دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده برق و کامپیوتر

دستورکار آزمایشگاه طراحی مدارهای واسط

آزمایش یازدهم

تهیه کننده :مهران صفایانی

پاییز۹۵

آشنایی با ارتباط SPI

❖اهداف:

- **آشنایی با پروتکل ارتباطی SPI ونحوه کار با آن**
- **بررسی رجیستر ها و توابع مربوط به SPI**

❖مقدمه:

در این آزمایش با استاندارد ارتباطی SPI اشنا می شوید سپس با استفاده از این ارتباط اطلاعات یک مبدل قیاسی به رقمی در خارج میکروکنترلر را دریافت می کنید.

❖بررسی بلوک SPI :

از این پروتکل جهت ارتباط به صورت سریال سنکرون با ادوات جانبی ا ستفاده می شود . جهت ا ستفاده از این پروتکل یکی از و سایل ارتباطی به صورت MASTER و طرف دیگر ارتباط به صورت SLAVE می با شد . وظیفه MASTER کنترل ارتباط ما بین ادوات ارتباطی مختلف می باشـد. جهت ارتباط و ارسـال اطلاعات از MASTER به سمت SLAVE از ۴ پایه SCK، MOSI، MISO و SS استفاده می شود. وظیفه SCK یا کلاک سنکرون سازی بین MASTER وSLAVE است. MOSI سیم ارسال اطلاعات از MASTER به سمت SLAVE است و MISO به طور عکس اطلاعات را از SLAVE به سمت MASTER می فرستد.از پایه ss زمانی اسـتفاده می شـود که چند SLAVE داریم و می خواهیم با آنها ارتباط برقرار کنیم . در SLAVE ها این پایه به صورت ورودی ا ست و زمانی امکان برقرای ارتباط می دهد که مقدار آن صفر با شد و اگر یک باشد SLAVE مد نظرمان غیرفعال می شود.

❖بررسی رجیسترهای SPI و نحوه کار با آن :

رجیستر SPCR :رجیستر کنترل SPI است. بیت دوم این رجیستر جهت ارسال بیش از ۸ بیت این بیت را فعال می کنیم. در صورتی که بخواهیم به صورت ۸ بیت انتقال دهیم نیاز به فعال کردن بیت دوم یا Bit Enabe نیست. بیتهای شماره ۳و۴ به نام های CPHA وCPOL جهت تعیین فاز و پلاریته ی اطلاعات مورد استفاده قرار می گیرد. بیت شماره ۵ یاMSTR جهت تعیین MASTER یا SLAVE است و در صورت یک دادن به این بیت میکرو در مد MASTER قرار می گیرد.بیت شماره ۶ یا LSBF در صورت یک بودن ارسال اطلاعات از بیت کم ارزش صورت می گیرد در صورت صفر بودن از بیت پر ارزش ارسال می شود. بیت شماره ۷ یا SPIE در صورت یک بودن وقفه برای ما فعال می کند. بیتهای 8 تا ۱۱ نیز جهت مشخص کردن تعداد بیت ارسالی در صورت یک بودن بیت دوم این رجیستر است. ساده ترین تنظیم برای این رجیستر بدین صورت است که SPI را

درمد MASTER یا SLAVE قرار دهیم و ارسال داده از بیت کم ارزش LSB وارسال به صورت ۸ بیتی صورت گیرد.به عنوان مثال :

```
LPC_SPI-> SPCR = (1<<5) | (1<<6);// (Master)(LSBF)
```

1:0	-		Reserved, user software should not write ones to reserved bits. The value read from a reserved bit is not defined.	NA
2	BitEnable	0	The SPI controller sends and receives 8 bits of data per transfer.	0
		1	The SPI controller sends and receives the number of bits selected by bits 11:8.	
3	CPHA		Clock phase control determines the relationship between the data and the clock on SPI transfers, and controls when a slave transfer is defined as starting and ending.	0
		0	Data is sampled on the first clock edge of SCK. A transfer starts and ends with activation and deactivation of the SSEL signal.	
		1	Data is sampled on the second clock edge of the SCK. A transfer starts with the first clock edge, and ends with the last sampling edge when the SSEL signal is active.	
4	CPOL		Clock polarity control.	0
		0	SCK is active high.	
		1	SCK is active low.	
5	MSTR		Master mode select.	0
		0	The SPI operates in Slave mode.	
		1	The SPI operates in Master mode.	
6	LSBF		LSB First controls which direction each byte is shifted when transferred.	0
		0	SPI data is transferred MSB (bit 7) first.	
		1	SPI data is transferred LSB (bit 0) first.	
7	SPIE		Serial peripheral interrupt enable.	0
		0	SPI interrupts are inhibited.	
		1	A hardware interrupt is generated each time the SPIF or MODF bits are activated.	
11:8	BITS		When bit 2 of this register is 1, this field controls the number of bits per transfer:	0000
		1000	8 bits per transfer	
		1001	9 bits per transfer	
		1010	10 bits per transfer	
		1011	11 bits per transfer	
		1100	12 bits per transfer	
		1101	13 bits per transfer	
		1110	14 bits per transfer	
		1111	15 bits per transfer	
		0000	16 bits per transfer	
31:12	-		Reserved, user software should not write ones to reserved bits.	NA

رجیستر SPSR : رجیستر وضعیت SPI است که با استفاده از آن می توان به کامل شدن عملیات ارسال و دریافت پی برد.یکی از بیتهای مهم برای ما بیت شماره ۷ یا SPIF است و زمانی که ارسال کامل شد این بیت یک می شود و در صورت فعال بودن بیت SPIE در رجیستر کنترل وقفه رخ می دهد.به عنوان مثال با دستور زیر منتظر کامل شدن ارسال می شویم.

```
while( !(LPC_SPI->SPSR & 0x80));//wait for transfer to be completed
```

رجیستر SPDR : رجیستر داده است و داده های ارسالی و دریافتی در داخل این رجیستر قرار می گیرد از دوقسمت ۸ بیتی کم ارزش و پرارزش تشکیل شده است و زمانی که از حالت ۸ بیتی استفاده کنیم تنها قسمت کم ارزش مورد استفاده قرار می گیرد. دستور آن نیز به صورت LPC_SPI->SPDR است.

رجیستر SPCCR : رجیستر تنظیم کلاک واحد SPI است و مقدار PCLK بر مقدار این رجیستر تقسیم می شود.

رجیستر SPINT : رجیستر پرچم وقفه است.

❖مراحل پیکربندی SPI :

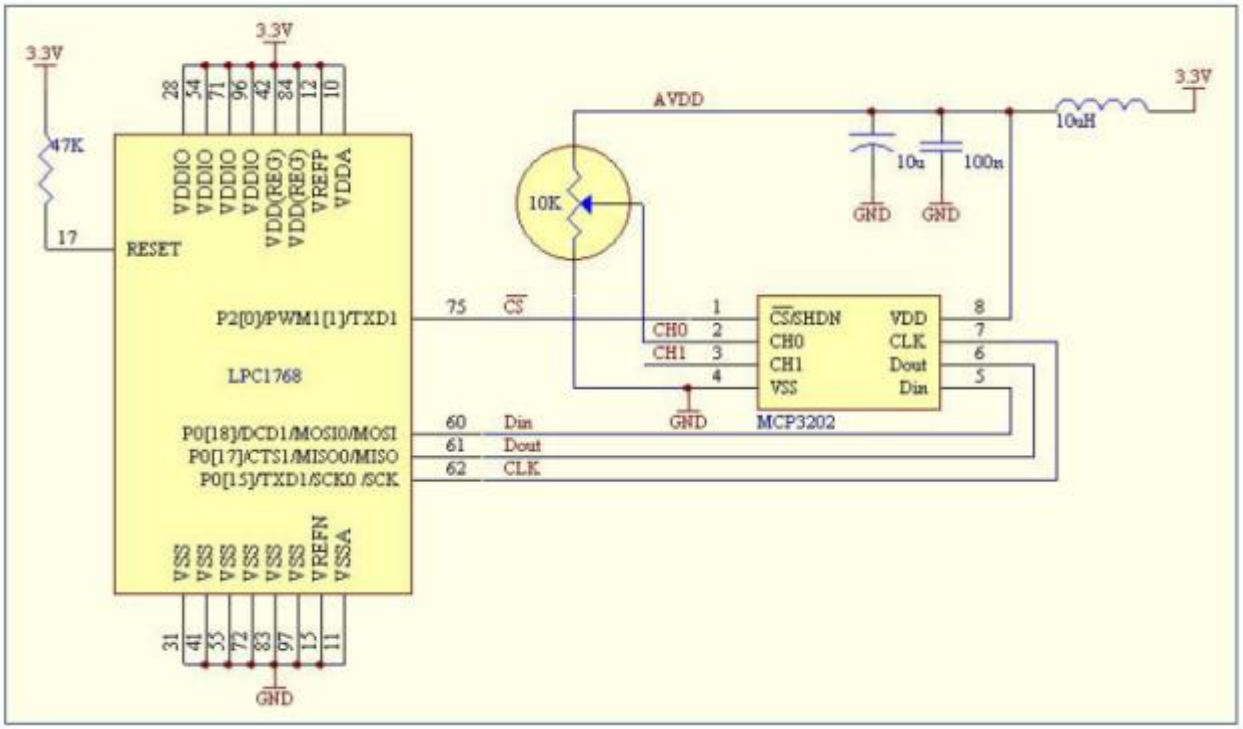
تنظیم پایه ها مربوط به SPI با استفاده از رجیستر PINSELL انجام می گیرد به طوریکه پایه P0.15 برای SCK ، پایه های P0.17 وP0.18 به ترتیب MISO وMOSI قرار گیرد.

```
LPC_PINCON->PINSEL1 |= (3<<2) | (3<<4);
LPC_PINCON->PINSEL0 |= (3<<30);
```

❖راه اندازی مبدل آنالوگ به دیجیتال خارجی با پروتکل SPI :

بر روی بورد آموزشی یک عدد آی سی مبدل آنالوگ به دیجیتال به شماره MCP3202 از شرکت میکروچیپ قرار داده شده است. این آی سی با استفاده از پروتکل ارتباطی SPI به میکرو متصل می‌شود.ارتباط سریال این آی سی دوطرف است و اطلاعات دیجیتال را در قالب ۴ کلمه ۸ بیتی می‌توان خواند.

برنامه نمونه: برنامه ای بنو سید که به و سیله آی سی MCP3202 ولتاژ ورودی آی سی به صورت ۱۲ بیتی خوانده شده و نتیجه توسط ۱۲عدد LED نمایش داده شود.(مطابق شکل زیر)




```
#include <lpc17xx.h>

int main(void){
	int data = 0;
	LPC_SC -> PCONP |= (1 << 8); //Enable SPI power/clock control
bit
	LPC_PINCON -> PINSEL0 |= 0xC0000000; //Enable P0.15 for SCK
	LPC_PINCON -> PINSEL1 |= 0x0000003C; //Enable P0.17 for MISO
and P0.18 for MOSI
	LPC_SPI -> SPCCR = 2; //Divide Pclock/2 for SPI
	LPC_SPI -> SPCR = 0x20; //SPI send & receive 8 bit per transfer
and SPI work as Master

	LPC_GPIO0 -> FIODIR0 = 0x01; //Set P0.0 output for CS
	LPC_GPIO2 -> FIODIRL = 0XFFFF; //Set P2.0 - P2.11 output for
LEDs

	while(1){
		LPC_GPIO0 -> FIOPIN0 = 0x00; //Enable CS

		LPC_SPI -> SPDR = 0x01;
		while(!(LPC_SPI -> SPSR & 0x80)); //Wait for send data

		LPC_SPI -> SPDR = 0xA0;
		while(!(LPC_SPI -> SPSR & 0x80)); //Wait for send data
		data = LPC_SPI -> SPDR;
```

```
            LPC_SPI -> SPDR = 0x00;
            while(!(LPC_SPI -> SPSR & 0x80)); //Wait for send data
            data = data << 8;
            data |= LPC_SPI -> SPDR;

            LPC_GPIO0 -> FIOPIN0 = 0x01;//Disable CS
            LPC_GPIO2 -> FIOPINL = data;
            data--;
            data--;
        }
}
```

❖دستورکار:

I. با استفاده از واسط SPI مبدل رقمی به قیاسی MCP4921 که بر روی برد تعبیه شده است را راه اندازی نمایید ویک شکل موج سینوسی تولید نمایید و نتیجه را بر روی اسیلوسکوپ مشاهده نمایید.