



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق

درس ساختار کامپیوتر و ریزپردازنده و آزمایشگاه
(25754)

آزمایش شماره 5

راه اندازی کی پد ماتریسی با میکروکنترلر PIC32

دکتر موحیدیان

تهیه کنندگان:

سید امیرحسین آقاجری

سینا اکبری

سینا رادمهر

به نام خدا

راه اندازی کیپد ماتریسی با میکروکنترلر PIC32

هدف از این آزمایش آشنایی با راه اندازی keypad ماتریسی و 7segment با استفاده از میکروکنترلر PIC32 است.

پیش از شروع آزمایشگاه :

به دلیل حجیم بودن کدهای این قسمت از آزمایشگاه، کدهای مربوط به هر قسمت را حتما قبل از آزمایشگاه به طور کامل بنویسید، تا در آزمایشگاه دچار مشکل نشوید.

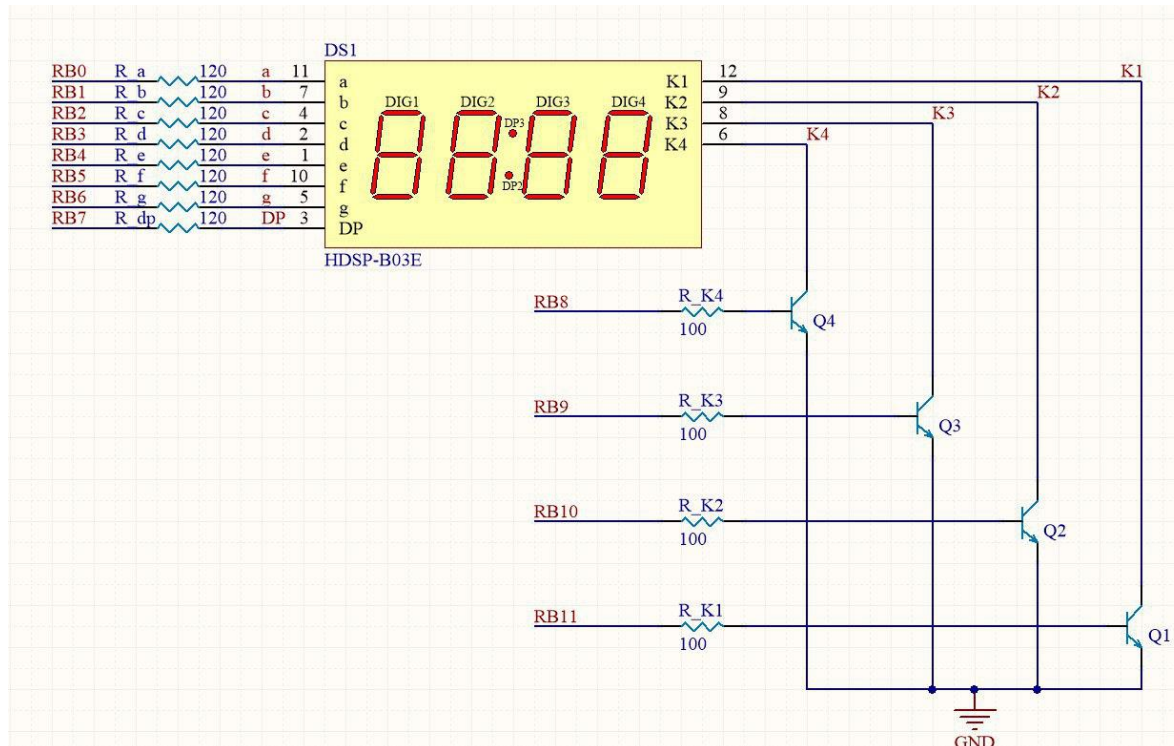
قبل از شروع آزمایش می‌بایست با نحوه‌ی راه‌اندازی keypad و 4digit 7seg آشنا شوید:

نحوه راه‌اندازی 7-segment:

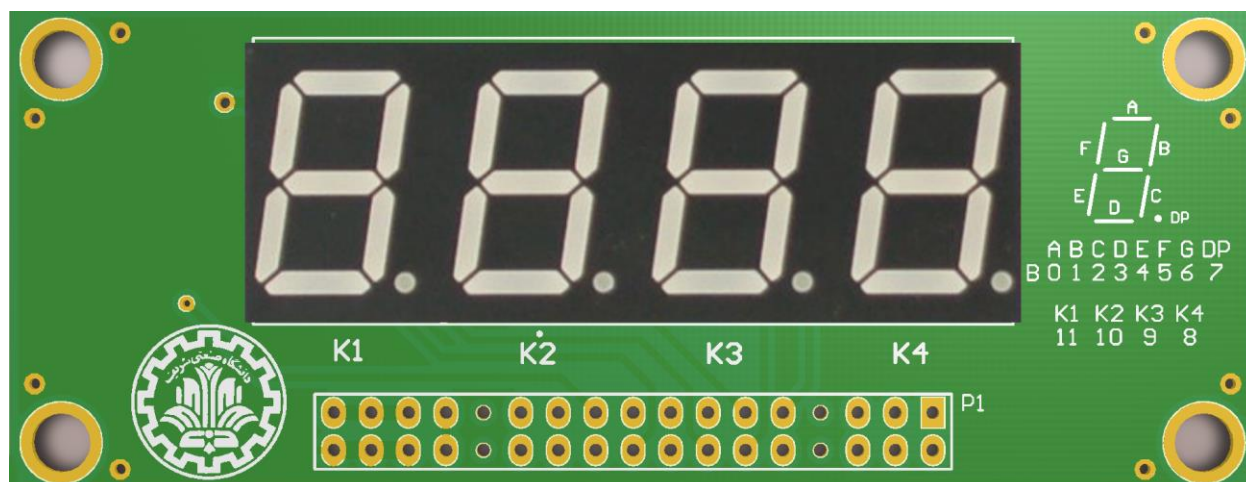
سون سگمت چهار رقمی از چهار سون سگمت تکی تشکیل شده است که پایه‌های مربوط به a تا g و نقطه‌ی این چهار 7seg به طور متناظر به هم متصل شده‌اند و به ازای هر رقم یک پایه مشترک بیرون آمده است وقتی پایه مشترک یک رقم به زمین وصل شود 7seg متناظر آن طبق مقادیر a تا g و نقطه روشن می‌شود.

برای استفاده‌ی همزمان از بیش از یک رقم، باید در یک حلقه، با فرکانسی بیشتر از فرکانس دید انسان، رقم‌ها را به ترتیب روی 7seg ها نمایش دهیم. در این صورت، هر لحظه، دقیقا یکی از 7seg ها روشن است اما ما همه‌ی رقم‌ها را روشن می‌بینیم.

برای روشن شدن هر یک از رقم‌ها طبق شماتیک زیر لازم است پین مربوط به بیس ترانزیستور آن رقم را ۱ کنیم.



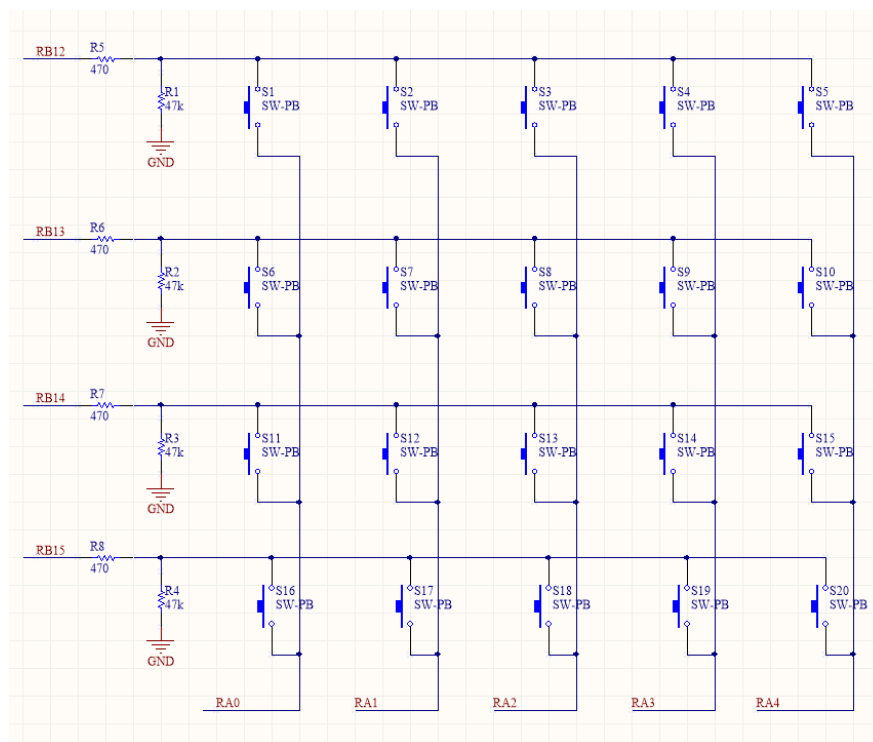
شکل (۱) مدار 7segment ۴رقمی



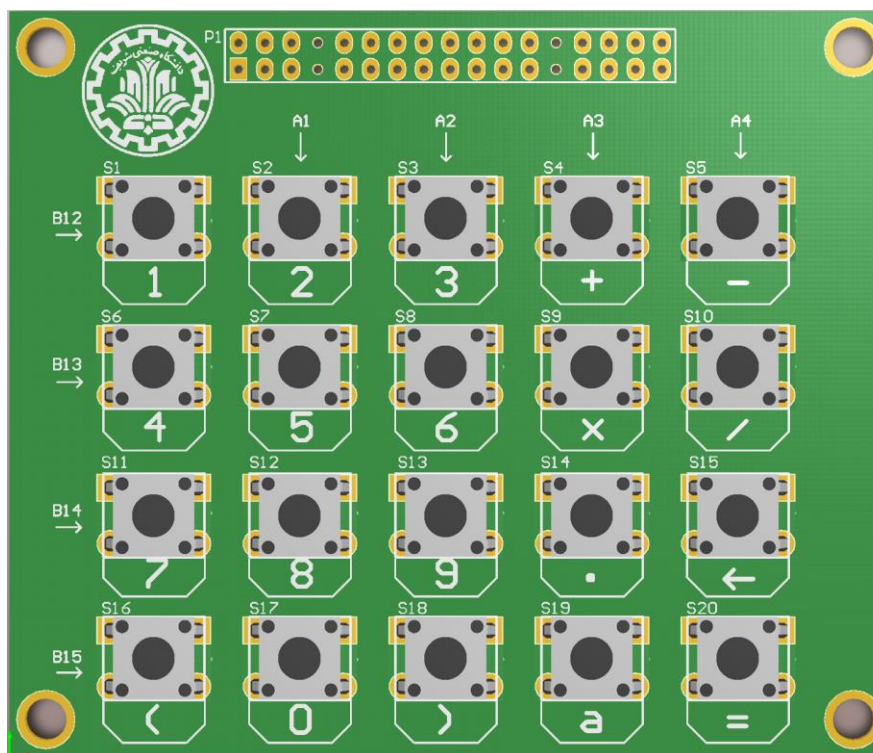
شکل ۲) مدار چاپی 7segment ۴رقمی

نحوه راه اندازی keypad:

همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده‌است، keypad هایی که در اختیار شما قرار می‌گیرند، دارای چهار سطر و پنج ستون می‌باشند. (شکل ۲) برای راه‌اندازی keypad، می‌توان چهار سطر و پنج ستون را به پایه‌های I/O میکروکنترلر متصل کرد و سپس پین‌های متصل به پنج ستون (پورت A) را در حالت خروجی و پین‌های متصل به چهار سطر (۴ پین آخر پورت B) را در حالت ورودی قرار داد. در ابتدا در کد تمامی پین‌های خروجی را برابر با مقدار صفر قرار دهید و به ترتیب هر بار تنها یکی از این پین‌های خروجی را ۱ کنید و به کمک polling که در آزمایش قبل نیز با نحوه کارکرد آن آشنا شدید، چهار پین ورودی را چک کنید. سطر ها که به پین‌های ورودی متصل هستند با یک مقاومت pull down به زمین متصل شده‌اند. پس پین‌های ورودی در حالت عادی، صفر منطقی هستند. با زده شدن کلید و اتصال ستون متناظر آن کلید به سطر متناظر، مقدار سطر برابر با یک می‌شود. (توجه کنید که زمان فشردن کلید بسیار بیشتر از دوره‌ی تناوب ۱ شدن سطر متناظر است.) در نتیجه می‌توانیم با تشخیص سطری که مقدارش ۱ شده‌است و ستونی که در این مرحله ۱ کرده‌ایم، کلید زده شده را بیابیم. مثلاً در شکل زیر، اگر کلید متناظر با سطر سوم و ستون اول فشرده شود، پین متصل به سطر سوم از صفر به ۱ تغییر می‌کند.



شکل ۳) مدار داخلی keypad ماتریسی



شکل ۴) مدار چاپی keypad ماتریسی

روش دوم خواندن keypad:

توضیح رجیسترهای CNPDUx و CNPDx:

برخی از پین‌های میکروکنترلر قابلیت این را دارند که از داخل pull-up یا pull-down شوند. Pull-up یعنی اگر پین از بیرون مقدار نداشته باشد 1 خوانده می‌شود. در مورد PIC32MX110F016B همان‌طور که در دیتاشیت نوشته شده است همه ی I/O ها قابلیت pull-up و pull-down را دارند.

CNPUA	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	—	—	—	—	—	CNPUA10 ⁽²⁾	CNPUA9 ⁽²⁾	CNPUA8 ⁽²⁾	CNPUA7 ⁽²⁾	—	—	CNPUA4	CNPUA3	CNPUA2	CNPUA1	CNPUA0
CNPDA	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	—	—	—	—	—	CNPDA10 ⁽²⁾	CNPDA9 ⁽²⁾	CNPDA8 ⁽²⁾	CNPDA7 ⁽²⁾	—	—	CNPDA4	CNPDA3	CNPDA2	CNPDA1	CNPDA0

CNPUB	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	CNPUB15	CNPUB14	CNPUB13	CNPUB12 ⁽²⁾	CNPUB11	CNPUB10	CNPUB9	CNPUB8	CNPUB7	CNPUB6 ⁽²⁾	CNPUB5	CNPUB4	CNPUB3	CNPUB2	CNPUB1	CNPUB0
CNPDB	31:16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:0	CNPDB15	CNPDB14	CNPDB13	CNPDB12 ⁽²⁾	CNPDB11	CNPDB10	CNPDB9	CNPDB8	CNPDB7	CNPDB6 ⁽²⁾	CNPDB5	CNPDB4	CNPDB3	CNPDB2	CNPDB1	CNPDB0

روش خواندن از keypad:

۴ ردیف متصل به B12 تا B15 به صورت سخت افزاری pull-down هستند. برای این روش لازم است ۵ ستون متصل به A0 تا A4 را نیز pull-down کنید. برای این کار بیت های مربوطه در رجیستر CNPDA را فعال کنید.

ایده کلی:

ستون ها را 1 می‌کنیم و سطر ها را می‌خوانیم سپس سطر ها را 1 می‌کنیم و ستون ها را می‌خوانیم. یک ۴ بیتی و یک ۵ بیتی به دست می‌آید. (در صورتی که یکی از کلید ها فشرده شده باشد سطر و ستون خوانده شده‌ی مربوط به آن، ۱ می‌شوند).

تبدیل مکان ۱ها به عدد:

یک شمارنده را روی مقدار اولیه (که بسته به Look-Up Table شما متفاوت است مثلاً ۱) تنظیم می‌کنیم و بیت lsb عدد ۴ بیتی خوانده شده را با ۱ مقایسه می‌کنیم. اگر ۱ نبود عدد را شیف‌ت می‌دهیم و شمارنده را یک واحد افزایش (یا کاهش) می‌دهیم تا به انتها برسیم. رجیستر شمارنده، عدد مورد نظر ماست. همین روش را برای تبدیل عدد ستون ها هم استفاده می‌کنیم.

تبدیل عدد به معادل آن روی کی‌پد:

یک Look-Up Table طراحی کنید که اعداد کی‌پد و سایر کلید ها را با یک عدد در حافظه (stack) معادل کند. برای تبدیل آدرس دو بعدی به دست آمده از قسمت قبل به آدرس word حافظه کافیس‌ت عدد مربوط به ستون را در ۴ ضرب کرده و با عدد مربوط به سطر ها جمع کنید. دقت کنید که در Look-Up Table برای سایر کلید ها به جز رقم های ۰ تا ۹ باید از اعداد دو رقمی استفاده کنید.

تذکر:

برای خواندن کی‌پد، برای این آزمایش، لبه‌های بالارونده با دقت خوبی نیازی به debounce ندارند اما برای لبه‌ی پایین‌رونده‌ی کلید، که نشانگر رهاشدن کلید است به debouncing نیاز داریم که مطمئن شویم که کلید واقعاً رها شده است. یعنی در صورتی که در استیت قبلی یک کلید فشرده شده بوده اگر کی‌پد را خواندیم و دیدیم همه‌ی بیت‌ها صفر هستند باید اندکی delay ایجاد کنیم و دوباره بررسی کنیم. این امر به این خاطر است که هنگام رها شدن یک کلید صفر و یک شدن های متوالی باعث نشود یک کلید را چند بار بخوانیم. (دقت کنید که اگر در همین حال ۰۱ بخوانیم باید تمهیدات مربوط به ۱ بودن را انجام دهیم؛ یا این که کاری نکنیم تا دفعه بعد که تابع صدا زده می‌شود و کلید پایدار شده است خوانده شود)

آزمایش اول:

تابعی بنویسید که یک عدد ۴ رقمی را گرفته و آن را روی 7segment نمایش دهد.

آزمایش دوم:

با استفاده از تابع آزمایش اول و تایمر میکروکنترلر، یک زمان سنج طراحی کنید که با فشردن یکی از push button های پورت A شروع به شمارش کند و با فشردن دوباره‌ی آن، متوقف شود. زمان باید روی 7segment نمایش داده شود. (نیازی نیست که زمان به صورت دقیق برحسب ثانیه شمرده شود. کافی است فرکانس شمارنده به گونه‌ای باشد که با چشم دیده شود.)

آزمایش سوم:

*** قسمت‌های الف و ب اجباری هستند. تکمیل یکی از قسمت‌های ج یا د امتیازی است. (حداکثر یکی را انجام دهید).**

الف) تابعی برای خواندن ورودی از کی‌پد ماتریسی بنویسید. (تشخیص این که کدام کلید فشرده شده است)

ب) با استفاده از تابع قسمت الف و کدی که برای آزمایش اول نوشته‌اید، کد را به صورتی تکمیل کنید که عددی که کاربر در کی‌پد وارد می‌کند، روی 7segment نمایش داده شود. عدد وارد شده می‌تواند حداکثر 4 رقمی باشد و دقیقاً مانند وارد کردن عدد در ماشین حساب، با وارد کردن هر رقم جدید، رقم‌های قبلی یک واحد به چپ شیفت خورده و رقم جدید ظاهر می‌شود. (بعد از وارد کردن رقم چهارم، کلیدها غیرفعال می‌شوند). یک کلید هم برای پاک کردن عدد در نظر بگیرید. (با فشردن این کلید یک رقم 0 نمایش داده می‌شود).

ج) فرض کنید می‌خواهید از این مدار به عنوان یک قفل دیجیتال استفاده کنید. در برنامه‌ی خودتان، یک رمز 4 رقمی تعریف کنید و در صورتی که کاربر این عدد را وارد کند، نقطه‌ی اعشار (Decimal Point) یکی از 7segment ها به دلخواه مدتی روشن می‌شود. اگر بتوانید برنامه را به نحوی تکمیل کنید که کاربر پس از وارد کردن رمز درست، بتواند رمز قبلی را عوض کند، امتیاز بیشتری از این قسمت به دست می‌آورید.

د) برنامه‌ی قسمت ب را تکمیل کنید و یک ماشین حساب ساده با 4 عمل اصلی بسازید. ماشین حساب در ابتدا عملوند اول، سپس عملگر و در آخر عملوند دوم را از طریق کی‌پد می‌گیرد و با فشردن کلید = نتیجه حاصل را روی 7segment نمایش می‌دهد. هر 2 عدد ورودی در هنگام فشردن کلیدها باید نمایش داده شوند.