

کاری از گروه نام الکترونیک www.namelectronic.ir

آشنایی با مدولاسیونهای pwm,spwm,ppwm

مدولاسیون پهنای پالس (pwm) (Pulse width modulation)
مقدمه

مدولاسیون پهنای پالس یا pwm عبارت است از تغییرات دامنه یک سیگنال به تغییرات پهنای یک پالس مربعی. پالسهای ایجاد شده توسط این نوع از مدولاسیون جهت کنترل میزان توان انتقالی به یک بار یا تغییرات میزان سوئیچ مورد استفاده قرار می گیرد. یک نمونه ساده از این مدولاسیون کلید زنی بین لامپ و یک باتری است. چنانچه بخواهیم میزان توان انتقالی به لامپ را کنترل دهیم می توانیم با تغییر میزان سوئیچ زنی کلید، این کار را انجام دهیم.

روشهای ایجاد سیگنال pwm :

سیگنال pwm را بر حسب کاربردهائی که دارند می توان به چند روش تولید کرد که عبارتند از:

۱- روش آنالوگ

۲- روش دیجیتال

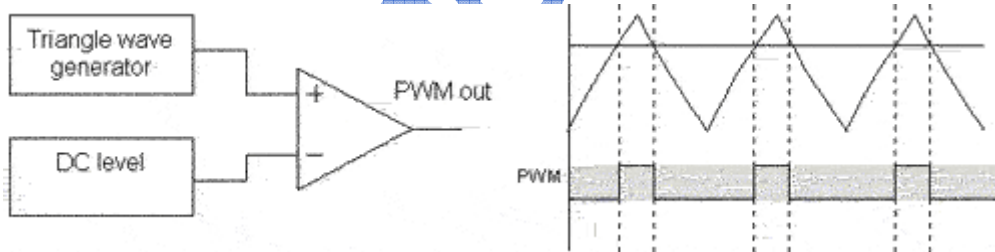
۳- استفاده از IC بخصوص

۴- استفاده از میکروکنترلرها

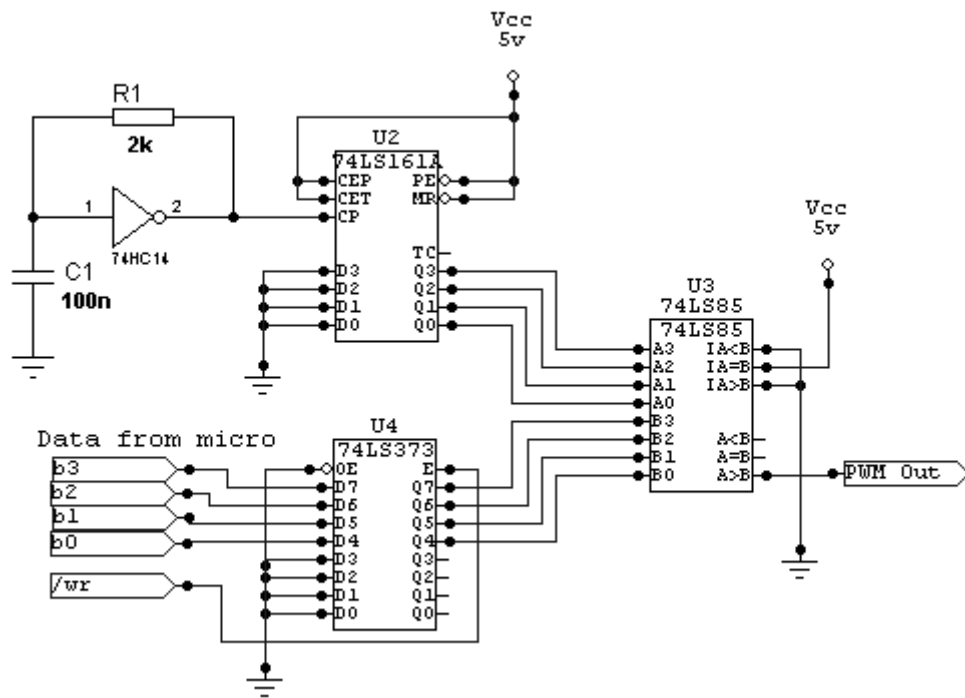
در ذیل به شرح این روشها می پردازیم:

۱- روش آنالوگ: در این روش از مقایسه دو سیگنال آنالوگ، سیگنال pwm مورد نظر به دست می آید. نمونه ای از این روش در شکل زیر آورده شده است در این حالت یک موج مثلثی با یک سطح ولتاژ dc مقایسه شده و در خروجی مقایسه کننده pwm مورد نظر به دست آمده است.

مشخص است که با تغییر سطح ولتاژ dc پهنای پالس خروجی نیز تغییر پیدا می کند. در این روش نباید سطح سیگنال dc از دامنه موج مثلثی (موج حامل) بیشتر شود در غیر این صورت یک pwm اشباع شده خواهیم داشت. جهت تولید سیگنال مثلثی می توان از تراشه های آماده ای استفاده کرد که با اضافه کردن چند المان پسو سیگنالهای مربعی و سینوسی را در خروجی تحویل می دهند.



۲- روش دیجیتال: اصل پایه در تولید سیگنال pwm به روش دیجیتالی این است که یک شمارنده مدام در حالت شمارش افزایشی بوده (از مقدار صفر تا FF هگز و دوباره بازگشت به مقدار صفر) و مقدار این شمارنده با مقدار موجود در یک رجیستر که قبلاً ذخیره شده و یا با حاصل تبدیل یک مبدل آنالوگ به دیجیتال مقایسه می شود و حاصل این مقایسه پالسهای می باشد که عرض آنها متناسب با داده موجود در رجیستر یا داده به دست آمده از مبدل ADC است. نمونه ای از این روش با استفاده از رجیستر در شکل زیر نشان داده شده است. همانطوری که در شکل نیز مشخص است عمل شمارش توسط IC74LS161 انجام می شود که کلاک آن توسط اسیلاتور ساخته شده با 74LS14 تامین شده است.

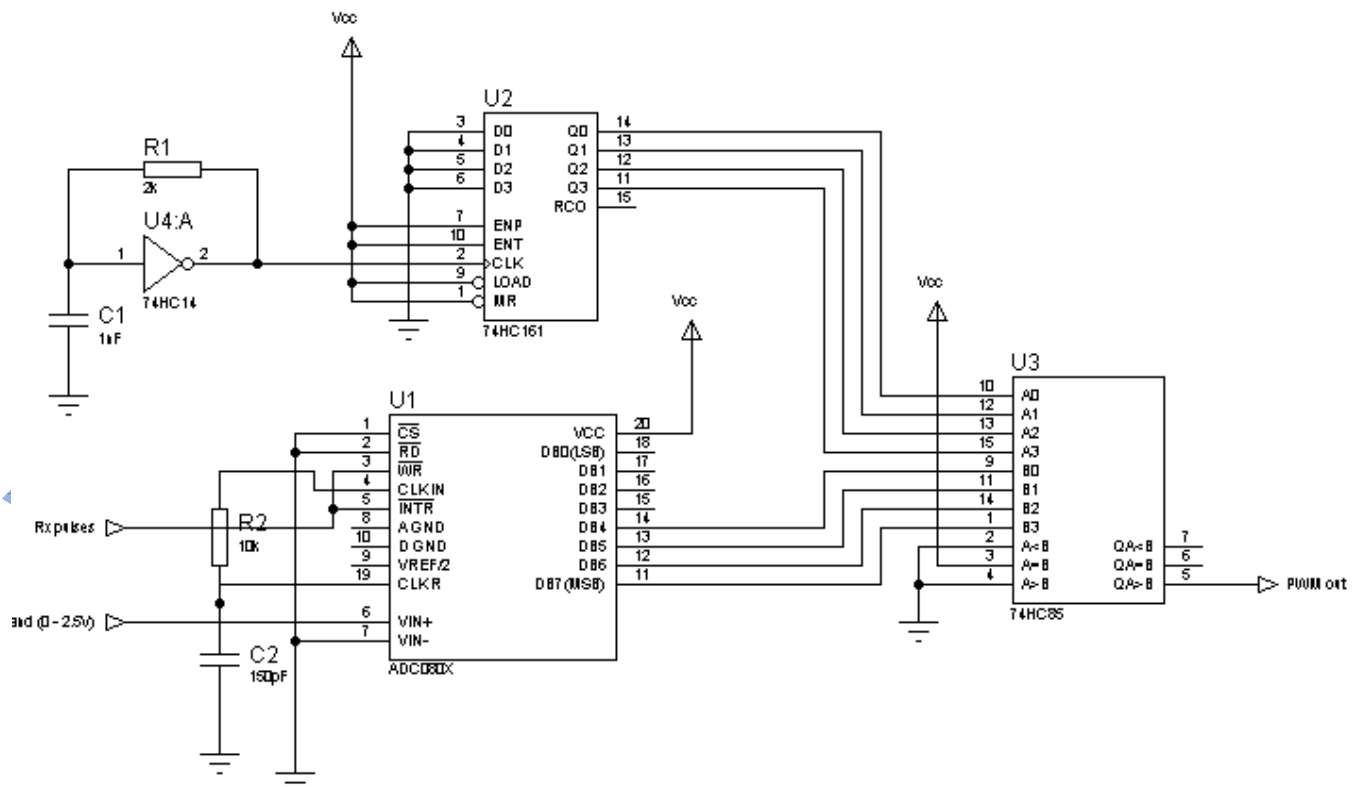


فرکانس کلاک این اسیلاتور از رابطه زیر به دست می آید.

$$F=1/6.3 \times R \times C$$

مقدار داده ۴ بیتی برای رجیستر 74LS373 از طریق میکروکنترلر تامین می شود. پایه w1 (Write Strob) از میکرو جهت عمل لچ کردن داده به داخل رجیستر استفاده می شود. مقدار داده موجود در رجیستر با داده شمارنده توسط مقایسه کننده 74LS85 مقایسه شده و نتیجه در خروجی به صورت سیگنال pwm بدست می آید.

مقدار فرکانس سیگنال pwm نتیجه شده این عمل ۱۶ برابر کمتر از فرکانس کلاک شمارنده است از این رو برای کامل شدن یک پریود کامل از سیگنال pwm به ۱۶ پالس از شمارنده نیاز است با مقادیر داده شده در شکل فرکانس شمارنده 80KHz و در نتیجه فرکانس pwm مقدار 5KHz خواهد شد برای حالت استفاده از مبدل ADC می توان از طرح شکل زیر بهره گرفت.



در این مدار از مبدل ADC و 8 بیتی استفاده شده و فقط از چهار بیت آن استفاده کرده ایم. توسط یک مقاومت و خازن عمل کلاک دهی این مبدل انجام شده که فرکانس این کلاک همان فرکانس تبدیل مبدل بوده و بر روی 640 KHz تنظیم شده است. رنج ولتاژ ورودی از صفر تا ۲۵ ولت در نظر گرفته شده است. اگرچه مبدل ADC به صورت خودکار پالس دهی شده اما نیاز به یک ورودی WR جهت شروع کردن عمل تبدیل نیز دارد که این عمل ورودی می تواند توسط مداری که درخواست تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال را دارد برای فواصل زمانی خاص و مرتب پالس دهی شود.

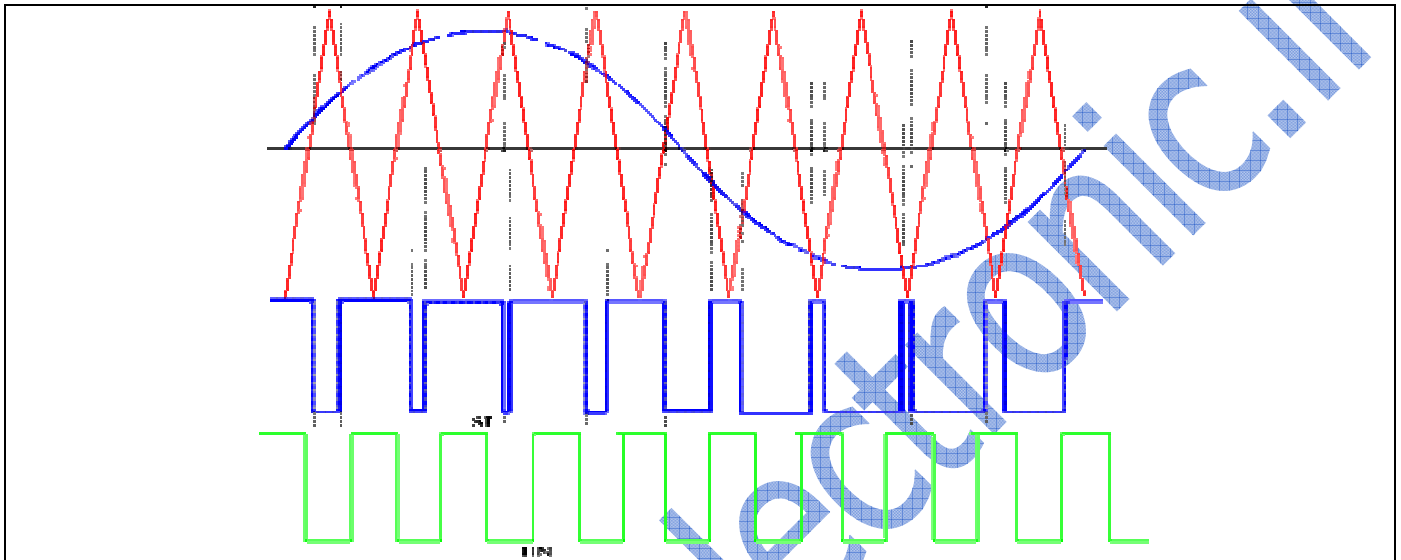
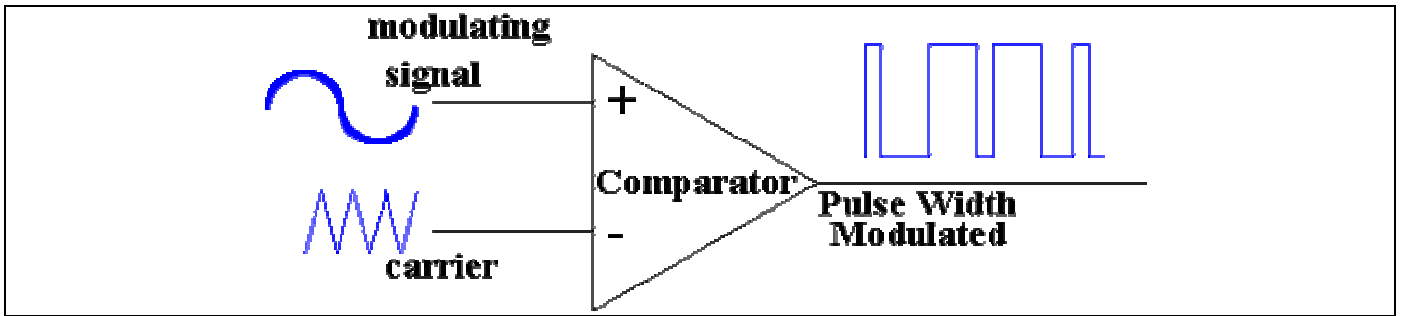
۳- استفاده از آی سی های بخصوص: تراشه هایی توسط شرکت های مختلف تولید شده اند که می توانند یک سطح ولتاژ dc را به یک خروجی pwm تبدیل کنند این تراشه ها بیشتر برای منابع تغذیه سوئیچینگ طراحی شده اند اشکالی که معمولاً این تراشه ها دارند این است که چرخه کار (duty cycle) سیگنال خروجی این تراشه ها را نمی توان از صفر تا ۱۰۰٪ تغییر داد که این وضعیت برای کنترل موتورهای dc به روش pwm باعث کاهش بازده و محدود شدن توان ارسالی به موتور می شود. تعدادی از این آی سی های بخصوص عبارتند از:

Manufacturer	IC	Normal use	Comment
ST	SG1524	SMPS	May operate at up to 100% duty cycle
	SG3525A		
Maxim	MAX038	Signal generation	PWM output only between 15% and 85%. Generates triangle & sine waves too.
Atmel	U2352B	PWM Generator for speed control of portable tools	Includes integrated current limiting circuitry for output MOSFETs.
TI	TL494	SMPS	Max 90% duty cycle
TI	UC2638	PWM generator for motor control	Provides many other features for DC motor speed control.

۴- استفاده از میکروکنترلرها: اکثر سری های جدید میکروکنترلرها دارای امکاناتی نظیر pwm داخلی و مبدل ADC نیز هستند. به طور مثال در بیشتر میکروکنترلرهای AVR از شرکت ATMEL این امکانات در نظر گرفته شده است. در میکروکنترلر AT9058535 از تایمر ۱۶ بیتی آن برای حالت تولید سیگنال pwm هم می توان استفاده کرد برای این pwm دقت های ۸، ۹، ۱۰ بیتی در نظر گرفته شده است که هر یک از این دقتها یک رجیستر کنترلی قابل انتخاب هستند. تایمر یک (timer/counter 1) از این میکروکنترلر در حالت pwm به عنوان یک شمارنده صعودی و نزولی عمل کرده و از مقدار صفر تا بالاترین مقدار ممکن که بستگی به دقتهای pwm انتخابی دارد عمل شمارش را انجام می دهد و پس از رسیدن به این مقدار دوباره صفر شده و این حلقه تکرار می گردد. هنگامی که عدد شمارش شده با ۱۰ بیت کوچکتر از رجیسترهای داخلی OCR1A و OCR1B مقایسه شد و برابر گشت پایه های PD5 و PD6 از این رجیستر بر اساس پیکر بندی موجود در رجیسترهای کنترلی تایمر و کانتریک، تغییر وضعیت می دهد. این تغییر وضعیتها همان پالسهای pwm مورد نظر ما است. نکته دیگر این است که خود میکروکنترلر AVR دارای یک مبدل آنالوگ به دیجیتال بوده که می تواند مقادیر آنالوگ را به صورت لحظه ای دریافت کرده آنها را تبدیل به بایت کرده و با مقایسه این بایتها با عدد موجود در شمارنده عمل تولید پالسهای pwm را انجام دهد. مبدل این مدل از میکروکنترلر هشت کاناله و ۱۵ بیتی می باشد و زمان تبدیل آن در حد ۱۲۰ تا ۵۰۰ میکروثانیه است.

مدولاسیون Sinusoidal pulse width modulation یا Spwm

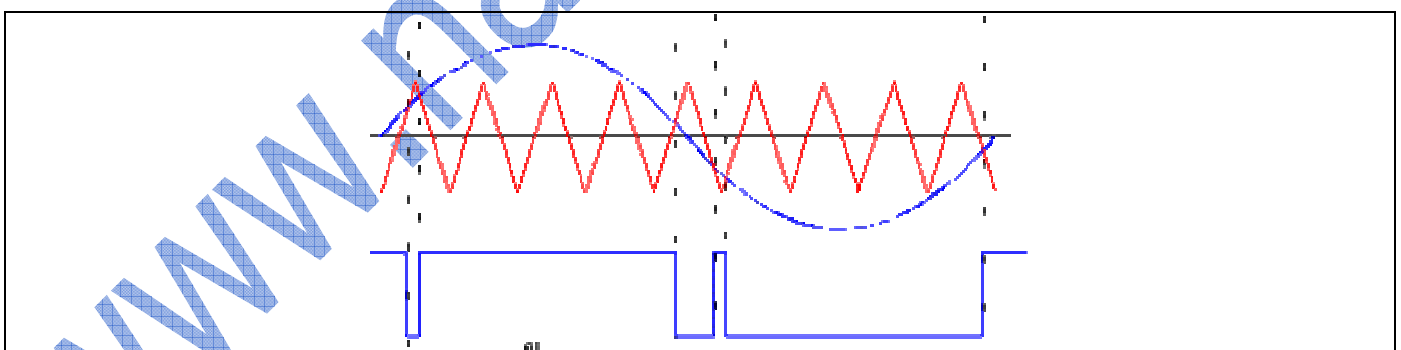
اساس این مدولاسیون بر مقایسه یک سیگنال سینوسی مرجع و یک سیگنال مثلثی استوار است. شکل زیر نمونه ای از این مقایسه و سیگنال spwm ایجاد شده را نشان می دهد.



این نوع مدولاسیون دارای یک سری پارامترهای مهم است که می بایست مورد نظر قرار گیرند. اولین پارامتر میزان مدولاسیون دامنه است که با ma نشان داده می شود و از رابطه زیر بدست می آید.

ma = دامنه موج مثلثی/دامنه موج سینوسی

همان طور که در رابطه آمده ma از تقسیم دامنه موج سینوسی بر دامنه موج مثلثی تعیین می شود. دامنه تغییرات ma به صورت $0 < ma < 1$ می باشد در صورتی که ma از یک بیشتر شد و یک مدولاسیون اشباع شده SPWM را خواهیم داشت که در شکل زیر یک نمونه آن نشان داده شده است.



پارامتر دیگری که در این نوع از مدولاسیون مطرح است میزان مدولاسیون فرکانس است و از رابطه زیر بدست می آید مقدار mf معمولاً بزرگتر از ۱ است.

mf = فرکانس موج سینوسی/فرکانس موج مثلثی

انواع مدولاسیون SPWM

این مدولاسیون از نظر نحوه مقایسه دوسیگنال سینوسی و مثلثی به دو دسته زیر تقسیم می شود که عبارتند از:

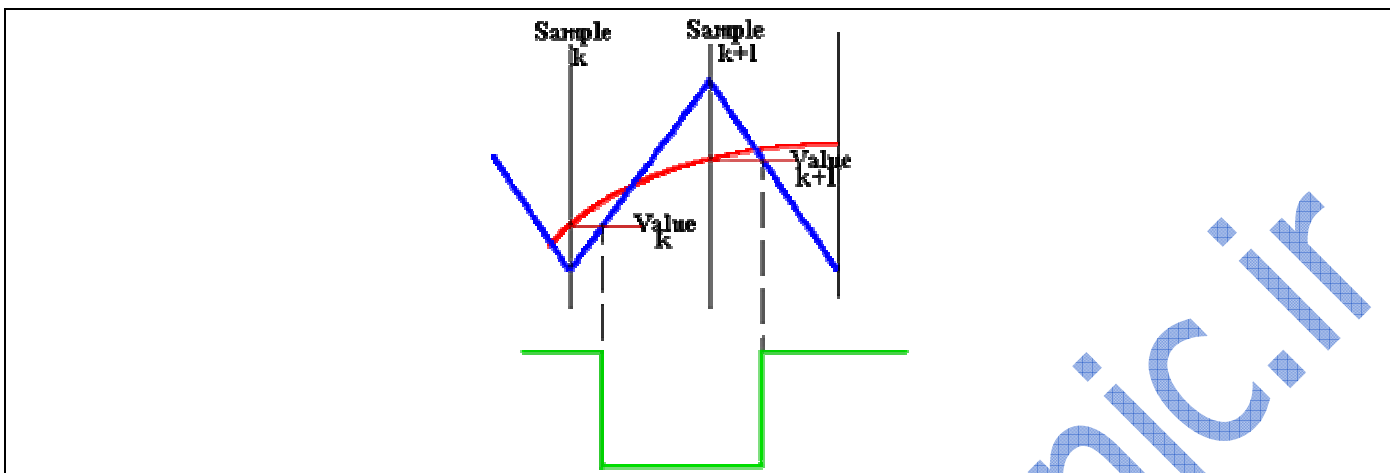
الف: natural sampling spwm یا ns

این روش همان رویه عادی ایجاد سیگنالهای SPWM است که سیگنالهای تغییر وضعیت از مقایسه لحظه به لحظه دامنه سیگنال سینوسی و مثلثی بدست می آید.

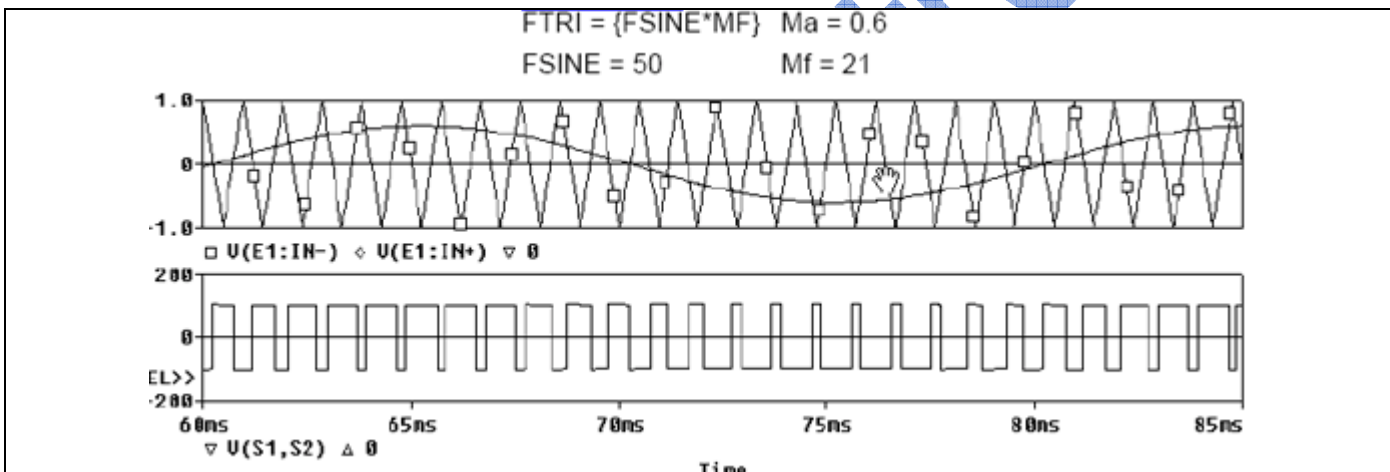
ب regular sampling spwm: rs

گرچه روش natural Sampling برای بیشتر مدارهای آنالوگ مناسب است اما این روش تولید سیگنال SPWM نسبت به نویز حساس بوده و با کوچکترین عامل خارجی کیفیت را از دست می دهد. به همین جهت از روش دیگری به نام regular

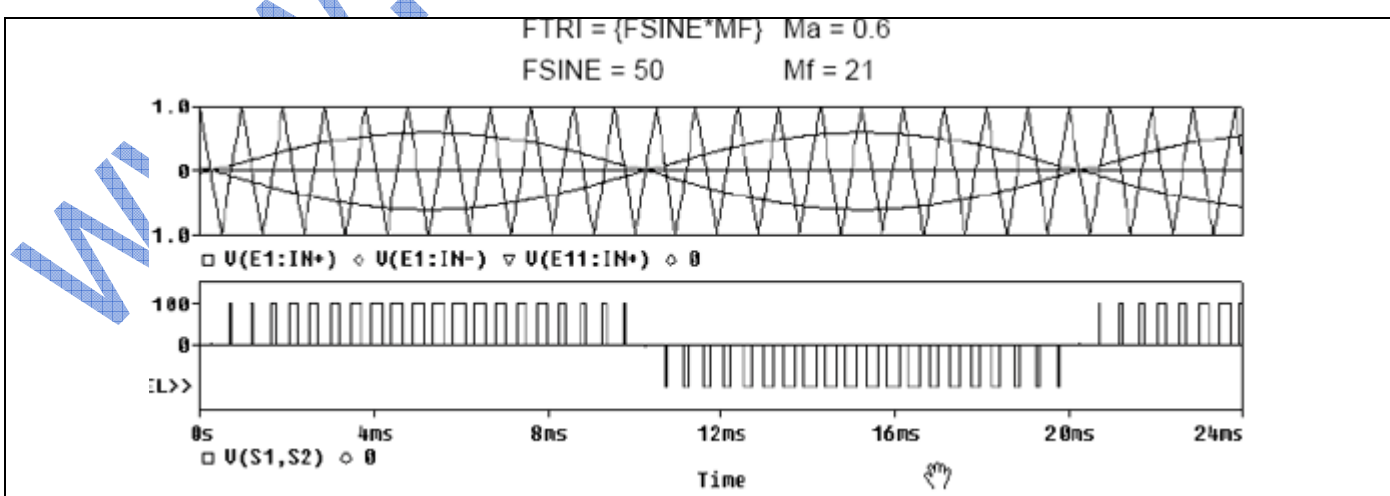
sampling استفاده می کنیم که در آن از موج سینوسی در فواصل پریودیک از سیگنال مثلثی نمونه برداری شده و این نمونه ها جهت ایجاد مدولاسیون SPWM با سیگنال مثلثی مقایسه می شوند. شکل زیر نمونه ای از این نوع مدولاسیون را نشان می دهد .



مدولاسیون SPWM از نظر تعداد قطبهای قابل تولید نیز به دو دسته زیر تقسیم می شود.
 الف: مدولاسیون SPWM-u (Unipolar) که حاصل مقایسه یک شکل موج سینوسی با مثلثی است شکل زیر نمونه ای از آن را نشان می دهد .



ب: مدولاسیون SPWM-b(bipolar) در این روش دو سیگنال سینوسی با اختلاف فاز ۱۸۰ درجه با یک موج مثلثی مقایسه می شوند و نتیجه دو سیگنال SPWM می شود که دارای قطبیت مخالف یکدیگر هستند. شکل زیر به ترتیب نحوه تولید و سیگنال SPWM بدست آمده از این روش را نشان می دهد.



مدولاسیون Programmed PWM- PPWM در منابع تغذیه سوئیچینگ و مبدلهای dc-dc بحثی که مطرح است وجود هارمونیکها و اثرات الکترومغناطیسی ناخواسته در سیستم است که باعث کاهش کیفیت ولتاژ خروجی مخصوصاً در مبدلهائی که نیاز به دقت بالایی است، می شود. به همین منظور از مدولاسیون دیگری به نام PPWM استفاده می شود .

همان طور که در مدولاسیون SPWM دیدیم فرکانس سیگنال مثلثی ثابت بود اگر فرض کنیم که پریود سیگنال مثلثی TS باشد پریود را ضرب در يك عدد ثابت n کرده و سپس بازه به دست آمده را به نام T_i ها ($i=1, \dots, n$) تقسیم می کنیم این تقسیم به گونه ای انجام می شود که مقدار متوسط این بازه های زمانی برابر با TS شود. این رویه از تنوع فرکانسی، منجر می شود که پس از بدست آمدن سیگنالهای مورد نظر برای سوئیچ، ولتاژ خروجی بدست آمده پیوسته شود. در این روش هارمونیکها به باندهای کناری انتقال داده می شوند و مقدار القاء تداخلهای مغناطیسی در مدار (EMI) کاهش می یابد.

کاری از گروه نام الکترونیک
مطالب متنوع در زمینه برق، الکترونیک، کنترل، اتوماسیون صنعتی
www.namelectronic.ir

www.namelectronic.ir