

به نام خدا

گزارش کار ششم آزمایشگاه مدارهای منطقی



دانشکده مهندسی کامپیووتر

آزمایش ششم: طراحی یک برد مدار چاپی (PCB)

علی محمدزاده شبستری

۴۰۱۱۰۶۴۸۲

تابستان ۱۴۰۲

فهرست

۳.	مقدمه.....
۳.	اقدامات لازم قبل از طراحی PCB
۷.	طراحی PCB
۱۲.	جمع‌بندی
۱۲.	منابع.....

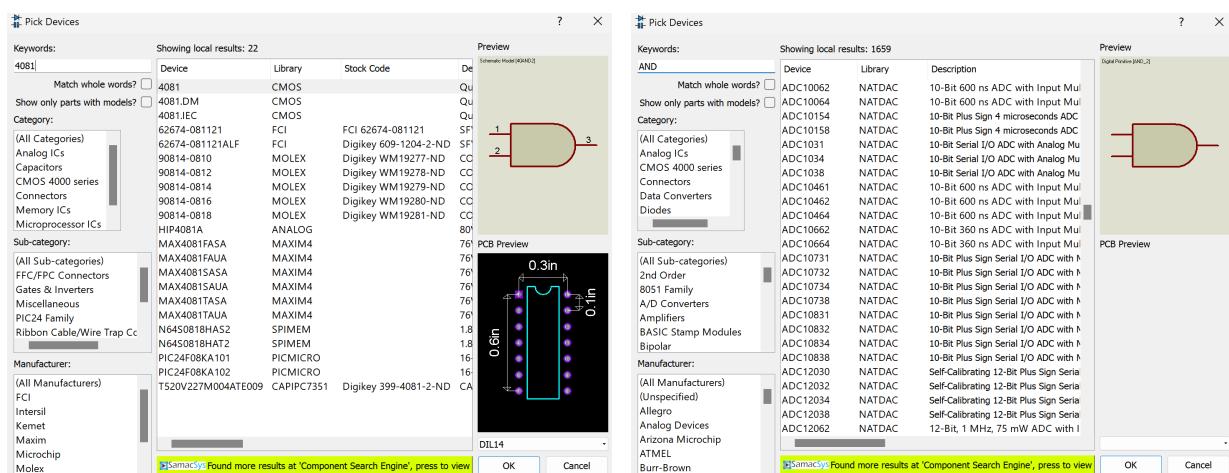
مقدمه

هدف این آزمایش پیاده‌سازی مدار کنترل کننده آزمایش ۴ (تایмер ماشین لباس‌شویی) روی یک برد مدار چاپی است.
برد مدار چاپی یا برد الکترونیکی ((به انگلیسی: Printed Circuit Board (PCB)) شامل مجموعه‌ای از
مدارهای الکتریکی بوده و می‌تواند یک طرفه (یک لایه مس)، دو طرفه (دو لایه مس) یا حتی چند لایه و به رنگ‌های سبز،
نارنجی و آبی مختلف باشد؛ به طوریکه قطعات الکترونیکی مانند مقاومت، خازن، آئی سی و ... بر روی آن مونتاژ شده و جهت
استفاده در تجهیزات الکترونیکی بکار می‌رود.

اقدامات لازم قبل از طراحی PCB

مداری که در آزمایش ۴ ساخته بودیم، شامل چهار فلیپ‌فلاب، تعداد زیادی گیت‌های منطقی، لاجیک‌استیت، لاجیک‌پروب و
اجزای کلاک است. برای ساختن طراحی PCB از مدار، باید همه قطعه‌های مدار را بررسی کنیم و مطمئن شویم که معادل

PCB دارند.



- آئی سی (4081) دو ورودی) دارای فوتپرینت

- گیت AND بدون فوتپرینت

همانطور که در دو تصویر فوق مشاهده می‌شود، اگر قطعه‌ای با نام AND PCB را جست‌وجو کنیم، معادل
چنین قطعه‌ای وجود خارجی ندارد. اما اگر از آئی سی ۴۰۸۱ استفاده کنیم، به خواسته موردنظر می‌رسیم.

پس باید همه انواع قطعات به کار رفته در مدار را بررسی کنیم و آن‌هایی که معادل PCB ندارند را با نمونه مشابه معادل دار
جاگزین کنیم.

• گیت AND دو ورودی ← آی سی 4081

Pick Devices

Showing local results: 22

Device	Library	Stock Code	Description
4081	CMOS		Quad 2-Input AND Gate
4081.DM	CMOS		Quad 2-Input AND Gate
4081.IEC	CMOS		Quad 2-Input AND Gate
62674-081121	FCI	FCI 62674-081121	SEV-S Series, 8 Ros, Top Entry Surface Mount ZIF Connector
62674-081121ALF	FCI	Digikey 609-1204-2-ND	SEV-S Series, 8 Ros, Top Entry Surface Mount ZIF Connector
90814-0810	MOLEX	Digikey WM19277-ND	CONN HEADER 10PPOS 1.27MM SMD TIN
90814-0812	MOLEX	Digikey WM19278-ND	CONN HEADER 12PPOS 1.27MM SMD TIN
90814-0814	MOLEX	Digikey WM19279-ND	CONN HEADER 14PROS 1.27MM SMD TIN
90814-0816	MOLEX	Digikey WM19280-ND	CONN HEADER 16PPOS 1.27MM SMD TIN
90814-0818	MOLEX	Digikey WM19281-ND	CONN HEADER 18PPOS 1.27MM SMD TIN
HIP4081A	ANALOG		80V/2.5A Peak, High Frequency Full Bridge FET Driver.
MAX4081FASA	MAXIM4		76V, High-Side Current-Sense Amplifiers with Voltage Output
MAX4081FAUA	MAXIM4		76V, High-Side Current-Sense Amplifiers with Voltage Output
MAX4081SASA	MAXIM4		76V, High-Side Current-Sense Amplifiers with Voltage Output
MAX4081SAUA	MAXIM4		76V, High-Side Current-Sense Amplifiers with Voltage Output
MAX4081TASA	MAXIM4		76V, High-Side Current-Sense Amplifiers with Voltage Output
MAX4081TAUA	MAXIM4		76V, High-Side Current-Sense Amplifiers with Voltage Output
NG450818HAS2	SPIMEM		1.8V, 64k Low Power Serial SRAMs (8K x 8-bit), SOIC-8
NG450818HAT2	SPIMEM		1.8V, 64k Low Power Serial SRAMs (8K x 8-bit), TSSOP8
PIC24F08KA102	PICMICRO		16-bit Flash Microcontroller, 20 pin, 8kB ROM, 1.5kB RAM
T520V227M004ATE009	CAPIMPC7351	Digikey 399-4081-2-ND	CAPACITOR TANT 220uF 4V 20% SMD

Sub-category: (All Sub-categories) FFC/FFC Connectors Gates & Inverters Miscellaneous PIC24 Family Ribbon Cable/Wire Trap Conn

Manufacturer: (All Manufacturers) FCI Intersil Kemet Maxim Microchip Molex

Preview

PCB Preview

DIL14

OK Cancel

۳- آی سی AND (۴۰۸۱ دو ورودی)

• گیت AND سه ورودی ← آی سی 74LS11

Pick Devices

Showing local results: 9

Device	Library	Description
74LS11	74LS	Triple 3-Input Positive-AND Gates
74LS11.DM	74LS	Triple 3-Input Positive-AND Gates
74LS11.IEC	74LS	Triple 3-Input Positive-AND Gates
74LS112	74LS	Dual J-K Negative-Edge-Triggered Flip-Flops With Clear and Preset
74LS112.IEC	74LS	Dual J-K Negative-Edge-Triggered Flip-Flops With Clear and Preset
74LS113	74LS	Dual Negative-Edge-Triggered JK Flip-Flop With Set
74LS113.IEC	74LS	Dual Negative-Edge-Triggered JK Flip-Flop With Set
74LS114	74LS	Dual Negative-Edge-Triggered JK Flip-Flop With Set Common Clock And Common Reset
74LS114.IEC	74LS	Dual Negative-Edge-Triggered JK Flip-Flop With Set Common Clock And Common Reset

Sub-category: (All Sub-categories) Flip-Flops & Latches Gates & Inverters

Manufacturer: (All Manufacturers)

Preview

PCB Preview

DIL14

OK Cancel

۴- آی سی AND سه ورودی (74LS11)

• گیت AND چهار ورودی ← آی سی 4082

Pick Devices

Showing local results: 8

Device	Library	Stock Code	Description
4082	CMOS		Dual 4-Input AND Gate
4082.DM	CMOS		Dual 4-Input AND Gate
4082.IEC	CMOS		Dual 4-Input AND Gate
90814-0820	MOLEX	Molex WM19282-ND	CONN HEADER 20PPOS 1.27MM SMD TIN
90814-0822	MOLEX	Molex 0908140822	1.27mm (.050in) Pitch Picoflex® PF-50 SMT Header, Vertical
90814-0824	MOLEX	Molex 0908140824	1.27mm (.050in) Pitch Picoflex® PF-50 SMT Header, Vertical
90814-0826	MOLEX	Digikey WM19283-ND	CONN HEADER 26PPOS 1.27MM SMD TIN
T520V227M004ATE012	CAPIMPC7351	Digikey 399-4082-2-ND	CAPACITOR TANT 220uF 4V 20% SMD

Sub-category: (All Sub-categories) Gates & Inverters Ribbon Cable/Wire Trap Conn Tantalum SMD

Manufacturer: (All Manufacturers) Kemet Molex

Preview

PCB Preview

DIL14

OK Cancel

۵- آی سی AND چهار ورودی (۴۰۸۲)

• آئی سی OR دو ورودی ← گیت OR

Pick Devices

Showing local results: 11

Device	Library	Stock Code	Description
4071	CMOS		Quad 2-Input OR Gate
4071.DM	CMOS		Quad 2-Input OR Gate
4071.IEC	CMOS		Quad 2-Input OR Gate
90814-0710	MOLEX	Molex 0908140710	1.27mm (.050in) Pitch Picoflex® PF-50 SMT Header
90814-0712	MOLEX	Molex 0908140712	1.27mm (.050in) Pitch Picoflex® PF-50 SMT Header
90814-0714	MOLEX	Molex 0908140714	1.27mm (.050in) Pitch Picoflex® PF-50 SMT Header
90814-0716	MOLEX	Molex 0908140716	1.27mm (.050in) Pitch Picoflex® PF-50 SMT Header
90814-0718	MOLEX	Molex 0908140718	1.27mm (.050in) Pitch Picoflex® PF-50 SMT Header
MAX4071AUB	MAXIM4		Bidirectional, High-Side Current-Sense Amplifiers
MM525240B5-7.1	DIOIPC7351	Digikey MM525240BSDTR-N	DIODE ZENER 10V 200MW SOD-323
T520V107M010ATE050	CAPIPC7351	Digikey 399-4071-2-ND	CAPACITOR TANT 100uF 10V 20% SMD

Sub-category: (All Sub-categories) Gates & Inverters Miscellaneous Ribbon Cable/Wire Trap Conn Tantalum SMD Zener

Manufacturer: (All Manufacturers) Diodes Inc. Kemet Maxim Molex

Preview

PCB Preview

DIL14

OK Cancel

آئی سی OR (4071) دو ورودی ←

• آئی سی XOR دو ورودی ← گیت XOR

Pick Devices

Showing local results: 16

Device	Library	Stock Code	Description
4070	CMOS		Quad XOR Gate
4070.IEC	CMOS		Quad XOR Gate
90814-0704	MOLEX	Molex 0908140704	1.27mm (.050in) Pitch Picoflex® PF-50 SMT Header, Vertical
90814-0706	MOLEX	Molex 0908140706	1.27mm (.050in) Pitch Picoflex® PF-50 SMT Header, Vertical
90814-0708	MOLEX	Molex 0908140708	1.27mm (.050in) Pitch Picoflex® PF-50 SMT Header, Vertical
MAX4070AUB	MAXIM4		Bidirectional, High-Side Current-Sense Amplifiers with Reference SCR (IRFRMS)=70A, Vrmm=400V, Igt=50mA
S4070W	TECCOR		
T520A36M004ATE070	CAPIPC7351	Digikey 399-4713-2-ND	CAP TANT 33uF 4V 20% SMD
T520A476M004ATE070	CAPIPC7351	Digikey 399-4714-2-ND	CAP TANT 47uF 4V 20% SMD
T520A476M004ATE070	CAPIPC7351	Digikey 399-4007-2-ND	CAPACITOR TANT 100uF 4V 20% SMD
T520B157M004ATE070	CAPIPC7351	Digikey 399-4015-2-ND	CAPACITOR TANT 150uF 4V 20% SMD
T520B227M004ATE070	CAPIPC7351	Digikey 399-4730-2-ND	CAP TANT 220uF 4V 20% SMD
T520B666M004ASE070	CAPIPC7351	Digikey 399-3060-2-ND	CAPACITOR TANT 68uF 4V 20% SMD
T520B666M004ATE070	CAPIPC7351	Digikey 399-4026-2-ND	CAPACITOR TANT 68uF 4V 20% SMD
T520T476M004ATE070	CAPIPC7351	Digikey 399-3380-2-ND	CAPACITOR TANT 47uF 4V 20% SMD
T520V107M010ATE045	CAPIPC7351	Digikey 399-4070-2-ND	CAPACITOR TANT 100uF 10V 20% SMD

Sub-category: (All Sub-categories) Gates & Inverters Miscellaneous Ribbon Cable/Wire Trap Conn SCRs Tantalum SMD

Manufacturer: (All Manufacturers) Kemet Maxim Molex Teccor

Preview

PCB Preview

DIL14

OK Cancel

آئی سی XOR (4070) دو ورودی ←

• آئی سی NOT یک ورودی ← گیت NOT

Pick Devices

Showing local results: 19

Device	Library	Description
74LS19	74LS	Hex Schmitt-Trigger Inverters
74LS19.DM	74LS	Hex Schmitt-Trigger Inverters
74LS19.IEC	74LS	Hex Schmitt-Trigger Inverters
74LS190	74LS	Presettable Synchronous BCD Decade Up/Down Counter
74LS190.IEC	74LS	Presettable Synchronous BCD Decade Up/Down Counter
74LS191	74LS	4-Bit Synchronous Up/Down Binary Counters
74LS191.IEC	74LS	4-Bit Synchronous Up/Down Binary Counters
74LS192	74LS	Presettable Synchronous BCD Decade Up/Down Counter with Asynchronous Reset
74LS192.IEC	74LS	Presettable Synchronous BCD Decade Up/Down Counter with Asynchronous Reset
74LS193	74LS	4-Bit Synchronous Up/Down Binary Counters With Dual Clock and Clear
74LS193.IEC	74LS	4-Bit Synchronous Up/Down Binary Counters With Dual Clock and Clear
74LS194	74LS	4-Bit Bidirectional Universal Shift Registers
74LS194.IEC	74LS	4-Bit Bidirectional Universal Shift Registers
74LS195	74LS	4-Bit Parallel Access Register
74LS195.IEC	74LS	4-Bit Parallel Access Register
74LS196	74LS	4-Bit Asynchronous Decade Counter
74LS196.IEC	74LS	4-Bit Asynchronous Decade Counter
74LS197	74LS	4-Bit Asynchronous Binary Counter
74LS197.IEC	74LS	4-Bit Asynchronous Binary Counter

Sub-category: (All Sub-categories) Counters Gates & Inverters Registers

Manufacturer: (All Manufacturers)

Preview

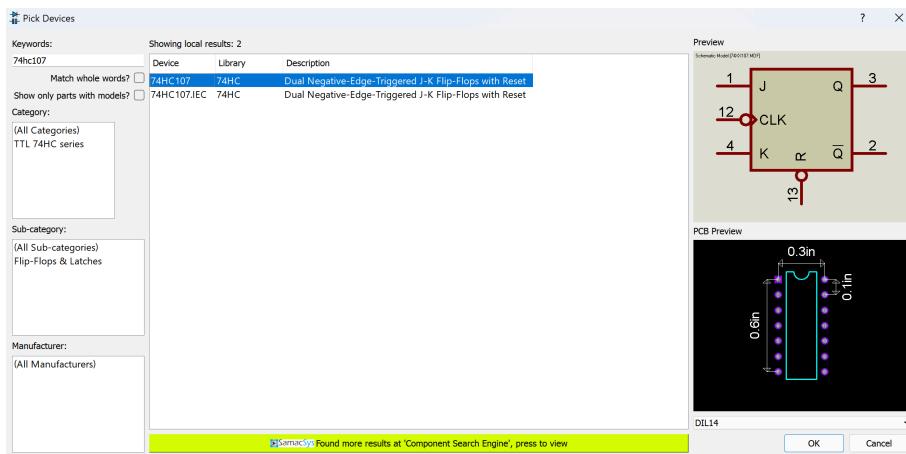
PCB Preview

DIL14

OK Cancel

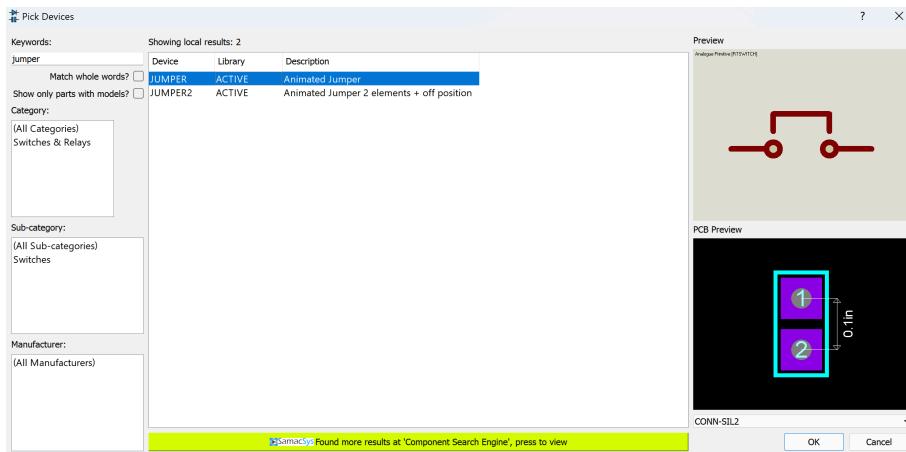
آئی سی NOT (74LS19) یک ورودی ←

74HC107 فلیپ‌فلاپ ⇐ آی‌سی JK •



۹-آی‌سی JK فلیپ‌فلاپ (74HC107)

JUMPER ⇐ جامپر •

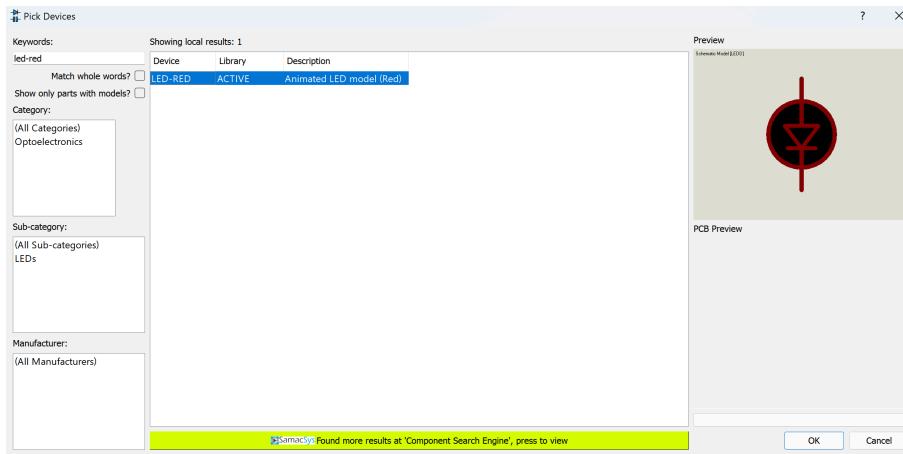


۱۰-آی‌سی JUMPER (جامپر)

بررسی جامپر: برای مقداردهی به ورودی‌ها از جامپر استفاده می‌کنیم (یک جامپر برای هر ورودی، به جای لاجیک استیت). یک طرف همه جامپرهای را به GROUND مشترک متصل می‌کنیم. سمت دیگر هر کدام را به یک POWER اختصاصی متصل می‌کنیم. (یک GROUNF مشترک برای همه جامپرهای POWER برای هر جامپر) سپس برای کنترل ولتاژ، بین POWER و سر جامپر، یک مقاومت قرار می‌دهیم. در غیر این صورت ممکن است وضعیت زرد به خود بگیرد (به دلیل ایجاد نویز).

علت استفاده POWER اختصاصی برای هر جامپر این است که اگر مثل GROUND مشترک بود، پس از پایین آمدن هر جامپر (ایجاد اتصال)، سمت دیگر همه جامپرهای مستقل از پایین یا بالا بودنشان صفر می‌شد و عملاً همه جامپرهای صفر می‌شدند. اگر هم یک طرف از جامپرهای به جایی متصل نباشد، وضعیت طوسی (floating) خواهد داشت.

LED-RED ⇐ (خروچی) الای دی •

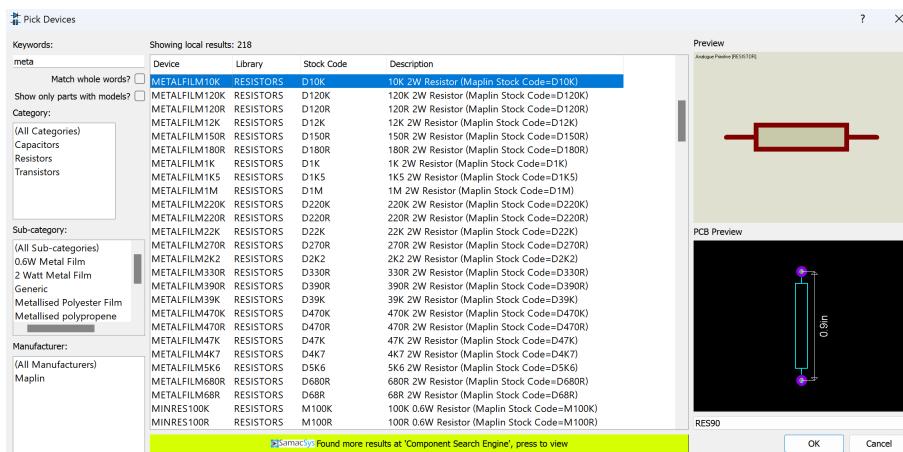


۱۱- آی سی LED-RED (الای دی قرمز)

بررسی LED-RED: ما برای نمایش خروچی هایمان از الای دی استفاده می کنیم. هرگاه خروچی ۱ (با کلاک) شود، الای دی روشن می شود.

اگرچه در تصویر فوق PCB خالی است، اما از پکیج LED این قطعه در طراحی PCB حضور دارد.

مقاومت ۱۰ کیلواهمی ⇐ METAFILM10K •



۱۲- آی سی K (مقاومت ۱۰ اهمی، مایلین)

البته برای مقاومت، گزینه های زیادی پیش رو داریم و ما از Maplin استفاده کردیم.

طراحی PCB

۱) وارد برگه PCB می شویم. (در ابتدای ساخت پروژه تیک گزینه

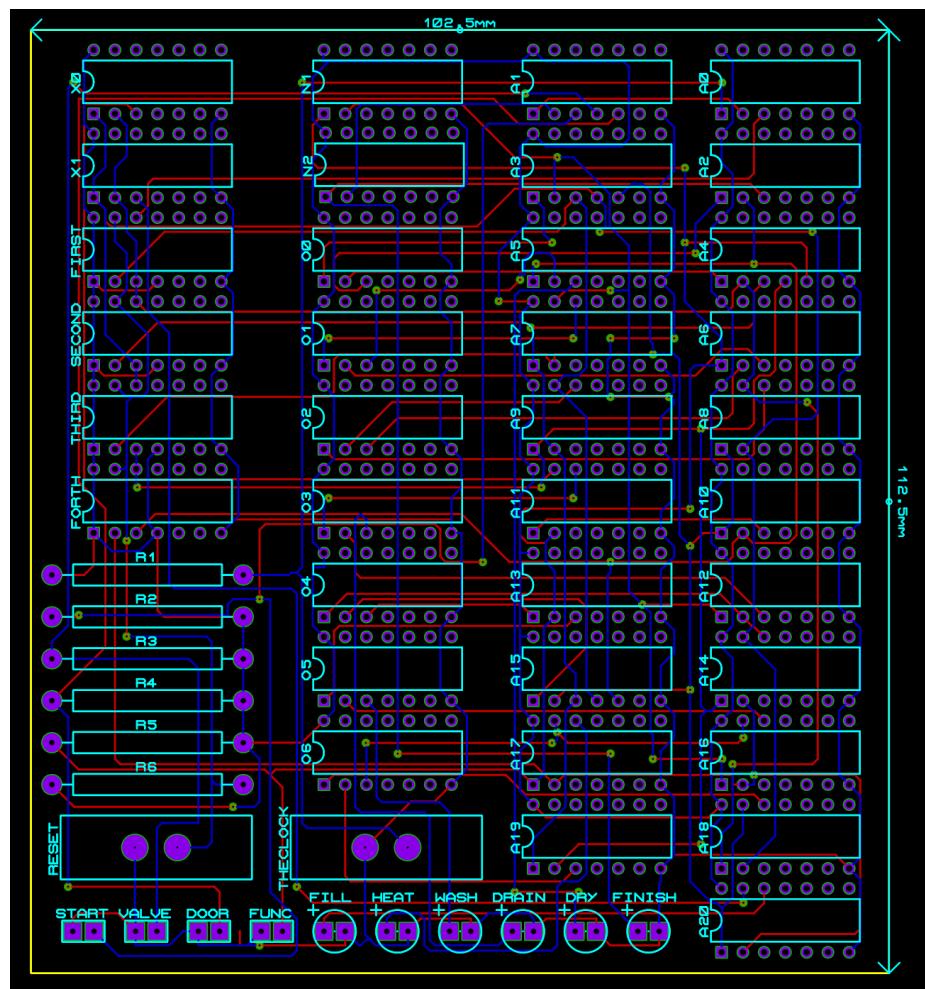
selected template را می زنیم.)

۲) همه قطعه هایی که در شماتیک مدار استفاده کرده ایم در بخش COMPONENTS حضور دارند. هر کدام آن ها

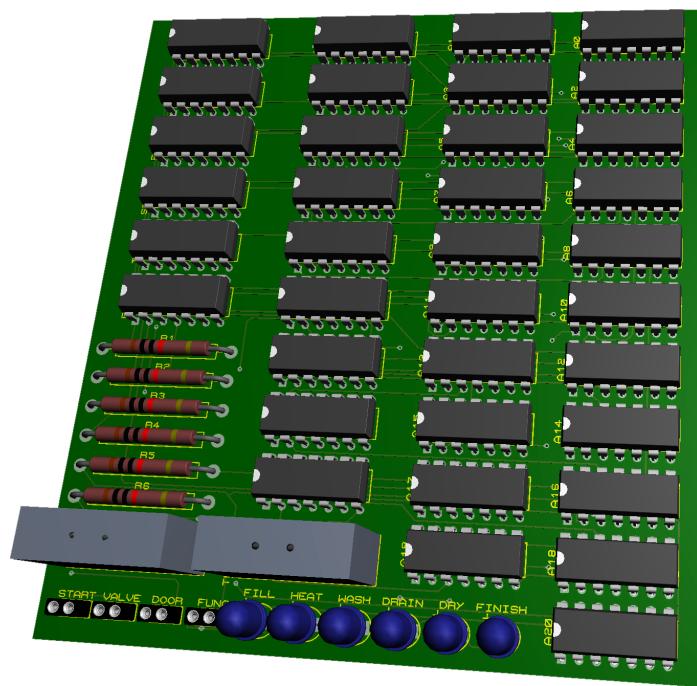
را انتخاب می کنیم و در صفحه قرار می دهیم. پس از قرار گیری قطعات در صفحه، به صورت خودکار از لیست

COMPONENTS حذف می شوند.

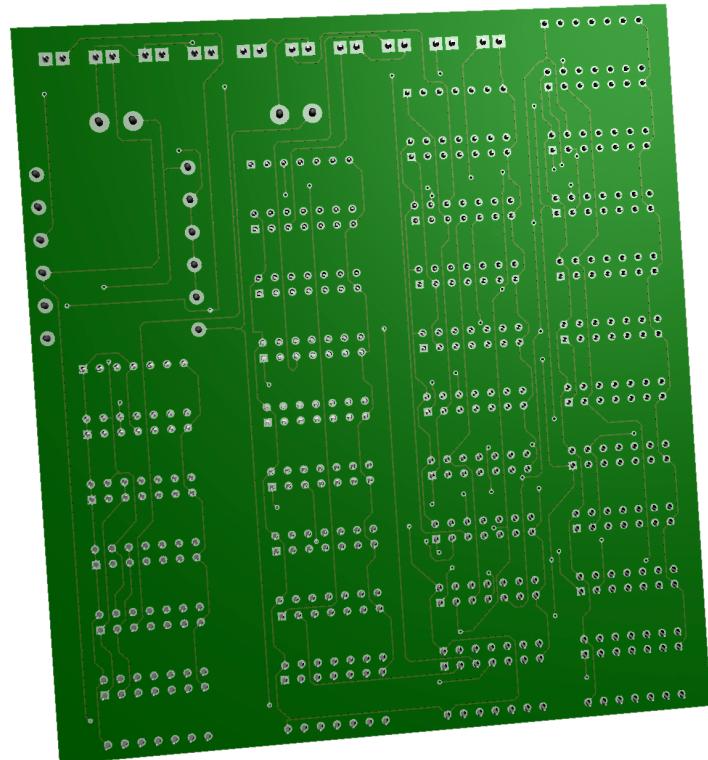
- ۳) ضمن قرار دادن قطعات، اتصالات آن‌ها با قطعات دیگر به صورت خودکار انجام می‌شود.
- ۴) پس از چیدمان مناسب قطعات کنار یکدیگر، با انتخاب 2D Graphics Box Mode یک مستطیل روی صفحه به عنوان برد مشخص می‌کنیم. با کلیک راست روی آن، از قسمت Border Change Layer گزینه Edge را انتخاب می‌کنیم.
- ۵) در آخر باید سیم‌کشی‌ها را انجام بدهیم، به دلیل تعداد زیاد قطعات و اتصالات می‌توانیم این کار را به برنامه بسپاریم. از سربرگ Tools گزینه Auto-router را انتخاب می‌کنیم. برنامه همه حالات را برای سیم‌کشی بررسی می‌کند و در نهایت آن را به ما نمایش می‌دهد. البته خوب است که پس از اتمام سیم‌کشی خودکار، خودمان هم یک بار همه اتصالات را بررسی کنیم تا کم و کاستی نداشته باشد.
- ۶) خوب است که در شکستگی‌ها از سیم‌کشی به صورت زاویه‌دار پرهیز کنیم و حتی الامکان آن‌ها را به صورت خمیده و منحنی در بیاوریم. زیرا شکستگی و تیزی در سیم‌ها به مرور زمان باعث آسیب دیدن سیم‌ها (و در مواردی که چند سیم به هم نزدیک باشند) باعث تغییر شکل سیم‌ها و اتصال کوتاه شدن آن‌ها می‌شود. در نتیجه عملکرد مدار مختلف می‌شود.



(PCB Layout) مدار PCB نمایش -۱۳-

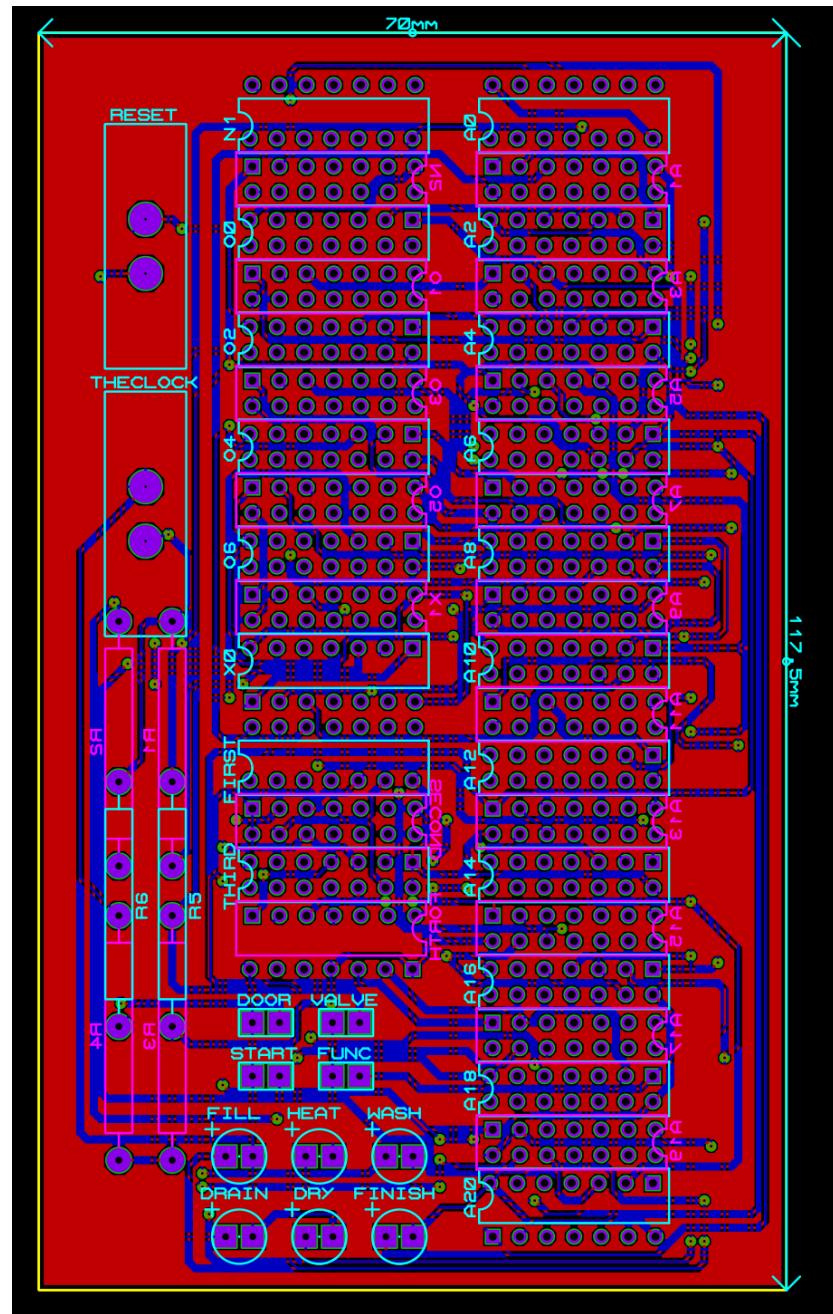


۱۴- نمای سه بعدی از جلوی برد (3D Visualizer)



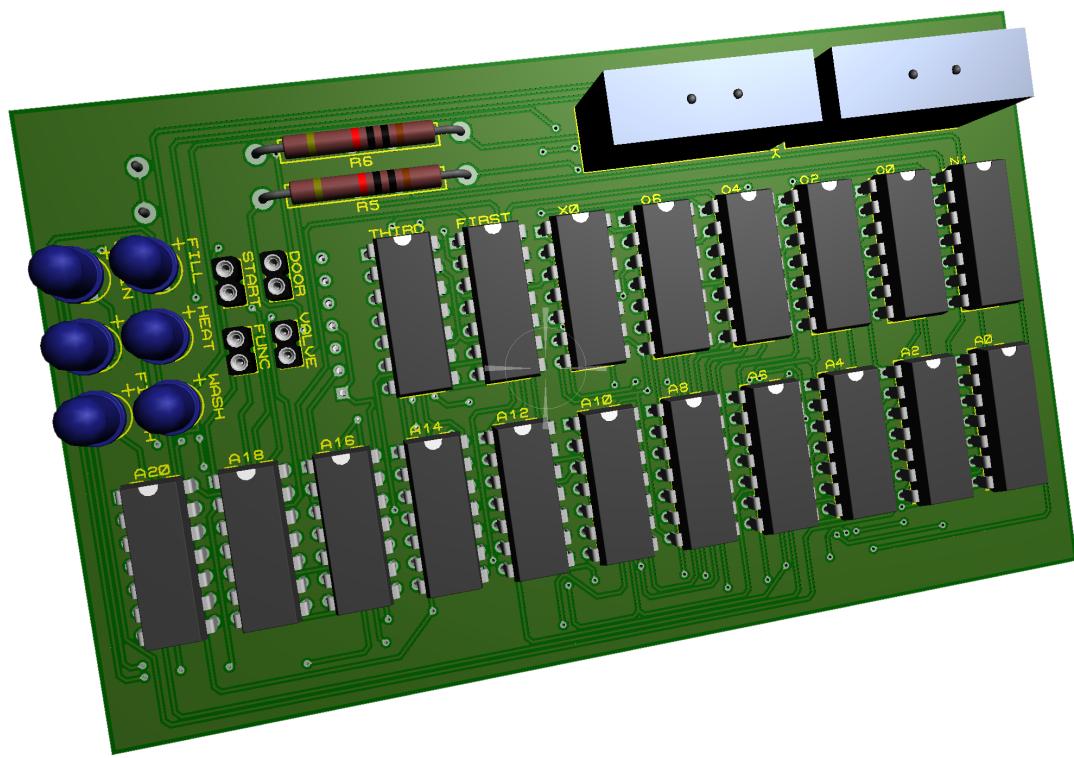
۱۵- نمای سه بعدی از پشت برد (3D Visualizer)

امتیازی: طراحی دوطرفه روی برد

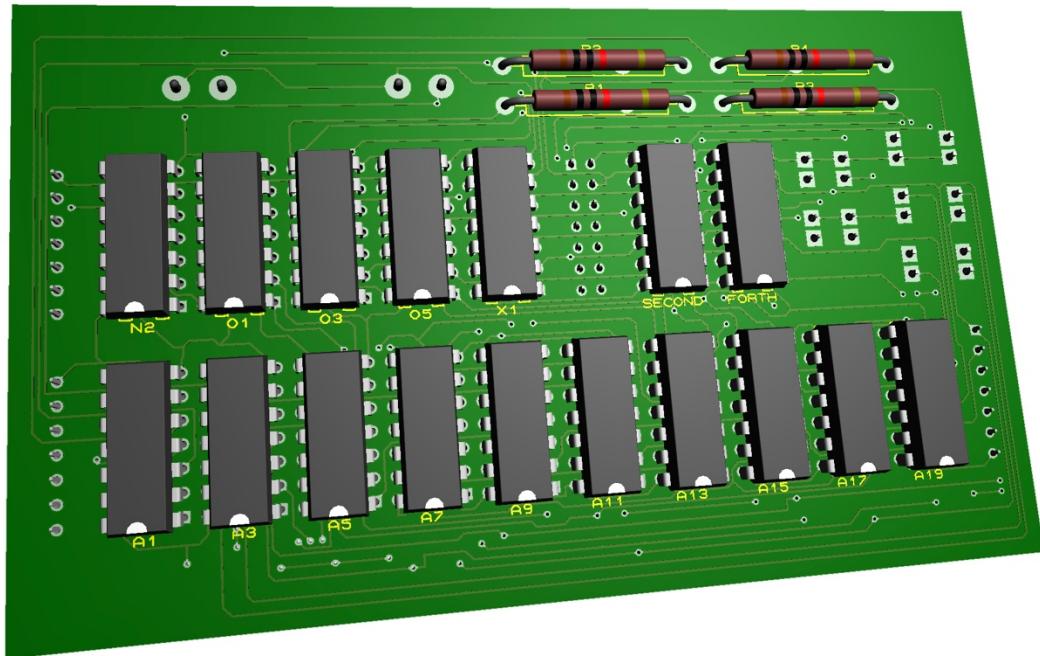


۱۶- نمایش PCB مدار دوطرفه (PCB Layout)

همانطور که در تصویر فوق مشاهده می‌کنید، ما می‌توانیم تعدادی از قطعات را در یک طرف برد، و مابقی را در پشت برد نصب کنیم. البته باید حواسمن به محل اتصالات باشد تا از دو طرف بر مشکلی به وجود نیاید. هدف ما از انجام این کار، کم کردن فضای برد است تا بتوانیم از فضای برد کوچک‌تر استفاده بهینه‌ای داشته باشیم. با مقایسه ابعاد این طراحی با طراحی قبلی متوجه کم شدن عرض برد می‌شویم.



۱۷- نمای سه بعدی از جلوی برد دوطرفه (3D Visualizer)



۱۷- نمای سه بعدی از پشت برد دوطرفه (3D Visualizer)

جمع‌بندی

در آزمایش ششم درس آزمایشگاه مدارهای منطقی به آشنایی با طراحی PCB پرداختیم و مدار تایмер ماشین لباس‌شویی (آزمایش ۴) را به صورت PCB طراحی کردیم. در ابتدا لازم بود که همه قطعات به کار رفته (از حیث نوع) را بررسی کنیم و مطمئن شویم که فوت‌پرینت و معادل PCB دارند. برای ورودی‌ها از ساز و کار جامپر، و برای نمایش خروجی‌ها از LED استفاده کردیم. سپس در برگه PCB قطعات را جایگذاری کردیم و سیم‌کشی را انجام دادیم. یک حالت دیگر به صورت برد دوطرفه هم برای آن طراحی کردیم تا برد با مساحت کمتری استفاده شود. (امتیازی).

منابع

- https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A8%D8%B1%D8%AF_%D9%85%D8%AF%D8%A7%D8%B1_%DA%86%D8%A7%D9%BE%DB%8C
- <https://www.aparat.com/v/TfJb9>
- <https://www.aparat.com/v/TfJb9>