



دانشگاه زنجان

بنام خدا

دانشکده مهندسی

گروه برق

گزارش پروژه کارشناسی

گرایش الکترونیک

عنوان:

طراحی و پیاده‌سازی مدارات دیجیتال به کمک برد لایچ‌پد

استاد راهنما:

دکتر اصغر طاهری

نگار آورنده:

مهرنوش داداشی

پاییز ۹۷

## چکیده

پردازش سیگنال های دیجیتال با استفاده از عملیات ریاضی قابل انجام است.

کامپیوترهای طراحی شده برای کاربردهای عمومی و تجارتي به منظور انجام

محاسبات ریاضی، مانند الگوریتم های انجام تحلیل فوریه و فیلتر کردن مناسب و

بهبینه نیستند. پردازشگرهای دیجیتال وسایل میکروپروسسوری هستند که به طور

مشخص برای انجام پردازش سیگنال های دیجیتال طراحی شده اند. پردازنده های

DSP دسته ای از پردازنده های خاص می باشند که بیشتر برای انجام بلادرنگ

پردازش سیگنال های دیجیتال استفاده می شوند.

این پردازنده ها توانایی انجام چندین عملیات همزمان در یک سیکل دستورالعمل

شامل چندین دسترسی به حافظه، تولید چندین آدرس با استفاده از اشاره گرها و

انجام جمع و ضرب سخت افزاری به طور همزمان را دارا می باشند و سرعت بالای آن

ها نیز به واسطه این ویژگی ها است.

تجهیزات معمول روی پردازنده ها، پین های ورودی / خروجی، مدارهای واسطه سریال

و موازی، مبدل دیجیتال به آنالوگ و مبدل آنالوگ به دیجیتال می باشند. لحاظ

کردن فاکتورهای فوق در طراحی و ساخت DSPها، موجب شده است که DSP

های متنوعی موجود باشند.

معروفترین و بزرگترین شرکت سازنده پردازنده های DSP شرکت Instrument Texas می

باشد. پردازنده های دیجیتال این خانواده را می توان به سه دسته ی اصلی زیر تقسیم بندی

کرد:

• TMS320C2000

• TMS320C5000: که بر اساس توان مصرف بهینه شده اند.



.....	مقدمه	خ
.....	<b>فصل اول: معرفی بلوک ها</b>	۲
.....	۱- تایمز EPWM	۲
.....	۱-۱- معرفی	۲
.....	۲-۱- پارامترها	۲
.....	۱-۲-۱- بخش General	۲
.....	۲-۲-۱- بخش های ePWMA و ePWMB	۶
.....	۱-۲-۳- بخش Counter Compare	۸
.....	۲-۱-۴- بخش واحد Deadband (باند سکوت)	۹
.....	۱-۲-۵- بخش Event Trigger	۱۰
.....	۱-۲-۶- بخش HRPWM	۱۱
.....	۱-۲-۷- بخش PWM Chopper Control	۱۱
.....	۱-۲-۸- بخش Trip Zone Unit	۱۲
.....	۱-۳- خلاصه‌ی پارامترهای تنظیم و پیکربندی زیرماژول ها	۱۳
.....	۲- مبدل آنالوگ به دیجیتال	۱۷
.....	۱-۲- تنظیمات ADC	۱۷
.....	۱-۱-۲- تنظیمات کلاک	۱۸
.....	۲-۱-۲- رزولوشن یا دقت اندازه‌گیری	۱۸
.....	۲-۳-۱- مراجع ولتاژ	۱۹
.....	۲-۴-۱- مد سیگنال	۱۹
.....	۱-۲-۵- نتایج مورد انتظار در تبدیل	۲۰
.....	۱-۲-۶- تنظیمات SOC	۲۱
.....	۱-۲-۷- عملیات تریگر	۲۱
.....	۱-۲-۸- ADC Acquisition (S/H) Window	۲۲
.....	۱-۲-۹- انتخاب کانال	۲۲
.....	۲-۲- اولویت تبدیل در ADC	۲۳
.....	۲-۳- بلوک ADC	۲۷
.....	۱-۳-۲- معرفی	۲۸
.....	۲-۳-۲- پارامترها	۲۹
.....	۳- وقفه	۳۱
.....	۱-۱- مقدمه‌ای بر کنترلر PIE	۳۳
.....	۱-۱-۳- عملیات توالی وقفه	۳۳
.....	۲-۳- بلوک Software Interrupt Trigger	۳۸
.....	۱-۲-۳- پورت ها	۳۸



## مقدمه

برد توسعه لایچپد با تراشه TMS320F28377S پلتفرمی با قابلیت عملکرد بالا در انشاه زنجان دانشکده مهندسی

زمینه کنترل دیجیتال است. پردازنده اصلی این برد از میکروکنترلرهای با معماری ۳۲ بیتی خانواده C2000 دلفینو تکزاس اینسترومنت می باشد. این خانواده از میکروکنترلرها را شرکت TI برای کاربری های کنترل حلقه بسته طراحی نموده

است. وجود واحدهای تبدیل آنالوگ به دیجیتال و مدولاسیون پهنای باند با رزولوشن بالا در کنار ارتباطات متنوع از ویژگی های این برد است. برای برنامه نویسی این خانواده نرم افزارهای تخصصی controlSUITE و ورژن های جدید کد کامپوزر استودیو استفاده می شوند. همچنین برای برنامه ریزی امولاتور XDS100v2 به

صورت مجتمع روی این برد وجود دارد.

با توجه به گسترش نیاز به استفاده از بردهای دیجیتال و همچنین افزایش روزافزون بردهای دیجیتال موجود در بازار، تصمیم گرفته شد راهنمایی در جهت راه اندازی و استفاده از سری بردهای آموزشی Launchpad سری C2000 محصول شرکت TI تدوین شوند برای افرادی که قصد انجام پروژه با این بردها را دارند. امیدوارم کار

کوچک من گرهای هر چند کوچک از کنار این افراد بگشاید.

## فصل اول

### معرفی بلوک‌ها

پایان نامه کارشناسی



## فصل اول: معرفی بلوک‌ها

توضیحاتی درباره برخی بلوک‌های کتابخانه‌ی

### Embedded Coder Support Package for Texas Instruments C2000 Processors:

#### ۱- تایمر ePWM

##### ۱-۱- معرفی

از این بلوک برای ساخت شکل موج‌های ePWM استفاده می‌شود. ماژول‌های متعددی برای دیوایس‌های C28x در دسترس هستند و این ماژول بین همه‌ی این

دیوایس‌ها مشترک است. هر ماژول دو خروجی به نام‌های ePWMA و ePWMB

دارد. بنابر کتابخانه‌ای که بلوک از آن انتخاب می‌شود، برخی پارامترهای جدید ممکن است ظاهر شوند و برخی پارامترها حذف شوند.

نوشته‌هایی که در سمت راست بالای بلوک با رنگ آبی مشخص شده‌اند، خانواده‌ی دیوایس مورد استفاده را به ما نشان می‌دهند. چون این بلوک برای دیوایس‌های

مختلفی قابل استفاده است، برخی از عملگرها ممکن است به نظر ما بی معنی بیایند.

##### ۱-۲- پارامترها

##### ۱-۲-۱- بخش General

Module: تعیین می‌کند که کدام ماژول ePWM باید استفاده شود.



TBPRD :ePWMLink PWM ای که می‌خواهیم به PWM فعلی لینک شود،

مشخص می‌کند. در این حالت دوره تناوب تایمزی که انتخاب شده است، برای PWM فعلی نیز استفاده می‌شود. این قابلیت فقط در برخی پروسورهای TI C2000 در دسترس است. با فعال کردن این گزینه و لینک کردن PWM فعلی با

یک PWM دیگر، چهار آپشن بعدی غیرفعال می‌شوند.

Timer Period Units: این قسمت دو گزینهی clock cycle و second دارد

که توصیه می‌شود برای کاهش حجم محاسبات از گزینهی clock cycle استفاده شود.

Specify timer period via: مرجع مقدار Timer Period را تنظیم می‌کند. در صورت انتخاب کردن گزینهی specify via dialog، باید پریود تایمر را در کادر پایین انتخاب کرد. اگر گزینهی Input Port انتخاب شود، یک پورت ورودی برای

پریود تایمر می‌سازد و این پورت T نام خواهد داشت. در این صورت باید مقدار اولیهی پریود تایمر انتخاب شود.

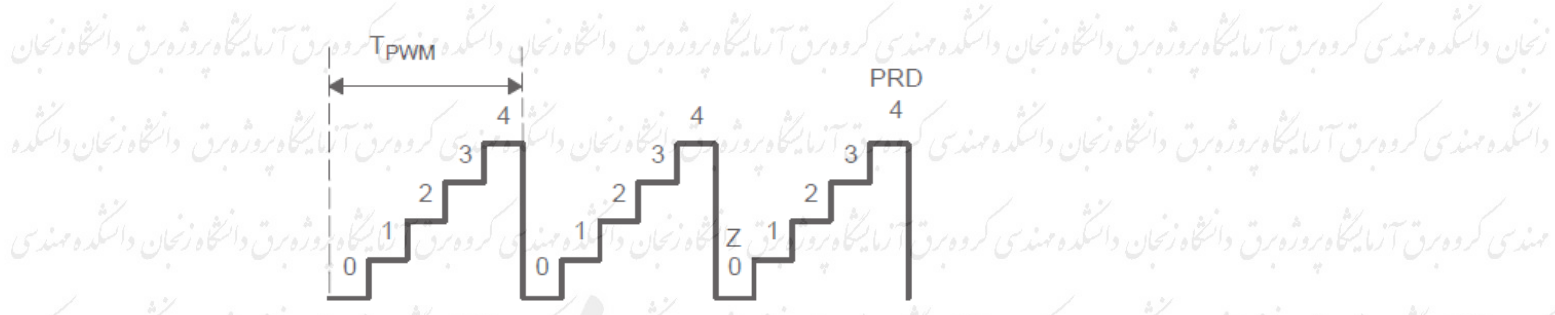
Timer Period: محاسبه‌ی آن به شرح ذیل است:

برای مد بالا شمار یا پایین شمار:  $T_{PWM} = (TBPRD+1)*T_{TBCLK}$

برای مد بالا-پایین شمار:  $T_{PWM} = 2*T_{TBPRD}*T_{TBCLK}$

T<sub>PWM</sub> همان دوره تایمر به ثانیه است.

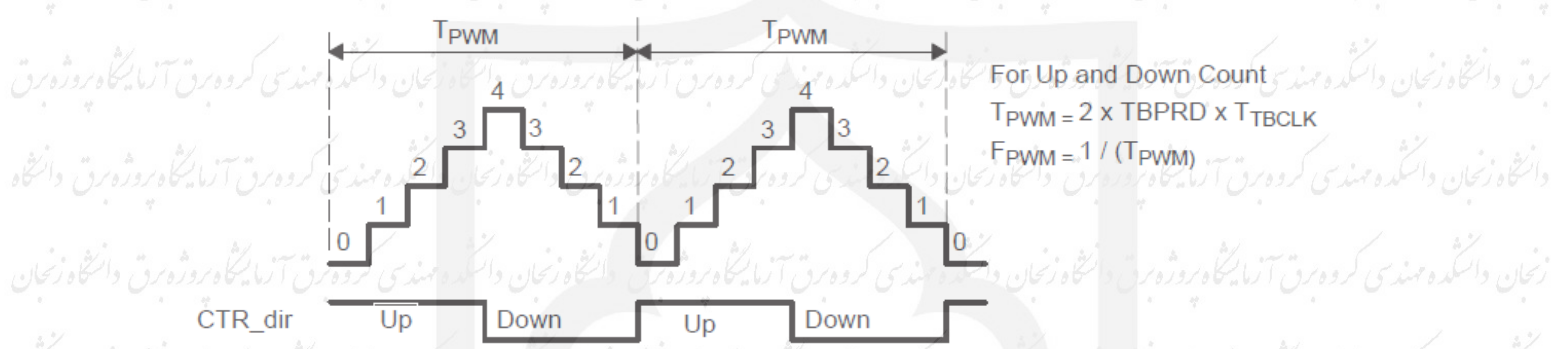
دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان



For Up Count and Down Count  
 $T_{PWM} = (TBPRD + 1) \times T_{TBCLK}$   
 $F_{PWM} = 1 / (T_{PWM})$



For Up and Down Count  
 $T_{PWM} = 2 \times TBPRD \times T_{TBCLK}$   
 $F_{PWM} = 1 / (T_{PWM})$



شکل ۱-۱- محاسبه دوره‌ی تناوب تایمر PWM در مدهای بالا شمار، پایین شمار و بال-پایین شمار

گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

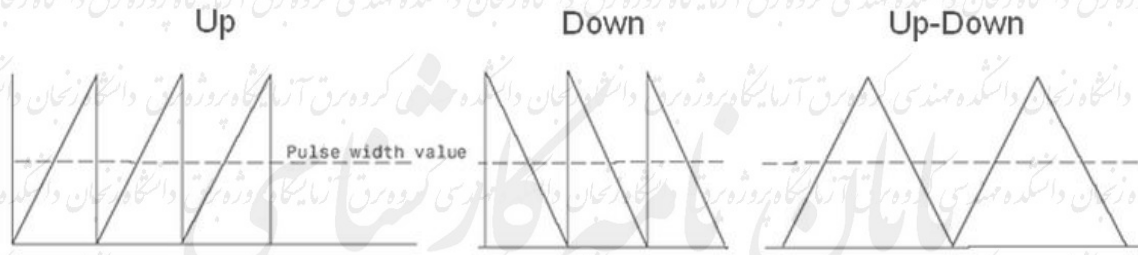
Reload for time-base period register: اشاره به زمانی دارد که در آن

پریود شمارنده ریست می‌شود. اگر گزینه‌ی Counter Equals to Zero انتخاب

شود، وقتی ریست می‌شود که مقدار شمارنده صفر شود. اگر Immediate

without using shadow انتخاب شود، پریود شمارنده بلافاصله رفرش می‌شود.

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان



شکل ۱-۲- شکل موج‌های سه حالت شمارنده

### Synchronization action: مرجع یک فاز را برای اعمال به ورودی همگام‌سازی

زمان مشخص می‌کند.

### Synchronization Output: این پارامتر مربوط به بخش SYNCOSSEL در

رجیستر کنترل‌کننده Time-base می‌باشد.

### Time-base clock (TBCLK) prescaler divider و

### High speed Time-base clock (HSPCLKDIV) prescaler divider

$$TBCLK = PWM \text{ Clock} / (HSPCLKDIV * CLKDIV)$$

بسه عنوان مثال مقادیر پیش‌فرض HSPCLKDIV و CLKDIV برابر یک هستند

و مقدار پیش‌فرض فرکانس کلاک PWM برابر 100MHz می‌باشند. پس:

$$TBCLK = 100MHz / (1 * 1) = 100MHz$$



## تقدیر و تشکر

شکر شایان نثار ایزد منان که توفیق را رفیق راهم ساخت تا این پایان نامه را به پایان  
برسانم . از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر اصغر طاهری به عنوان استاد راهنما که

همواره اینجانب را مورد لطف و محبت خود قرار دادند نیز، کمال تشکر را دارم.



**مراجعه**

۱- سایت mathwork

۲- بخش help کتابخانه Embedded Coder Support Package for

TexasInstruments C2000 Processors متلب

۳- سایت ti.com پی دی اف های sprui25c, spruhx5e, spru078 و

spru430f