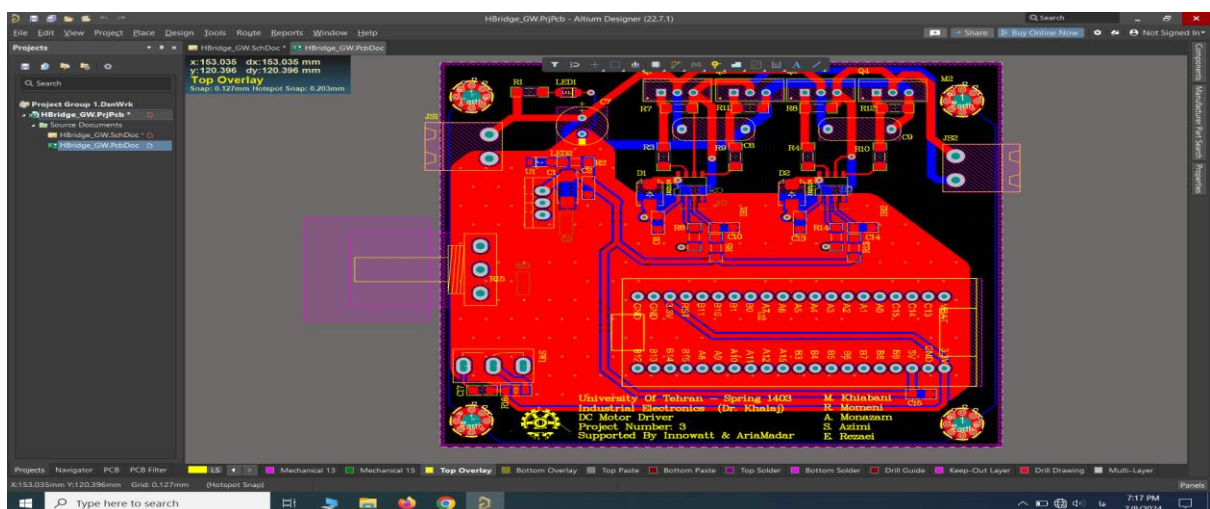
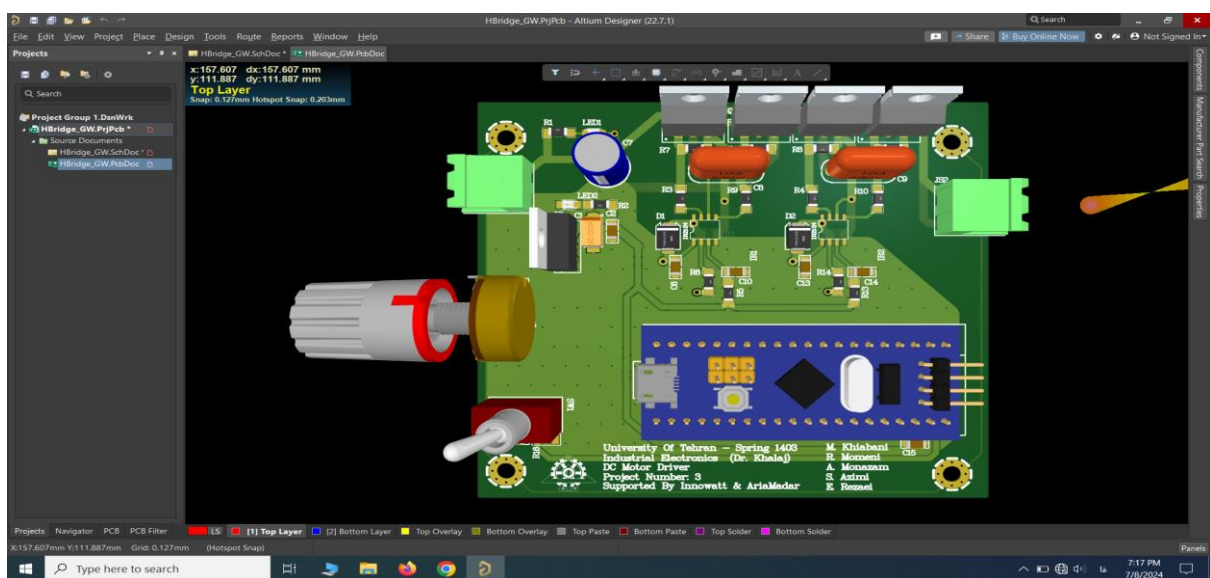
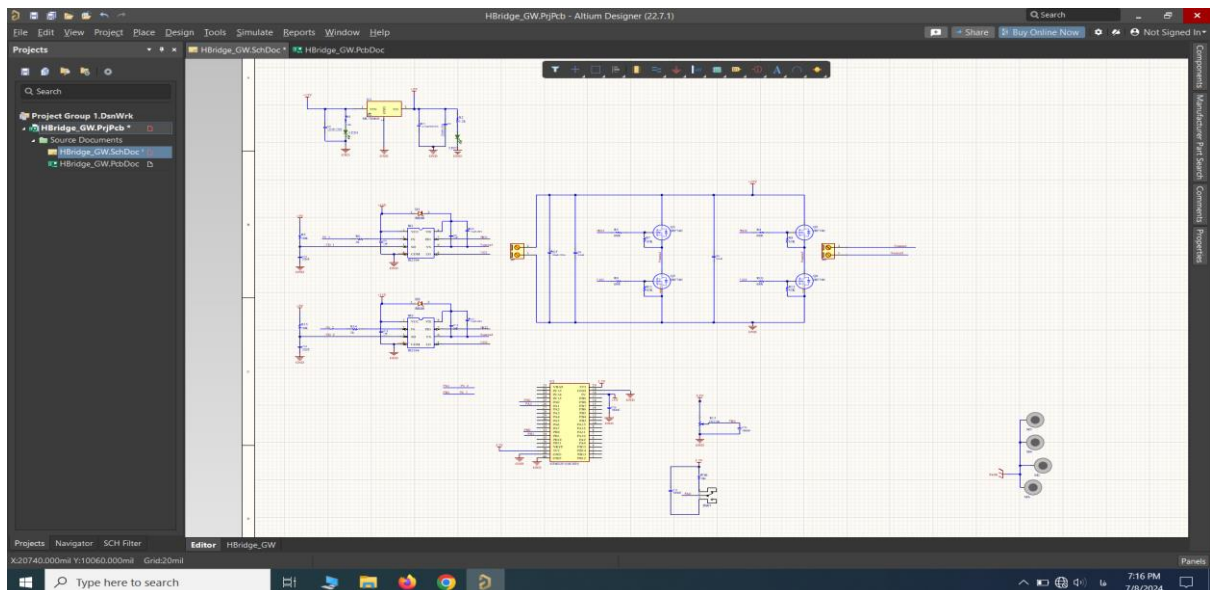
بخش 5- طراحی کنترل کننده با آیسی TL494

در این پروژه از این آیسی استفاده نشده است.

بخش 6- طراحی بخش الکترونیک و برد مدار چاپی (PCB)

PCB طراحی شده دو لایه بوده و دارای ابعاد حدودی 8 در 9 سانتی متر می باشد. در این طراحی از پلی گان برای زمین استفاده شده است. شایان ذکر است که برای ورودی و خروجی مدار از فونیکس استفاده کرده ایم. برای تغذیه میکرو نیز از رگولاتور استفاده شده است. عرض ترک های بخش قدرت دو میلی متر و عرض ترک های متصل به پایه های ماسفت یک و نیم میلی متر می باشند. البته باید توجه داشت که عرض ترک های متصل به پایه آیسی IR2104 0.5 میلی متر می باشد. در نهایت در چهار گوشه PCB جاهای پیچ به صورت ارت شده گذاشته شده است که به وسیله ترکی با عرض 0.3 میلی متر به یکدیگر متصل شده اند.

نوع سند: گزارش فنی	شماره سند: IE1402FP	شماره گروه: 3
تاریخ: 1403/04/23	دانشگاه تهران	پروژه پایانی الکترونیک صنعتی

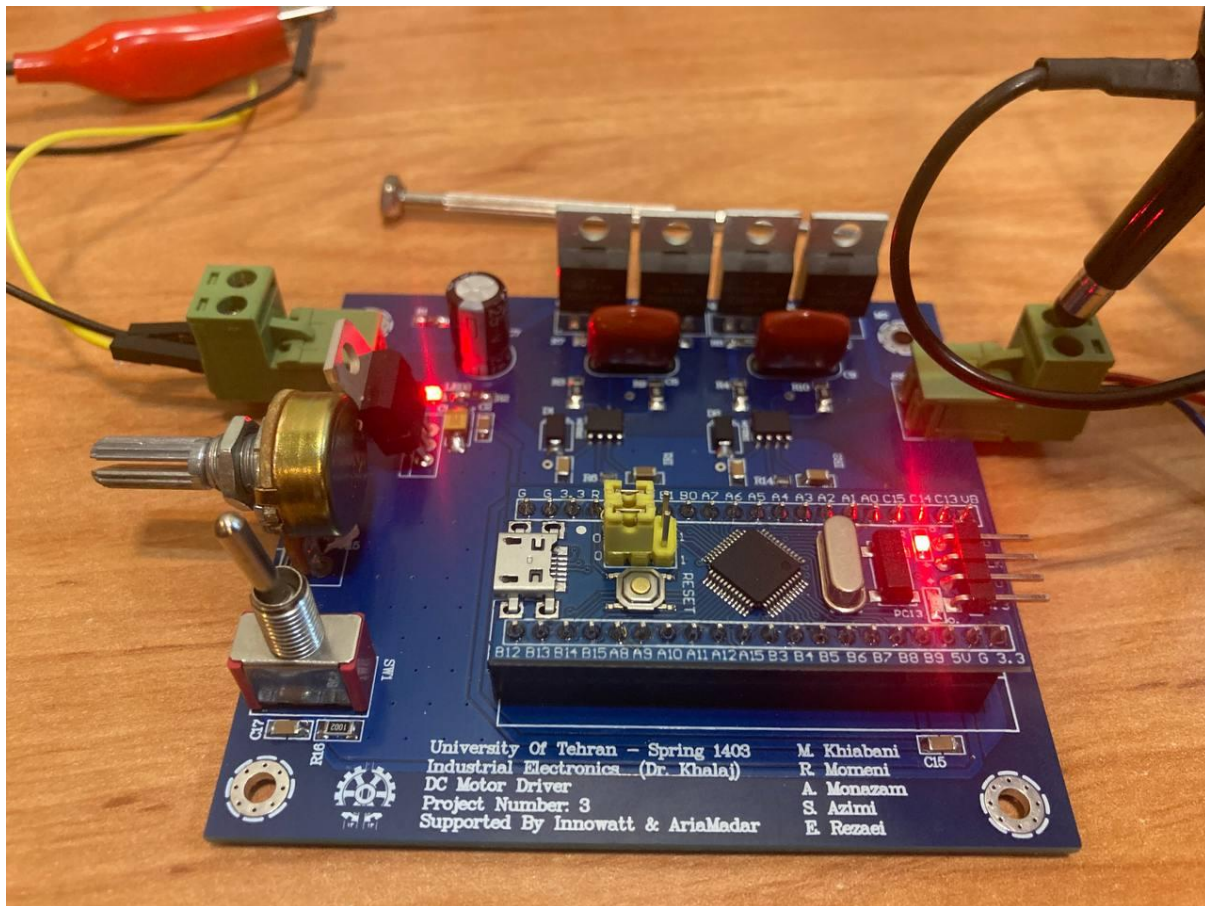


دانشگاه فنی دانشگاه تهران - پروژه پایانی الکترونیک صنعتی - بهار 1403

نوع سند: گزارش فنی	شماره سند: IE1402FP	شماره گروه: 3
تاریخ: 1403/04/23	دانشگاه تهران	پروژه پایانی الکترونیک صنعتی

PCB طراحی شده

بخش 7- ساخت و آزمون طرح

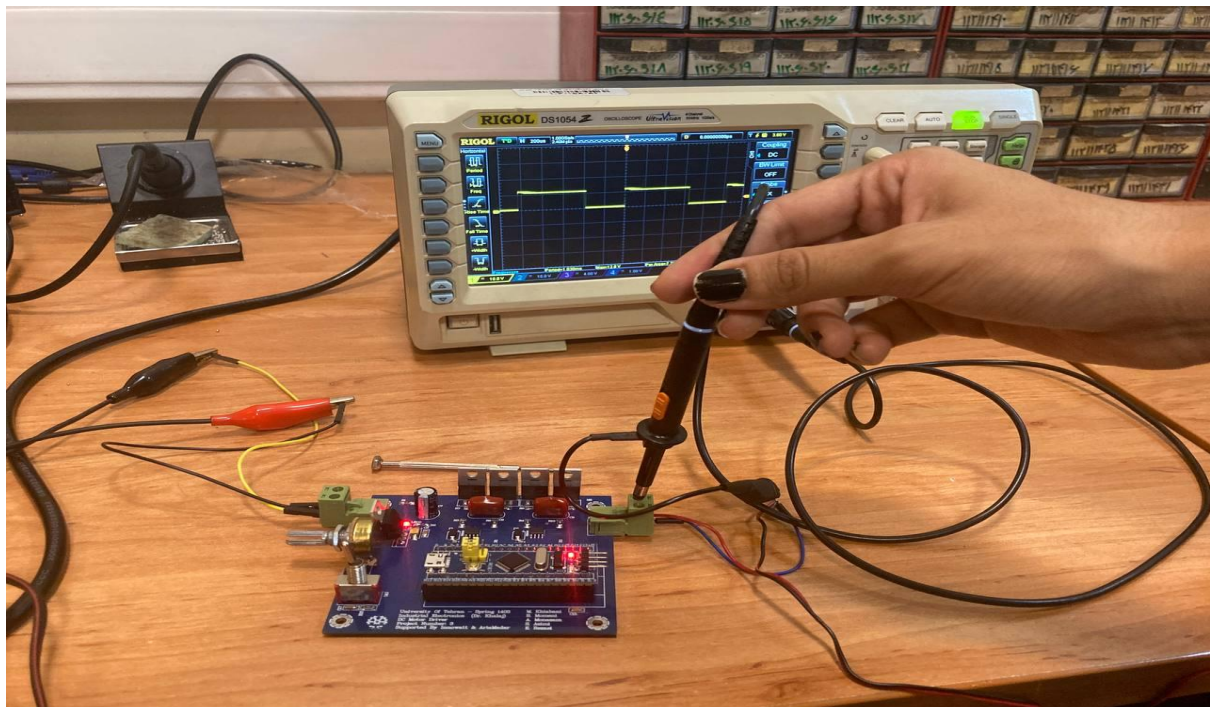


مدار مونتاژ شده

همانطور که مشاهده می شود قطعات مشخص شده بر روی PCB طراحی شده لحیم شده و بدین صورت
بورد مونتاژ می شود.

دانشکده فنی دانشگاه تهران - پروژه پایانی الکترونیک صنعتی - بهار 1403

نوع سند: گزارش فنی	شماره سند: IE1402FP	شماره گروه: 3
تاریخ: 1403/04/23	دانشگاه تهران	پروژه پایانی الکترونیک صنعتی



نتیجه گرفته شده

برای تست این درایور از یک فن 12 ولت استفاده کردیم به این صورت که با تغییر دادن پتانسیومتر به عنوان کنترلر اصلی ما، دور و جهت چرخش این فن (راستگرد چپ گرد) تعیین و کنترل می شود. با چرخاندن پتانسیومتر و کاهش عرض پالس سرعت موتور کاهش یافته تا جایی که به صورت کامل متوقف شود و از آنطرف با افزایش عرض پالس می توان سرعت چرخش را افزایش داد. برای تغییر دادن جهت چرخش نیز باید پالس صفر و یک ایجاد کرد.



دانشکده فنی دانشگاه تهران - پروژه پایانی الکترونیک صنعتی - بهار 1403

نوع سند: گزارش فنی	شماره سند: IE1402FP	شماره گروه: 3
تاریخ: 1403/04/23	دانشگاه تهران	پروژه پایانی الکترونیک صنعتی

چرخش فن در حداکثر سرعت