تایمر ها وکانترها

در میکروکنترلهای avr

فهرست:

مقدمه

۱-۱ تایمر کانتر صفر (ساده هشت بیتی)

۱-۲ تایمر کانتر صفر(پیشرفته هشت بیتی)

۱-۳ تایمر کانتر دو

۱-۴ رجیستر های tifr وtimsk

۱-۵ نحوه محاسبه زمانبندی برای تایمر/ کانتر

۱-۶ جمع بندی

مقدمه :

AVR ها بجز mega64، mega128، mega256، mega162 که دارای ۴ تایمر کانتر صفر ،یك ،دو و سه هستند مابقی دارای ۳ تایمر / کانتر به شماره های صفر، یك و دو می باشند.در سر یهای جدید mega نیز تایمر کانتر ها به شش عدد افزایش یافته اند که نوع پیکربندی انها مانند تایمر کانتر یك و سه میباشد.

در این مقاله ابتدا در معرفی هر یك از تایمر /کانتر ها به معرفی رجیستر های مخصوص همان تایمر کانتر پرداخته ایم و سپس در اخر به معرفی دو رجیستر که برای تمام تایمر /کانتر ها مشترك (TIFR,TIMSK) است میپردازیم در اخر نحوه بدست اوردن زمان مورد نیاز و چگونگی پیکربندی ان را شرح میدهیم.

در اینجا به بحث حالت تایمر و کانتر میپردازیم و از بحث در مورد سایر حالات مقایسه و تولید PWM صرف نظر شده است.

تایمر /کانتر صفر و دو هشت بیتی هستند و تایمر/ کانتر یك و سه شانزده بیتی هستند. تایمر کانترها دارای رجیستر های متعددی هستند که توسط انها پیکربندی می شوند اما رجیستر هایی که در تمام این مدل ها مشترك است شامل موارد زیر میشود.

۱- رجیستر TCCR (Timer counter control register) است که کار کنترل و پیکربندی به صورت تایمر یا کانتر را انجام می دهد.
۲- رجیستر TCNT که رجیستر اصلی است و اطلاعات تایمر کانتر را در خود نگه می دارد این رجیستر هم خواندنی است و هم نوشتنی.

	تایمرکانتر صفر	تایمر کانتر یك	تایمر کانتر دو	تایمر کانتر سه
TCNT	TCNT0	TCNT1	TCNT2	TCNT3
TCCR	TCCR0	TCCR1	TCCR2	TCCR3

دو رجیستر دیگر که برای تمام تایمر کانتر های یك میکرو به صورت مشترك استفاده می شود رجیستر های TIFR وTIMSK میباشند اولی پرچم های وقفه را در خود جای داده و دومی رجیستری است که با یك کردن هر یك از بیتهای ان یکی از وقفه ها فعال میشود.

تایمر کانتر صفر خود در سه مدل متفاوت در انواع avr ظاهر می شود که این سه مدل به صورت زیر میباشند:

مدل	شرح
هشت بیتی ساده	این مدل در سری AT90S و attiny به کار گرفته شده
هشت بیتی پیشرفته	در سریهای atmega بجزatmega8 وatmega163 به کار گرفته شده است
پیشرفته ۱۶ بیتی	در سری های attiny13 و attiny2313 به کار گرفته شده است.

۱-۱ – هشت بیتی ساده

در مدلهای هشت بیتی ساده تایمر کانتر صفر دارای دو رجیستر TCNT0 و TCCR0که در زیر به شرح آن میپردازیم

رجیستر TCCR0 :

Cs00	Cs01	Cs02	-	-	-	-	-

این بیتها طبق جدول زیر تعیین میکنند که در حالت تایمر عمل کند یا کانتر، نکته های قابل ذکر در اینجا این است که اولا در حالت تایمر کلاك تایمر از تقسیم فرکانس اصلی سیستم تهیه میشود یعنی فرکانس اصلی وارد یك مقسم شده و خروجی ان کلاك پالس تایمر می شود .

نکته دوم اینکه در حالت کانتر ما باید یك عامل خارجی را شمارش کنیم که این کار با اتصال ان به پایه میکرو با نامهای T0 برای کانتر صفر و پایه T1 برای کانتر یك استفاده میشود.که همین کانتر را میتوان حساس به لبه بالا یا لبه پایین تنظیم کردیعنی اگر پالس بالا رونده یا پایین رونده امد یك واحد به ان اظافه شود

Cs00	Cs01	Cs02	نوع عملکرد
۰	۰	۰	غیرفعال کردن تایمر کانتر
۱	۰	۰	سیگنال اصلی سیستم
۰	۱	۰	۸÷سیگنال اصلی سیستم
۱	۱	۰	۶۴÷سیگنال اصلی سیستم
۰	۰	۱	۱۲۸÷سیگنال اصلی سیستم
۱	۰	۱	۱۰۲۴÷سیگنال اصلی سیستم
۰	۱	۱	کانتر با لبه بالا رونده
۱	۱	۱	کانتر با لبه پایین رونده

رجیستر :TCNT0

R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

رجیستر داده تایمر کانتر صفر

۲-۱ تایمر صفر هشت بیتی پیشرفته

بجز تایمر صفر در مدل هشت بیتی ساده مابقی تایمر ها و تایمر صفر هشت بیتی پیشرفته و نوع شانزده بیتی آن علاوه بر تایمر کانتر بودن قادر به عملیاتهای دیگر همچون حالت CTC و تولید موج موج PWM هستند. که ما در این مقاله فقط به بحث تایمر /کانتر ومقایسه ان میپردازیم.

کاربردهای تایمر کانتر صفر در حالت هشت بیتی پیشرفته:

۱-تایمر/کانتر صفر در حالت عادی

۲-تایمر/کانتر در حالت مقایسه

۳-تایمر کانتردر حالت PWM سریع(تك شیب)

۴-تایمر /کانتر در حالت PWM تصحیح فاز(دو شیب)

رجیستر TCNT0رجیستر داده است و رجیستر OCR0 یك رجیستر جدید در این مدل است که با وارد کردن یك مقدار در ان به صورت متوالی با رجیستر TCNT0 مقایسه شده و در صورت برابر شدن با هم خروجی ما که یك پایه به نام OC0 میباشد را تغییر وضعیت می دهد و تایمر کانتر صفر میشود با این کار میتوان روی این پایه یك موج تولید کرد.

: TCNT0

R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

: OCR0

R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

رجیستر TCCR0 :

FOC0	WGM00	COM01	COM00	WGM01	CS02	CS01	CS00

بیتهای CS00 و CS01 و CS02 :

این بیتها کار تنظیم کلاك پالس تایمر /کانتر را انجام می دهد. نوع پیکر بندی ان و فرکانس خروجی مقسم فرکانس به صورت زیر است.

CS00	CS01	CS02	فرکانس کلاك پالس تایمر /کانتر
۰	۰	۰	توقف تایمر /کانتر
۱	۰	۰	فرکانس اصلی سیستم(CLK I/O)
۰	۱	۰	CLK I/O÷8
۱	۱	۰	CLK I/O÷32
۰	۰	۱	CLK I/O÷64
۱	۰	۱	CLK I/O÷128
۰	۱	۱	CLK I/O÷256
۱	۱	۱	CLK I/O÷1024

بیتهای COM00 و COM01 :

این بیتها تعیین میکنند که پایه OC0 که مربوط به حالت مقایسه (CTC)میباشد چگونه تغییر وضعیت دهد. بدین صورت که با نوشتن یك مقدار در رجیستر OCR0 با اظافه شدن هر واحد در حالت تایمر یا کانتر این رجیستر با رجیستر اصلی(TCNT0) مقایسه شده وبا برابر شدن ای دو این پایه تغییر وضعیت میدهد نوع تغغیر وضعیت این پایه توسط بیتهای COM00 و COM01 انجام می شود.

*نکته:
پایه OC0 یکی از پایه های میکرو است که با یکی از پینهای پورتهای میکر مشترك است حال میتوان در پیکربندی ان ان را پورت تعریف کرد یا پایه خروجی تایمر / کانتر صفر در حالت مقایسه(CTC)

COM00	COM01	وضعیت پایه OC0
۰	۰	غیر فعال – به حالت عادی خود یعنی پورت میکرو عمل میکند.
۱	۰	با هر بار تساوی یك تغییر وضعیت از صفر به یك و ازیك به صفر تبدیل داریم
۰	۱	با هر بار تساوی پایه OC0 صفر میشود
۱	۱	با هر بار تساوی پایه OC0 یك میشود

بیتهای WGM01وWGM 00 :

گفتیم که تایمر /کانتر صفر در چهار حالت کار می کند ، توسط این دو بیت می توان نوع فعالیت تایمر/ کانتر را تعیین میکند.

نوع حالت	WGM00	WGM01	عملکرد تایمر/ کانتر	حداکثر مقداری که رجیستر TCNT میگیرد
۱	۰	۰	حالت تایمر /کانتر	FF
۲	۱	۰	حالت PWM تصحیح فاز	FF
۳	۰	۱	حالت مقایسه(CTC)	مقدار موجود در رجیستر OCR0
۴	۱	۱	حالتPWM سریع	FF

۳-۱ تایمر کانتر دو

رجیستر های اختصاصی تایمر کانتر دو دقیقا با تایمر کانتر صفر در حالت هشت بیتی پیشرفته یکی است با این تفاوت که بجای عدد صفر از شماره دو استفاده میکنیم به طور مثال TCCR0 رجیستر وضعیت تایمر /کانتر صفر است و TCCR2 رجیستر وضعیت تایمر /کانتر دومیباشد.

گفتیم که تایمر /کانتر ها میتوانند دارای دو منبع کلاك پالس است یکی فرکانس کار خود میکرو و دیگری پالسی که به پایه T0یا T1 برای حالت کانتر به ان اعمال می شود ولی در اینجا جای دارد که یك منبع دیگر را برای تایمر کانتر صفر قرار داد و ان کریستال خارجی است این کریستال جدای از کریستال خود میکرو است و معمولا ان را کریستال 32.768KHZ قرار میدهند و با تنظیم مقسم فرکانس روی مقدار 128 یك ساعت طراحی میشود .یعنی هر یك ثانیه یك سرریز صورت میگیرد.این کار را عملکرد غیرهمزمان گویند.

برای تنظیم این حالت یك رجیستر دیگر با نام ASSR باید تنظیم شود.

۴-۱ رجیسترهای TIFR و TIMSK

رجیستر TIFR از بیتهای پرچم تشکیل شده یعنی در میکرو هر نوع مربوط به تایمر کانتر که نیاز به یك بیت پرچم داشته باشد ان بیت را در این رجیستر قرار داده اند . رجیستر TIMSK ،رجیستری است که بیتهای پرچم ما را فعال میکند به طور ساده هر بیت پرچمی که در رجیستر TIFR قرار دارد تا زمانی موجب ایجاد وقفه در میکرو میشود که بیت فعال سازی ان در رجیستر TIMSK یك شده باشد در غیر این صورت هیچ گونه وقفه ایصورت نگرفته و زیر برنامه نیز اجرا نمی شود.

این رجیستر ها در میکروهایی که از تایمر کانتر صفرساده استفاده میکنند با سایر میکرو ها متفاوت است که در زیر تفاوت ان را می بینید.

*نکته: این تفاوت بر سر عملکرد بیتها نیست یعنی بیت tov0 در تمام میکروها بیت پرچم تایمر صفر است فقط در تایمر صفر ساده این بیت، بیت دوم است که در تایمر صفر پیشرفته به بیت دوم انتقال یافته همچنین در تایر صفر ساده بعضی از بیتها بلااستفاده ست که در سایر تایمرها و تایمر صفر پیشرفته به علت بالا رفتن کاربرد تمام بیتها استفاده شده است.

رجیستر ها در تایمر صفر هشت بیتی ساده:

رجیستر TIFR :

TOV1	OCF1A	OCF1B		ICF1		TOV0	

بیت TOV0 زمانی فعال می شود که یك سر ریز در تایمر کانتر صفر رخ دهد به عبارتی اگر این تایمر کانتر به مقدار حداکثر خود برسد این بیت یك میشود.(بین پرچم تایمر کانتر صفر)

رجیستر TIMSK :

TOIE1	OCIE1A	OCIE1B		TICIE1		TOIE0	

بیت TOIE0 وقتی یك شود و بیت وقفه سراسری در رجیستر SREG فعال باشد وقفه سرریز تایمر کانتر صفر نیز فعال می شود . به زبان ساده اگر این بیت فعال نشده باشد و سرریز(TOV0) صورت گیرد زیر برنامه اجرا نمیشود و پردازنده این پرچم را نادیده میگیرد.

رجیستر ها در سایر میکروها:

رجیستر TIFR :

OCF2	TOV2	ICF1	OCF1A	OCF1B	TOV1	OCF0	TOV0

رجیستر TIMSK :

OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	OCIE0	TOIE0

معرفی بیتها:

TOV0 و TOV1 و TOV2 :

بیتهای پرچم یا همان سرریز به ترتیب تایمر صفر، تایمر یك و تایمر دو هستند که هنگام یك شدن ایجاد وقفه میکنند.

OCF0، OCF1B، OCF1A و OCF2 :

این بیتها زمانی فعال میشود که یك تطابق بین رجیستر TCNT و رجیستر OCR مربوطه انجام گیرد.

TOIE0، TOIE1 و TOIE2 :

تا زمانی که این بیتها یك نشده باشند پرچم های وقفه تایمر کانتر مربوطه (TOV0 و TOV1 و TOV2) ایجاد وقفه نمیکنند. (بیتهای فعال سازی وقفه)

۱-۵ نحوه محاسبه زمانبندی تایمر

برای محاسبه زمانبندی مورد نظر در تایمر ها باید مراحل زیر را انجام داد:

۱- فرکانس داخلی پالس ساعت را مدنظر گرفت.
۲- ضریب تقسیم ساعت سیستم برای تولید پالس ساعت تایمر توسط بیتهای (cs00 و cs01 و cs02) را تعیین نمود.
۳- مقدار مطلوب را در رجیستر tcnt قرار دهید.

مثال)فرض کنید نوسانساز داخلی 1mhz و ضریب تقسیم N=32 و TCNT0=0A H باشد مقدار زمان تا فعال شدن پرچم سرریز را محاسبه نمایید.

فرکانس پالس ساعت تایمر برابر پالس سیستم تقسیم بر ضریب تقسیم

1mhz÷32=31.25khz

مدت زمان شمارش هر یك واحد برابر است با مدت زمان یك پالس(زمان تناوب پالس تایمر)

1÷31.25mhz=32us

تعداد تعداد پالس برای سرریز شدن برابراست با تعداد شمارش یك تایمر منهای مقدار TCNT

256-10=246

مدت زمان شمارش تایمر برابر است با تعداد شمارش تایمر ضرب در زمان شمارش هر یك واحد

246×32us=7.872ms

مثال)با فرض استفاده از کریستال خارجی 16Mhz برای تولید مدت زمان 10ms چه عددی را باید در تایمر یك (TCNT1) قرار داد؟(ضریب تقسیم را ۶۴ بگیرید)

فرکانس پالس ساعت تایمر = 16Mhz÷64=250Khz

مدت زمان یك شمارش 1÷ 250Khz=4us

تعداد پالس لازم برای مدت 10ms زمان مورد نیاز تقسیم بر زمان هر یك پالس

10ms÷4us=2500

عدد لازم برای TCNT1 برابر است با حداکثر مقدار شمارش تایمر منهای تعداد پالس لازم برای مدت زمان 100ms

65536- 2500= 63036=F63CH

*نکته:
دو مثال بالا ذکر شد تا با تنظیم تایمر در زمانی که زمان مورد نیاز ما کمتر از زمان شمارش کلی تایمر است اشنا شوید حال اگر زمان مورد نیاز ما بیشتر از زمانی شد که تایمر میشمارد و بیت ان سرریز میشود باید یك متغییر تعریف کرد و در هر زیر برنامه یك واحد به ان اظافه کرد پس از رسیدن به مقدار مورد نظر کار را انجام دهد.
فرض کنید ما به زمان۱ میلی ثانیه نیاز داریم ولی تایمر صفر ۲۵۵ میکرو ثانیه سرریز میکند یعنی نیاز است پس از ۴ سرریز عملیات ما انجام شود برای این کار یك متغییر تعریف کرده که در هر سرریز یك واحد به ان اظافه میشودبعد از ان یك دستور شرطی نوشته که اگر این متغییر برابر ۴ شود عملیات را انجام دهد و در اخر ان را برابر صفر میکنیم تا برای مرحله بعدی اماده شود.

جمع بندی:

برای راه اندازی یك تایمر اول باید زمان مورد نیاز خود را بدانید و طبق موارد بالا محاسبات زمانبندی را انجام دهید پس از ان در برنامه ابتدا توسط دستور("SEI")#ASM بیت فعال سازی تمام وقفه های میکرو را یك کرده پس از ان رجیستر TIFR ،TIMSKوTCCRرا پیکر بندی میکنیم .

در تنظیم رجیستر ها حالتهای که نیاز به پیکر بندی ندارند را صفر می گذاری به طور مثال در رجیستر TCCR0 اگر نیاز ما یك تایمر ساده باشد ابتدا بیتهای مقسم فرکانس را تنظیم میکنیم(مثال:N=32) سپس بیتهای بیتهای WGM00 وWGM01را که کار تنظیم نوع عملکرد تایمر را بر عهده دارند را طبق جدولش روی 00 تنظیم کرده مابقی را که مورد نیاز نیست را صفر قرار میدهیم. در اخر عدد مورد نیاز برای قرار گیری در رجیستر TCCR0 به صورت (00000011=03H) بدست می اید.