

آزمایشگاه ریزپردازنده و زبان اسمبلی - آزمایش اول - علی فدائی منش و کیوان ایچی

تفاوت پردازنده‌ها، ریزپردازنده ها و میکروکنترلرها:

پردازنده یا CPU، مغز کامپیوتر است و واحدهای منطق و محاسبات در آن تعبیه شده است. اما ریزپردازنده یک مدار مجتمع است که پردازنده بخشی از آن است و دارای واحد پردازشی تصویر (GPU)، کارت های صدا و غیره نیز هست. اما میکروکنترلر یک مدار مجتمع است که علاوه بر واحد پردازش مرکزی (پردازنده)، دارای ماژول حافظه و تعدادی سنسور و سایر device controller ها نظیر USB و غیره هست.

انواع ریزپردازنده ها:

شامل Risc، CISC و EPIC می شود. کامپیوترهای Risc دارای ISA محدودی از نظر تعداد دستورات و پیچیدگی دستورات هستند و همچنین برق کمتری مصرف می کنند بعلاوه حجم بیتی هر دستور ثابت است و از reg های کمتری استفاده می شود. در تقابل با risc، Cisc دارای isa پیشرفته تر با تعداد دستورات بیشتری است که انجام دستوراتش برق بیشتری مصرف می کند و گرمای بیشتری تولید می کند. و EPIC که مخفف Explicitly Parallel Instruction Computing است، به دستورات این امکان را می دهند که به صورت موازی اجرا شوند که موجب می شود دستورات در کلاک های کمتری انجام شوند.

معرفی برد های آردوینو nano, micro, mega, due, uno را به همراه مشخصات کلی نظیر فرکانس کاری، ولتاژ کار، تعداد ورودی خروجی های آنالوگ و دیجیتال

Arduino Uno - R3



\$22.95
★★★★☆ 136

QUICK TAKE: Having the microcontroller in a larger DIP package means it can be removed or replaced easily.

Processor: ATmega328P	Clock Speed: 16 MHz	Flash Memory: 32KB	RAM: 2KB	Operating Voltage 5 V	GPIO 20
Analog Inputs 6	DAC 0	PWM 6	UART 1	SPI 1	I ² C 1
Connector USB Type B	USB-to-Serial ATmega16U2	LiPo Charger No	Soldered Headers? Yes	Shield Compatible Yes	Form Factor 2.7 x 2.1 in. rectangle

Arduino Mega 2560 R3



\$39.95
★★★★☆ 57

QUICK TAKE: Good for when you need lots of GPIO pins, more than one UART port, or more memory for your program.

Processor: ATmega2560	Clock Speed: 16 MHz	Flash Memory: 256 KB	RAM: 8 KB	Operating Voltage 5 V	GPIO 54
Analog Inputs 16	DAC 0	PWM 15	UART 4	SPI 1	I ² C 1
Connector USB Type B	USB-to-Serial ATmega16U2	LiPo Charger No	Soldered Headers? Yes	Shield Compatible Yes	Form Factor 4.0 x 2.1 in rectangle

board	Processor	Clock	Flash memory	RAM	Voltage	Analog in/out	Digital in/out
Uno	Atmega328	16MHZ	32KB	2KB	5v	6	14
Mega	ATmega2560	16MHZ	256KB			16	54

Nano	Raspberry Pi RP2040	133MHz	16MB	520KB	3.3v	8	20
Micro	ATmega32U4	16MHz	32 KB	2.5KB	5v	12	20
Due	AT91SAM3X8E	84 MHz	512 KB	96 KB	3.3V	14	54

مفاهیم الکتریسته جاری

اختلاف پتانسیل: اختلاف پتانسیل در واقع اختلاف انرژی بر واحد بار بین دو نقطه که در معرض میدان‌های الکتریکی قرار دارد، می باشد. طبق قانون اهم در هنگام وجود جریان بارها $V = RI$ برقرار است. و این به معنای این است که مقاومت و جریان نسبت عکس با هم دارند.

تشخیص مقاومت ها:

از چپ به راست رنگ ها را می خوانیم و رقم های متناظر را از جدول انتخاب می کنیم. سپس abcd برابر می شود با $ab \times 10^c \pm d\%$

درصد خطا
مضرب
عدد دوم
عدد اول

	عدد اول	عدد دوم	مضرب	درصد خطا
مشکی	0	0	x 1	±10% نقره ای
قهوه ای	1	1	x 10	±5% طلایی
قرمز	2	2	x 100	
نارنجی	3	3	x 1000	
زرد	4	4	x 10000	
سبز	5	5	x 100000	
آبی	6	6	x 1000000	
بنفش	7	7		
خاکستری	8	8		
سفید	9	9		

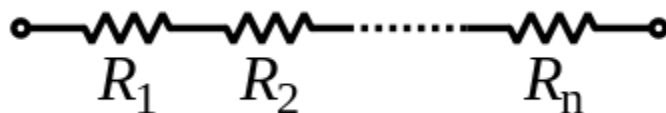
مثال:

زرد	بنفش	قرمز	طلایی
4	7	100	±5%

$47k \Omega \pm 5\%$

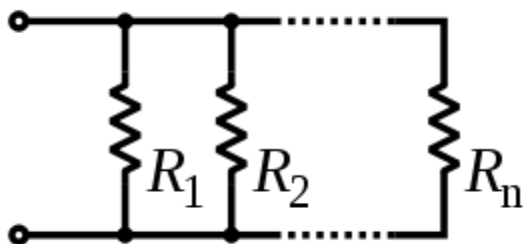
Sisooog

نحوه محاسبه مقاومت معادل سری:



$$R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + \cdots + R_n.$$

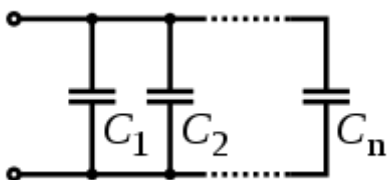
نحوه محاسبه مقاومت معادل موازی:



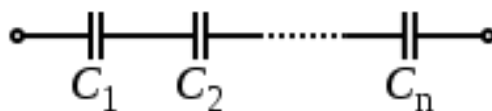
$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}.$$

نحوه محاسبه معادل خازن های موازی:

$$C_{eq} = \sum_i C_i = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$



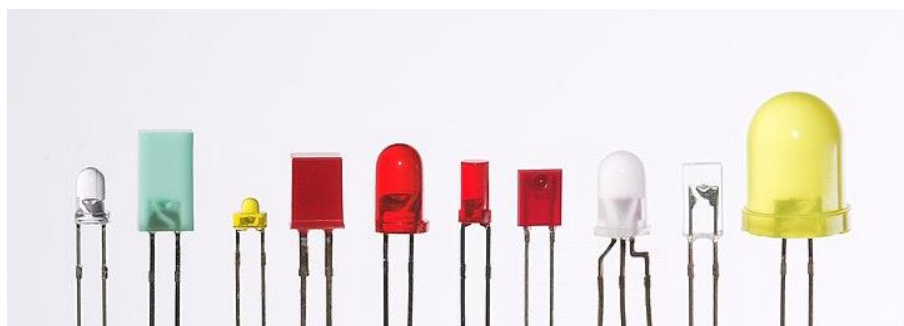
نحوه محاسبه معادل خازن های سری:



$$\frac{1}{C_{eq}} = \sum_i \frac{1}{C_i} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

دیود نورانی (LED) چیست؟

دیود (Diode)، قطعه‌ای الکترونیکی است که دو سر دارد، و جریان الکتریکی را در یک جهت از خود عبور می‌دهد (در این حالت، مقاومت دیود ناچیز است) و در جهت دیگر، در مقابل گذر جریان مقاومت بسیار بالایی (در حالت ایده‌آل، بی‌نهایت) از خود نشان می‌دهد. این خاصیت دیود، باعث شده بود تا در سال‌های اولیه ساخت این قطعه الکترونیکی، به آن «دریچه» نیز اطلاق شود.



رایج‌ترین گونه دیود از بلور نیمه‌رسانا ساخته می‌شود. دیود را از اتصال دو نیمه‌رسانای نوع P و N می‌سازند. به پایه‌ای که به نیمه هادی N متصل است «کاتد» و به پایه‌ای که به نیمه‌رسانا نوع P متصل است «آند» گفته می‌شود. دیود، اولین قطعه تولید شده با نیمه‌رساناها است.

مهم‌ترین کاربرد دیود، عبور جریان در یک جهت (diode's forward direction) و ممانعت از گذر جریان در جهت دیگر (reverse direction) است (یکسو سازی). در نتیجه می‌توان به دیود مثل یک شیر الکتریکی یک‌طرفه نگاه کرد. این ویژگی دیود برای تبدیل جریان متناوب به جریان مستقیم استفاده می‌شود.

به لحاظ الکتریکی، یک دیود، هنگامی جریان را از خود می‌گذراند که با برقرار کردن ولتاژ در جهت درست (+ به آند و - به کاتد؛ که به آن بایاس مستقیم می‌گویند)، آماده کار شود. مقدار ولتاژی که باعث می‌شود تا دیود شروع به هدایت جریان الکتریکی کند، ولتاژ آستانه یا (threshold voltage) نامیده می‌شود که چیزی حدود ۰/۶ تا ۰/۷ ولت (برای دیودهای سیلیکون) و ۰/۲ تا ۰/۳ ولت (برای دیود ژرمانیوم) است. اما هنگامی که ولتاژ معکوس به دیود متصل شود، (+ به کاتد و - به آند؛ که به آن بایاس معکوس می‌گویند) جریانی از آن نمی‌گذرد؛ مگر جریان بسیار کمی که به «جریان نشتی» معروف است و در حدود چند میکروآمپر یا حتی کمتر است. این مقدار جریان معمولاً در اغلب مدارهای الکترونیکی قابل چشم‌پوشی است و تأثیری در رفتار سایر المان‌های مدار نمی‌گذارد.

دیود نورافشان (لامپ LED)

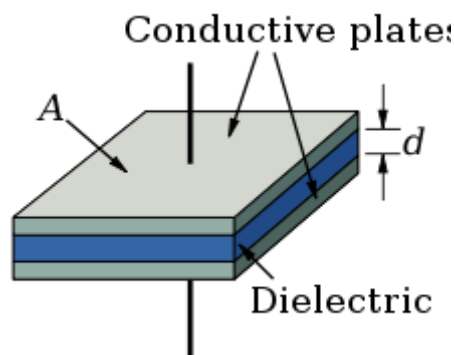
دیودهای نورافشان معمولاً از بلور نیمه‌رسانا گالیئم-آرسناید ساخته می‌شوند. در بایاس مستقیم به دلیل ترکیب الکترون و حفره‌ها در لایه سد، نور تولید می‌شود؛ بنابراین لایه سد در این دیودها به منظور خروج نور نمی‌پوشانند. در بلور گالیئم آرسنیک، بازده بازترکیب الکترون آزاد و حفره بسیار بیشتر از بلورهای سیلیکون یا ژرمانیم است. نکته دیگر در مورد این بلور آنست که آزاد شدن انرژی در هر بازترکیب، به صورت تابش یک فوتون نوری است. در بلورهای سیلیکون و ژرمانیوم، این انرژی بشکل گرما تلف می‌شود و به نور تبدیل نمی‌شود. مشخصه دیودهای نورافشان، در لامپ‌ها مشابه دیودهای معمولی است. تنها تفاوت در ولتاژ آستانهٔ رسانش است که در دیودهای نورافشان فروسرخ تا سبز، مقدار آن از ۱,۴ تا ۲,۹ ولت تغییر می‌کند. دیودهای نورافشان، بشکل مستقیم بایاس می‌شوند. با افزایش جریان مستقیم، تولید فوتون‌های نوری زیادتر می‌شود و در نتیجه شدت نور تابشی افزایش می‌یابد. امروزه دیودهای نورافشان برای نورهای قرمز، زرد، سبز، آبی و فروسرخ ساخته شده‌اند. دیودهای نورافشان در نمایشگرهای رقمی برای نمایش عددها یا حرف‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله موردهای مهم کاربرد دیودهای نورافشان فروسرخ، مخابرات نوری است.

هرچه جنس بلور به‌کاررفته در ساخت دیود، به لحاظ ساختار، منظم‌تر باشد، دیود مرغوب‌تر و جریان نشتی، کمتر خواهد بود. مقدار جریان نشتی در دیودهای با فناوری جدید، عملاً به صفر می‌گراید. تمام دیودها یک

آستانه برای بیشینه ولتاژ معکوس دارند که اگر ولتاژ معکوس، بیش از آن شود، دیود می‌سوزد (بلور ذوب می‌شود) و جریان را در جهت معکوس نیز می‌گذرانند. به این ولتاژ آستانه، «ولتاژ شکست» گفته می‌شود.

توضیح ساختار خازن ها و چگونگی عملکرد آن ها:

خازن ها، از دو صفحه رسانا تشکیل می شوند که از هم فاصله دارند و هنگامی که یک صفحه به ولتاژ متصل می شود. تجمع بارهای + یا - باعث ایجاد میدان الکتریکی و القای بار در صفحه ی دیگر می شود. که این باعث تجمع انرژی الکتریکی در آن می‌شود.



آزمایش اول: کار با پایه های ورودی / خروجی (PIO) و وقفه ورودی (input interrupt)

هدف آزمایش:

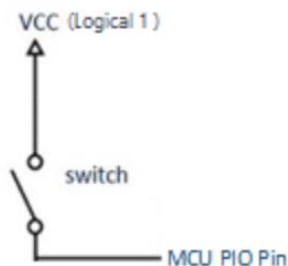
- آشنایی با واحد PIO
- آشنایی با روش های سرکشی (polling) و وقفه محور (interrupt-driven) برای مدیریت واحدهای جانبی
- مقایسه دو روش سرکشی و وقفه محور

قطعات آزمایش:

- Arduino Mega 2560
- دیود نورانی LED
- کلید
- مقاومت ۲۲۰Ω
- مقاومت ۱۰K

تفاوت دو روش سرکشی و وقفه محور:

در روش سرکشی CPU برای کار با IO مجبور است در یک لوپ مدام سرکشی کند و وقتش تلف می شود. اما در روش وقفه، دستگاه IO میتواند با یک سیگنال که در پایه CPU موجود است CPU را از نیاز به اقدام مطلع سازد. که روش بهینه تری است. هم از نظر انرژی و هم زمان و مدیریت کارها.



پرسش: چرا این روش برای فهمیدن اینکه چه زمانی کلید بسته شده درست نیست؟ در این مدار پایه میکرو در چه حالتی می باشد؟

در این روش اگر کلید باز باشد سیم به حالت شناور است (floating) یا High-impedance و مقدار قطعی برای ولتاژ آن وجود ندارد. بنابراین ممکن است بین ۰ و ۱ منطقی نوسان کند. پس باید آن را به زمین وصل کنیم با یک مقاومت که اصطلاحاً pull-down شود.

پرسش: درباره چگونگی کارکرد مدارهای بالا توضیح دهید. به چه دلیل نیاز به مقاومت (Pull-up/pull-Down) داریم؟

در مدارهای Pull-up و pull-down وقتی کلید باز است به ترتیب یک منطقی و صفر منطقی تلقی می شود و پین عملاً با یک مقاومت به منابع متناظر (زمین یا VCC) متصل می شود. و وقتی کلید بسته شود. مستقیماً به منبع عکس آن وصل می شود. دلیل استفاده از مقاومت، جلوگیری از اتصال کوتاه مستقیم بین GND و VCC و جلوگیری از خرابی مدار است.

پرسش: آیا رخ دادن یک اتفاق در صورت اعلام شدن (Assertion)، لزوماً منجر به اجرای روال سرویس وقفه متناظر با آن می شود؟

خیر. پردازنده بسته به اولویت وقفه آمده اقدام به رد کردن یا قبول کردن آن می کند. برای مثال اگر در حال انجام کار مهمی باشیم، وقفه ها را تا اتمام کار فعلی متوقف می کنیم.

پرسش: پایه های وقفه در برد Atmega 2560 و شیوه پیاده سازی وقفه ورودی را بدست آورید.

۲، ۳، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱) pins 20 & 21 are not available to use for interrupts while they are used for (I2C communication

```
const byte ledPin = 13;
const byte interruptPin = 2;
volatile byte state = LOW;

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(interruptPin, INPUT_PULLUP);
}
```

```
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(interruptPin), blink, CHANGE);
}

void loop() {
    digitalWrite(ledPin, state);
}

void blink() {
    state = !state;
}
```

پرسش: اگر بخواهیم در زمان تغییر مقدار پایه، وقفه فعال شود از چه mode ای درون تابع attachInterrupt استفاده می شود؟ از مود change

پرسش: انواع اتفاق های ورودی را که واحد GPIO در برد آردوینو ATmega2560 می تواند رخ دادن آن ها را بفهمد و اعلام کند بنویسید.

- LOW برای ایجاد وقفه هنگام • بودن پین
- CHANGE برای ایجاد وقفه موقع تغییر از • به ۱ یا از ۱ به • پین
- RISING برای ایجاد وقفه موقعی که پین از • به ۱ میرود
- FALLING برای ایجاد وقفه موقعی که از ۱ به • می رود

پرسش های زیر را پاسخ دهید:

۱. اگر دکمه را در حالت فشرده برای زمان طولانی نگه داریم چه اتفاقی خواهد افتاد؟ آیا با منطق کارکرد خواسته شده سازگار است؟ چه راه حلی برای این مشکل (در صورت وجود) می توان پیشنهاد کرد؟

خیر، در واقع ما می خواهیم تا مراتب یکبار اثر داده شود، نه به صورت مداوم که از مشکلات روش polling است. از سوییچی استفاده کنیم که برای مدت کوتاهی وصل بماند. یا از interrupt استفاده کنیم.

۲. فرض کنید می خواهیم برد مورد نظر علاوه بر فراهم کردن کارکرد خواسته شده در بالا، عمل دیگری را نیز به صورت زمان دار انجام دهد. برای نمونه در کنار کارکرد بالا، وضعیت روشن یا خاموش بودن یک LED را نیز هر ۵ ثانیه یک بار تغییر دهد. روشی برای افزودن این کارکرد تازه به برنامه پیشنهاد دهید

بدون وقفه امکان پذیر نیست. چرا که در loop تضمینی نیست که هر ۵ ثانیه اجرا شود. مگر اینکه از thread استفاده کنیم که امکان پذیر نیست.

۳. فرض کنید می خواهیم کارکرد دیگری را به دستگاه اضافه کنیم به این صورت که در صورت یک شدن یک پایه عملیات مشخصی را به عنوان پاسخ انجام دهد. (محدودیت زمانی برای پاسخ دادن وجود دارد) هیچ یک از اتفاق های یک شدن پایه نباید از دست برود (بی پاسخ بماند). و یک شدن پایه نیز

در هر زمانی ممکن است رخ دهد. آیا برنامه شما - که به روش سرکشی واحد های جانبی را بررسی میکند - می تواند در هر شرایطی (مثلا هنگام فشرده شدن کلید) این کارکرد را فراهم کند؟

خیر در واقع چونکه فقط یک لوپ داریم که اجرا میشود، اگر در آن لوپ برنامه معطل بماند نمیتواند به بقیه کد برسد مگر اینکه از وقفه ها استفاده کنیم. و خودمان این اولویت رو تعریف کرده باشیم.

۴. فرض کنید به دلیل محدودیت در توان مصرفی می خواهیم پردازنده در هنگام بیکاری به خواب برود. در زمان

خواب پردازنده هیچ دستوری را اجرا نمی کند. روش سرکشی چه قدر با این نیازمندی سازگاری دارد؟ آیا می توان با

این روش هم به خواب رفت و هم کارکرد درست آزمایش را فراهم کرد؟

خیر عملا نمی شود. چرا که وقتی در لوپ برنامه ای می نویسیم باید هر لحظه اجرا شود و لحظه ای نباید به خواب برود.

