UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



21/10/2017 Titulo: proyecto 3

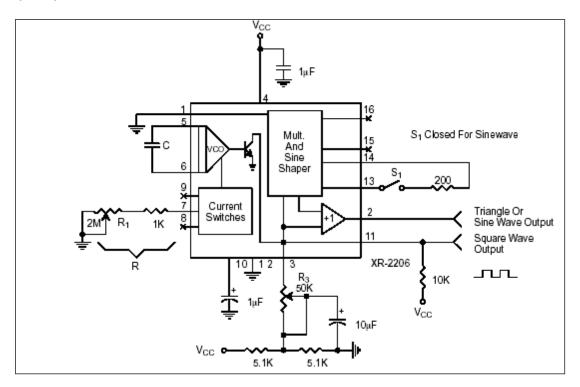
sábado, 21 de octubre de 2017. Ciudad Universitaria. México **TITULO: GENERADOR DE FUNCIONES**

Objetivo: Realizar el diseño de un generador de funciones, deberá generar onda senoidal, onda cuadrada y onda triangular, agregando una tensión de offset a cada señal.

DESARROLLO:

Para nuestro trabajo ocuparemos el circuito integrado XR2206, el cual ya nos genera las señales mencionadas, nuestro trabajo será adecuar estas señales a nuestra necesidad con los conocimientos adquiridos en la materia de circuitos integrados.

El circuito típico para el xr2206 se muestra a continuación:

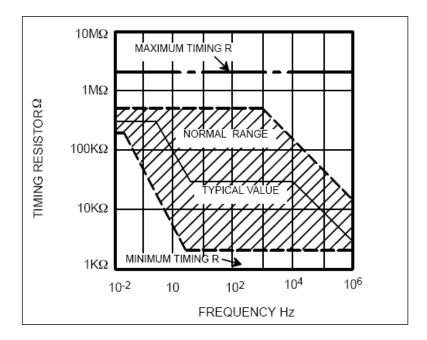


La frecuencia de oscilación es muy fácil de obtener:

La frecuencia de oscilación, fo, es determinada por el capacitor externo, C, a través de las terminales 5 y 6, y por el resistor R, conectados entre las terminales 7 o 8, la frecuencia es dada por:

$$f_0 = \frac{1}{RC}$$

Y puede ser ajustada variando cualquiera de estos elementos, R o C. Los valores recomendados de R, para una frecuencia dada están mostrados en la figura de abajo. Para tener una temperatura óptima se recomienda que la resistencia R este en el siguiente rango. 4 [kΩ] < R < 200 [kΩ].



Con este circuito decidimos implementar un circuito muy útil para lo que deseamos realizar, el cual consiste en amplificar la señal con una etapa no inversora mediante un amplificador operacional y en la terminal negativa agregar la tensión de offset, también sacar una señal de sincronismo como lo tienen los generadores profesionales, esta señal de sincronismo es para conectarla a un osciloscopio y que el osciloscopio tome esta señal para sincronizar y poder observar la señal que se le esta enviando.

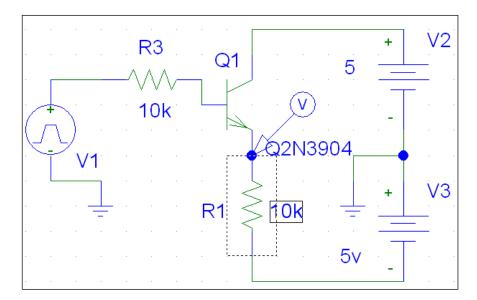
A continuación se presentara los circuitos que consistirá todo el generador.

TREN DE PULSOS

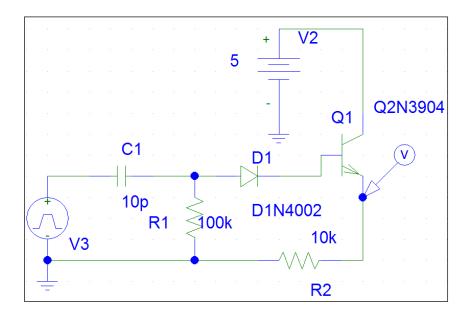
El tren de pulsos es el circuito más sencillo ya que lo genera el mismo xr2206, bastará con obtener la señal de la Terminal 11 del circuito integrado.

ONDA CUADRADA

Para ajustar la señal de onda cuadrada tenemos que tomar la señal de la Terminal 11, y realizar el siguiente circuito que nos dará una parte negativa en la salida, es decir la onda cuadrada, bastará con agregar una fuente de tensión constante negativa:



CIRCUITO DE SINCRONIZACION



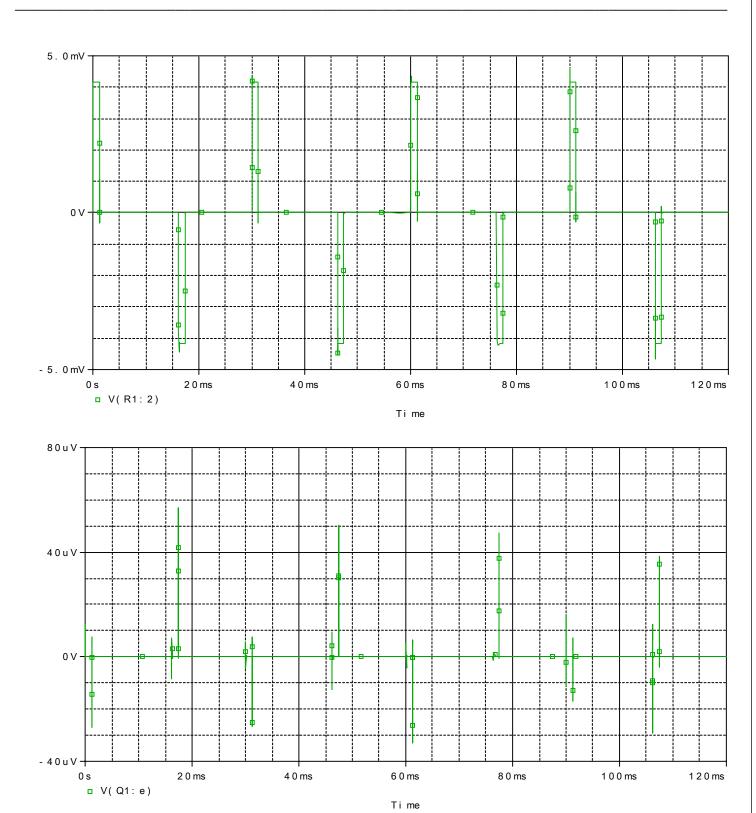
Con este circuito sacaremos el periodo de la señal de salida, y se ocupara para entrada en un osciloscopio para cuando no podemos sincronizar la señal de la fuente.

Este circuito consiste de un derivador, observe el capacitor en la entrada, después con el diodo cortamos la parte negativa, y después acoplamos con un seguidor emisor.

Señal de entrada: 6. 0V 4. 0V 0s 2 0ms 4 0ms 6 0ms 8 0ms 100ms 120ms Ti me

Observemos la simulación.

El derivador trabaja de la siguiente forma, de la teoría de fourier, la derivada de un tren de pulsos nos dan espigas según sea el flanco de bajada o de subida.



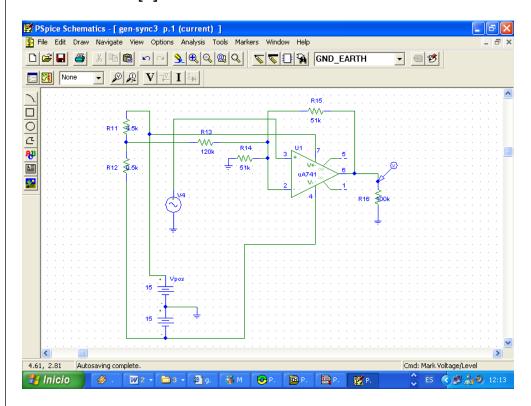
Observe que podemos obtener picos máximos positivos, y con esto el periodo de la señal.

ETAPA AMPLIFICADORA Y DE OFFSET

Cosiste en un amplificador no inversor, pero con ajuste de offset, aquí tomaremos la señal del circuito integrado XR2206 a 1 [Vp], es decir, la ajustaremos hasta este valor para poder acondicionarla mediante nuestro amplificador, tal que podamos amplificarla hasta la fuente simétrica de 12 [V]

21/10/2017

Titulo: proyecto 3



EL divisor que forman R11 y R12 son los que nos dan la tensión de offset,

De manera simplificada, y por superposición:

Vdc=0, Ventrada≠0

$$V_{sal} = \left(1 + \frac{R_F}{R \parallel R_{of}}\right) V_{ent}$$
$$\left(V_{sal}\right)_{\text{max}} = \pm 12 [V]$$

$$\frac{V_{sal}}{V_{ent}} = \left(1 + \frac{50[K\Omega]}{R \parallel R_{of}}\right) = 12$$

$$\left(\frac{50[K\Omega]}{R \parallel R_{of}}\right) = 12 - 1$$

$$\begin{split} &\left(\frac{50\left[K\Omega\right]}{R\parallel R_{of}}\right)^{-1} = \left(12-1\right)^{-1} \\ &R\parallel R_{of} = \frac{50\left[K\Omega\right]}{\left(12-1\right)} \\ &R\parallel R_{of} = \frac{50\left[K\Omega\right]}{\left(11\right)} \end{split}$$

$$R \mid\mid R_{of} = 4.5 [K\Omega]$$

$$R\parallel R_{of}=\frac{RR_{of}}{R+R_{of}}=4.5[K\Omega]$$

$$RR_{of} = (R + R_{of})4.5[K\Omega]$$

$$RR_{of} = (4.5[K\Omega]R + 4.5[K\Omega]R_{of})$$

$$\begin{split} R_{of} &= 10[K\Omega] \\ R(10[K\Omega]) &= \left(4.5[K\Omega]R + 4.5[K\Omega](10[K\Omega])\right) \\ R(10[K\Omega]) &= \left(4.5[K\Omega]R = 4.5[K\Omega](10[K\Omega])\right) \\ 5.5[K\Omega]R &= 4.5[K\Omega](10[K\Omega]) \end{split}$$

$$R = \frac{4.5[K\Omega](10[K\Omega])}{5.5[K\Omega]}$$

$$R = 8.18 [K\Omega]$$

Vdc≠0, Ventrada=0

$$V_{sal} = -\left(\frac{R_F}{R_{of}}\right) V_{DC} + \left(\frac{R_F}{R}\right) (0)$$

$$V_{sal} = -\left(\frac{R_F}{R_{of}}\right) V_{DC}$$

La respuesta completa es:

Titulo: proyecto 3

21/10/2017

$$V_{sal} = \left(1 + \frac{R_F}{R \mid\mid R_{of}}\right) V_{ent} - \left(\frac{R_F}{R_{of}}\right) V_{DC}$$

Para una RF maxima de 50 $[K\Omega]$

$$V_{sal} = \left(1 + \frac{50K\Omega}{4.5K\Omega}\right)V_{ent} - \left(\frac{50K\Omega}{10K\Omega}\right)V_{DC}$$

$$V_{sal} = 12V_{ent} - 5V_{DC}$$

Observe que dependiendo del valor de Vdc, se agregará un offset negativo o un offset positivo, el factor de 5, es un factor muy grande, por lo que al mover el cursor del potenciometro que controla la tensión de DC

Para una RF mínima de $0 [K\Omega]$

$$V_{sal} = \left(1 + \frac{0}{4.5K\Omega}\right)V_{ent} - \left(\frac{0}{10K\Omega}\right)V_{DC}$$

$$V_{sal} = V_{ent}$$

Aunque aquí podemos ver que la señal de offset no es tomada en cuenta, deberemos obtener la señal con offset de 0 [V]

Como vemos, RF que es la que controla la amplitud, no se independiza de la señal de DC, es decir de la de offset, mas sin embargo, podemos variar el divisor de tensión que nos da control de la tension de DC y asi tener un offset deseado.

REHACIENDO CALCULOS:

Hagamos el factor de DC que sea unitario, y calculemos la R para la cual la amplificación es de 12 V.

$$\left(\frac{R_F}{R_{of}}\right) = 1$$

$$R_F = R_{of}$$

Si (RF)max=100 [k Ω]= Rof

Por lo tanto

$$\left(1 + \frac{R_F}{R \parallel R_{of}}\right) = 12$$

$$\left(1 + \frac{100(K\Omega)}{R \parallel 100(K\Omega)}\right) = 12$$

$$\left(\frac{100(K\Omega)}{R \parallel 100(K\Omega)}\right) = 11$$

$$100(K\Omega) = 11(R || 100(K\Omega))$$

$$100(K\Omega) = 11 \left(\frac{R(100(K\Omega))}{R + (100(K\Omega))} \right)$$

$$9.0909(K\Omega) = \left(\frac{R(100(K\Omega))}{R + (100(K\Omega))}\right)$$

$$9.0909(K\Omega)[R + (100(K\Omega))] = R(100(K\Omega))$$

$$[9.0909(K\Omega)R + 9.0909(K\Omega)(100(K\Omega))] = R(100(K\Omega))$$

$$[9.0909(K\Omega)R + 9.0909(K\Omega)(100(K\Omega))] = R(100(K\Omega))$$

$$[+9.0909(K\Omega)(100(K\Omega))] = R(100(K\Omega)) - 9.0909(K\Omega)R$$

$$[+9.0909(K\Omega)(100(K\Omega))] = 90.909[K\Omega]R$$

$$\frac{\left[+9.0909(K\Omega)(100(K\Omega))\right]}{90.909[K\Omega]} = R$$

$$R = 10[k\Omega]$$

Para una RF maxima de 100 $[K\Omega]$

$$V_{sal} = \left(1 + \frac{100K\Omega}{100K\Omega \| 10K\Omega}\right) V_{ent} - \left(\frac{100K\Omega}{100K\Omega}\right) V_{DC}$$

Analizando vemos que hasta que tenga la amplitud máxima de 12 [V], entonces el factor para DC se hace unitario, al comparar estos dos diseños preferimos usar el segundo calculo ya que mientras vaya bajando el valor de 100 [k Ω], el factor es menor a uno, esto nos permite que el potenciómetro

21/10/2017 Autores: Santiago Cruz, Barrera Novella Titulo: proyecto 3

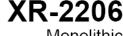
nos de valores pequeños de offset conforme vaya girando la perilla. En cuanto a la amplificación, podemos ver que los valores crecerán muy rápido conforme giremos la perilla de 100 [$k\Omega$].

BIBLIOGRAFÍA

- H. OLFSON The function Generador, CQ, july 1975, pp. 26-28 y 71-72
- F. COUGHLIN Robert, F. DRISCOLL Frederick, Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales, Prentice Hall Hispanoamerica S.A. 1993
- P. HUELSMAN Lawrence, E. TOBEY Gene. <u>Amplificadores operativos Diseño y aplicación</u> 2ª. Impresión, Mc Graw Hill, 1979.

MILLMAN Jacob, CHRISTOS C. Halkias, <u>Electronics: analog and digital circuits and systems</u> Mc Graw-Hill, 1972.

Manual Eagle Manual Pspice



July 1996-2

Monolithic Function Generator



FEATURES

Low-Sine Wave Distortion 0.5%, Typical

 Excellent Temperature Stability 20ppm/°C, Typical

● Wide Sweep Range 2000:1, Typical

Low-Supply Sensitivity 0.01%V, Typical

Linear Amplitude Modulation

TTL Compatible FSK Controls

Wide Supply Range
Adjustable Duty Cycle
10V to 26V
1% TO 99%

APPLICATIONS

- Waveform Generation
- Sweep Generation
- AM/FM Generation
- V/F Conversion
- FSK Generation
- Phase-Locked Loops (VCO)

GENERAL DESCRIPTION

The XR-2206 is a monolithic function generator integrated circuit capable of producing high quality sine, square, triangle, ramp, and pulse waveforms of high-stability and accuracy. The output waveforms can be both amplitude and frequency modulated by an external voltage. Frequency of operation can be selected externally over a range of 0.01Hz to more than 1MHz.

The circuit is ideally suited for communications, instrumentation, and function generator applications requiring sinusoidal tone, AM, FM, or FSK generation. It has a typical drift specification of 20ppm/°C. The oscillator frequency can be linearly swept over a 2000:1 frequency range with an external control voltage, while maintaining low distortion.

ORDERING INFORMATION

Part No.	Package	Operating Temperature Range
XR-2206M	CDIP	-55°C to +125°C
XR-2206P	PDIP	0°C to +70°C
XR-2206CP	PDIP	0°C to +70°C
XR-2206D	SOIC (JEDEC)	0°C to +70°C Only in Wide Body .3"



21/10/2017 Titulo: proyecto 3

XR-2206



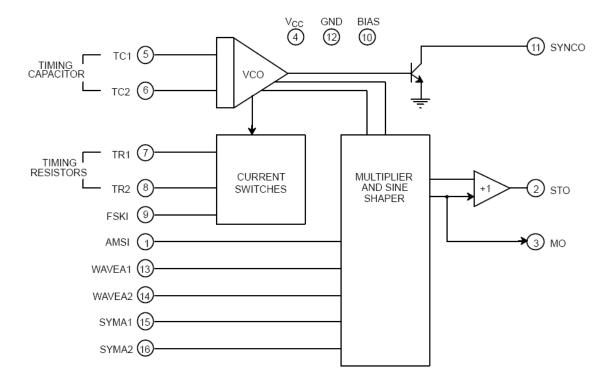
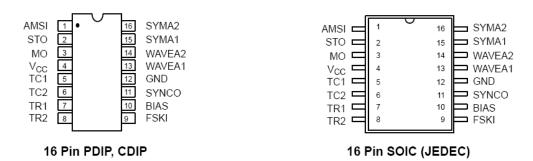


Figure 1. XR-2206 Block Diagram.

Titulo: proyecto 3



XR-2206



PIN DESCRIPTION

Pin#	Symbol	Туре	Description
1	AMSI	-	Amplitude Modulating Signal Input.
2	STO	0	Sine or Triangle Wave Output.
3	MO	0	Multiplier Output.
4	Vcc	-	Positive Power Supply.
5	TC1	- 1	Timing Capacitor Input.
6	TC2	- 1	Timing Capacitor Input.
7	TR1	0	Timing Resistor 1 Output.
8	TR2	0	Timing Resistor 2 Output.
9	FSKI	1	Frequency Shift Keying Input.
10	BIAS	0	Internal Voltage Reference.
11	SYNCO	0	Sync Output. This output is a open collector and needs a pull up resistor to $V_{\rm CC}$.
12	GND	-	Ground pin.
13	WAVEA1	1	Wave Form Adjust Input 1.
14	WAVEA2	- 1	Wave Form Adjust Input 2.
15	SYMA1	ı	Wave Symetry Adjust 1.
16	SYMA2	1	Wave Symetry Adjust 2.

21/10/2017 Titulo: proyecto 3

XR-2206



DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test Conditions: Test Circuit of Figure 2. Vcc = 12V, T_A = 25°C, C = 0.01 μ F, R_1 = 100 $k\Omega$, R_2 = 10 $k\Omega$, R_3 = 25 $k\Omega$ unless otherwise specified. S_1 open for triangle, closed for sine wave.

	XR-2206M		XR-2206C					
PARAMETERS	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	UNITS	CONDITIONS
GENERAL CHARACTERISTICS								
Single Supply Voltage	10		26	10		26	V	
Split-Supply Voltage	<u>+</u> 5		<u>+</u> 13	<u>+</u> 5		<u>+</u> 13	V	
Supply Current		12	17		14	20	mA	$R_1 \geq 10k\Omega$
OSCILLATOR SECTION								
Max. Operating Frequency	0.5	1		0.5	1		MHz	C = 1000pF, $R_1 = 1k\Omega$
Lowest Practical Frequency		0.01			0.01		Hz	C = $50\mu F$, R ₁ = $2M\Omega$
Frequency Accuracy		<u>+</u> 1	<u>+</u> 4		<u>+</u> 2		% of f _o	f ₀ = 1/R ₁ C
Temperature Stability Frequency		<u>+</u> 10	<u>+</u> 50		<u>+</u> 20		ppm/°C	$0^{\circ}C \le T_{A} \le 70^{\circ}C$ $R_1 = R_2 = 20k\Omega$
Sine Wave Amplitude Stability		4800			4800		ppm/°C	See Note 2.
Supply Sensitivity		0.01	0.1		0.01		%/V	V_{LOW} = 10V, V_{HIGH} = 20V, R ₁ = R ₂ = 20k Ω
Sweep Range	1000:1	2000:1			2000:1		f _H = f _L	$f_H @ R_1 = 1k\Omega$ $f_L @ R_1 = 2M\Omega$
Sweep Linearity							•	
10:1 Sweep		2			2		%	f _L = 1kHz, f _H = 10kHz
1000:1 Sweep		8			8		%	f _L = 100Hz, f _H = 100kHz
FM Distortion		0.1			0.1		%	±10% Deviation
Recommended Timing Components								
Timing Capacitor: C	0.001		100	0.001		100	μF	Figure 5.
Timing Resistors: R ₁ & R ₂	1		2000	1		2000	kΩ	
Triangle Sine Wave Output				•				See Note 1, Figure 3.
Triangle Amplitude		160			160		mV/kΩ	Figure 2., S ₁ Open
Sine Wave Amplitude	40	60	80		60		mV/kΩ	Figure 2., S ₁ Closed
Max. Output Swing		6			6		∨р-р	
Output Impedance		600			600		Ω	
Triangle Linearity		1			1		%	
Amplitude Stability		0.5			0.5		dB	For 1000:1 Sweep
Sine Wave Distortion								
Without Adjustment		2.5			2.5		%	$R_1 = 30k\Omega$
With Adjustment		0.4	1.0		0.5	1.5	%	See Figure 7. and Figure 8.

Note: Bold face parameters are covered by production test and guaranteed over operating temperature range.





XR-2206

	XR-2206M		XR-2206C					
PARAMETERS	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	UNITS	CONDITIONS
Amplitude Modulation	•	•	•	•	•	•	•	
Input Impedance	50	100		50	100		kΩ	
Modulation Range		100			100		%	
Carrier Suppression		55			55		dB	
Linearity		2			2		%	For 95% modulation
Square-Wave Output								
Amplitude		12			12		∨p-p	Measured at Pin 11.
Rise Time		250			250		nsec	C _L = 10pF
Fall Time		50			50		nsec	C _L = 10pF
Saturation Voltage		0.2	0.4		0.2	0.6	V	I _L = 2mA
Leakage Current		0.1	20		0.1	100	μΑ	V _{CC} = 26V
FSK Keying Level (Pin 9)	0.8	1.4	2.4	0.8	1.4	2.4	V	See section on circuit controls
Reference Bypass Voltage	2.9	3.1	3.3	2.5	3	3.5	V	Measured at Pin 10.

Note 1: Output amplitude is directly proportional to the resistance, R_3 , on Pin 3. See Figure 3. **Note 2:** For maximum amplitude stability, R_3 should be a positive temperature coefficient resistor.

Specifications are subject to change without notice

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Power Supply	Total Timing Current 6mA
Power Dissipation	Storage Temperature65°C to +150°C
Derate Above 25°C 5mW/°C	

SYSTEM DESCRIPTION

The XR-2206 is comprised of four functional blocks; a voltage-controlled oscillator (VCO), an analog multiplier and sine-shaper; a unity gain buffer amplifier; and a set of current switches.

The VCO produces an output frequency proportional to an input current, which is set by a resistor from the timing

terminals to ground. With two timing pins, two discrete output frequencies can be independently produced for FSK generation applications by using the FSK input control pin. This input controls the current switches which select one of the timing resistor currents, and routes it to the VCO.

21/10/2017 Autores: Santiago Cruz, Barrera Novella Titulo: proyecto 3

Sine Wave Generation

Without External Adjustment:

Figure 11. shows the circuit connection for generating a sinusoidal output from the XR-2206. The potentiometer, R₁ at Pin 7, provides the desired frequency tuning. The maximum output swing is greater than V+/2, and the typical distortion (THD) is < 2.5%. If lower sine wave distortion is desired, additional adjustments can be provided as described in the following section.

The circuit of Figure 11. can be converted to split-supply operation, simply by replacing all ground connections with V-. For split-supply operation, R₃ can be directly connected to ground.

Output DC Level Control:

The dc level at the output (Pin 2) is approximately the same as the dc bias at Pin 3. In Figure 11., Figure 12. and Figure 13., Pin 3 is biased midway between V+ and ground, to give an output dc level of $\approx V^+/2$.

With External Adjustment:

The harmonic content of sinusoidal output can be reduced to -0.5% by additional adjustments as shown in Figure 12. The potentiometer, RA, adjusts the sine-shaping resistor, and R_B provides the fine adjustment for the waveform symmetry. The adjustment procedure is as follows:

- Set R_B at midpoint and adjust R_A for minimum distortion.
- 2. With R_A set as above, adjust R_B to further reduce

Triangle Wave Generation

The circuits of Figure 11. and Figure 12. can be converted to triangle wave generation, by simply open-circuiting Pin 13 and 14 (i.e., S₁ open). Amplitude of the triangle is approximately twice the sine wave output.

UNAM. Facultad de Ingeniería Autores: Santiago Cruz, Barrera Novella

Autores: Santiago Cruz, Barrera Novella Titulo: proyecto 3

21/10/2017

Output Amplitude:

Maximum output amplitude is inversely proportional to the external resistor, R_3 , connected to Pin 3 (see *Figure 3.*) For sine wave output, amplitude is approximately 60mV peak per $k\Omega$ of R_3 ; for triangle, the peak amplitude is approximately 160mV peak per $k\Omega$ of R_3 . Thus, for example, R_3 = 50 $k\Omega$ would produce approximately 13V sinusoidal output amplitude.