

Esame di stato

Generatore di Funzioni



RAGNOLI MATTIA 5BZ
BOSETTI GABRIELE 5BZ

Generatore di funzioni



Nel realizzare questo progetto abbiamo tenuto conto di tutte le caratteristiche di cui, qualsiasi tecnico in elettronica, desidera sia dotato un perfetto generatore di funzione.

Per questo motivo abbiamo sostituito la manopola graduata, che non sempre risulta essere precisa, con un frequenzimetro digitale in grado di indicare esattamente la frequenza generata.

Inoltre, per poter controllare qualsiasi progetto digitale, alle normali onde sinusoidali, triangolari e quadre, tutte alternate, in altre parole con lo zero rispetto alla massa, (le semionde positive o negative raggiungono la polarità opposta passando sempre dallo zero di massa), abbiamo aggiunto anche due onde impulsive al livello logico TTL, cioè un segnale che partendo dagli 0 volt raggiunge un livello massimo di 5 volt.

Abbiamo infine inserito, oltre alla sintonia manuale, uno SWEEP, un BURST ed un deviatore, per modulare in ampiezza il segnale generato.

Non manca l'uscita di sincronismo per l'oscilloscopio e un rivelatore a doppia semionda, per controllare visivamente la banda passante di un qualsiasi pre-amplificatore Hi-fi di un finale di potenza, di un controllo di tono, oppure per verificare la frequenza di taglio di un filtro qualsiasi.

Le caratteristiche tecniche di questo generatore sono:

4 gamme di frequenza

Escursione totale da 1Hz a 100 KHz

Distorsione Max 0.3%

Max. ampiezza d'uscita 10 V/pp

Forme d'onda

Sinusoidale, Triangolare e quadra

Quadra a livello TTL

Impulsiva a livello TTL

Funzioni d'uscita:

Sweep da 0.3Hz a 20 Hz

Burst da 0.3Hz a 20 Hz

Modulazione AM da 0 a 100

Dando un'occhiata allo schema elettrico possiamo dire che il "cuore" di tutto il circuito è l'integrato IC. 3, un XR. 2206 della exar, che da solo è in grado di generare le tre forme d'onda richieste, sinusoidale, triangolare, quadra, che con circuiti esterni potremo modulare in frequenza, in ampiezza, o ad intervalli costanti per ottenere treni di forme d'onda diverse.

Anche se l'XR. 2206 è il componente principale del nostro generatore è evidente che senza la serie d'integrati, transistor e circuiti di commutazione che gli fanno da contorno, tale integrato rimarrebbe del tutto inattivo.

Collegando ai piedini 5-6 del commutatore S4 una delle quattro C6-C7-C8 e C9 consente di ottenere quattro gamme di frequenza così suddivise.

C6 da 1Hz a 100 Hz

C7 da 10Hz a 1KHz

C8 da 100Hz a 10KHz

C9 da 1000Hz a 100KHz

Per sintonizzare il generatore da un estremo all'altro della gamma prescelta dal commutatore S4, è sufficiente variare la corrente d'assorbimento del piedino 7 e tale operazione la possiamo effettuare in due modi:

Manualmente, ruotando il potenziometro multigiri R24;

Automaticamente, ruotando il commutatore S3 dalla posizione manuale alla posizione Sweep.

La funzione Manuale sarà utile per prelevare dal generatore una ben determinata frequenza, ad esempio di 100-101-106 Hz, oppure di 8.324-8.500-8.960 Hz, di 11.000-12.325-75.800 Hz ecc, come normalmente si fa con qualsiasi generatore di BF.

La funzione automatica consente invece di prelevare sull'uscita tutta la gamma prescelta "Sweepata" così che, commutando S4 sulla prima portata, in uscita avremo in progressione 1-2-3-4-5 Hz ecc fino a 100 Hz, sulla seconda portata, partendo dalla frequenza minima di 10 Hz si raggiungerà il massimo di 1000 Hz, e lo stesso dicasi per le altre due portate superiori, fino a raggiungere un massimo di 100 KHz .

Queste frequenze Sweepate ci consentiranno di controllare sullo schermo dell'oscilloscopio la risposta in frequenza di un amplificatore, di verificare l'azione dei controlli di tono, la banda passante di eventuali filtri.

Il fet FT1, collegato ai piedini 5-6 di IC. 3, si servirà per ottenere la funzione di Burst, cioè per ricavare dei treni d'onda che, ci consentiranno di verificare il comportamento di qualsiasi rete di controreazione di un qualsiasi amplificatore.

Chiudendo l'interruttore S2A, sul gate di tale fet giungerà il segnale ad onda quadra generato dall'integrato LM. 358, che nello schema elettrico risulta siglato con IC4-A e IC4-B.

In presenza delle semionde positive, il fet si porterà in conduzione, cortocircuitando così i piedini 5-6 dell'integrato XR. 2206 che, ovviamente, cesserà di oscillare, per riprendere il suo normale funzionamento quando sul gate del fet giungeranno le semionde negative.

Per quanto riguarda l'integrato LM. 358, precisiamo che l'operazione IC4-B viene sfruttato come generatore di onde triangolari, la cui frequenza potrà variare da un minimo di 0.3 Hz a un massimo di 20 Hz circa, ruotando da un estremo all'altro il potenziometro R21 indicato con "Sweep".

L'operazionale IC4-A viene invece utilizzato come "squadratore", pertanto, sulla sua uscita (piedino 7) preleveremo un segnale ad onda quadra che, applicato al gate del fet FT1, genererà la funzione di "Burst".

Poiché il frequenzimetro digitale, in funzione "Burst", non è in grado di misurare la frequenza generata, tramite S2B verrà bloccato il suo funzionamento.

Questo segnale ad onda quadra ci serve anche per ottenere un segnale di sincronismo per l'oscilloscopio, quindi, tramite la resistenza R5 verrà portato sulla boccia indicata "uscita sincr."

Il segnale ad onda triangolare, presente invece sul piedino 1 di uscita di IC4-B, sarà utile per swippare, tramite S3, la gamma da noi prescelta.

Come potrete constatare, quando il triplo deviatore S3-A, S3-B ed S3-C verrà ruotato dalla posizione Manuale alla posizione di Sweep, l'ingresso non invertente (piedino 3) di IC1-B verrà scollegato dal potenziometro multigiri R24 e collegato all'uscita (piedino 1) del generatore IC4-B di onde triangolari.

Sull'uscita di IC1-B (piedino 1) avremo una tensione che varierà da un minimo di -12 volt ad un massimo di -9 volt e, di conseguenza, risultando questa uscita collegata, tramite la resistenza R26 da 10 Kohm, al piedino 7 dell'integrato XR. 2206 varierà la corrente di assorbimento e, automaticamente, varierà la frequenza generata.

La tensione presente sull'uscita di IC1-B verrà anche inviata, tramite la sezione B del commutatore S3, sull'ingresso "invertente" (piedino 6 di IC1-A), per ricavare così un'onda triangolare necessaria a "swippare" l'ingresso dell'oscilloscopio.

A questo punto e' ovvio domandarsi a cosa serva l'operazionale IC1-A che, ricevendo sull'ingresso un'onda triangolare da IC1-B, la restituisce perfettamente identica sulla sua uscita.

A tale interrogativo rispondiamo subito dicendo che l'onda triangolare fornita in uscita da IC1-B presenta lo svantaggio di variare da un minimo di -12 volt ad un massimo di -9 volt, mentre per un oscilloscopio ci serve un onda triangolare che da un massimo di 1.5 volt positivi, passando dallo 0, raggiunga un minimo di 1.5 volt negativi.

La funzione di IC1-A e' appunto quella di trasformare questa onda triangolare negativa in un onda simmetrica rispetto alla massa.

Il deviatore S1, visibile in alto a sinistra nello schema elettrico, se dalla posizione EXT viene posto in posizione INTERNA, ci permetterà di modulare in AMPIEZZA il segnale di BF e questa funzione si rileverà estremamente utile per controllare la dinamica di un qualsiasi amplificatore o compressore.

A questo punto, possiamo volgere lo sguardo al lato destro dello schema elettrico.

Partendo dall'alto verso il basso, noteremo subito i deviatori S5-A1, S5-A2, S5-B, S5-C, che ci permetteranno di prelevare da IC3 le tre diverse forme d'onda:

Chiudendo S5-A1 e S5-A2
Preleveremo le ONDE SINUSOIDALI.
Chiudendo S5-B

Preleveremo le ONDE TRIANGOLARI.
Chiudendo S5-C
Preleveremo le ONDE QUADRE.

Poiché l'ampiezza di questi segnali risulterebbe insufficiente per qualsiasi uso pratico, e' necessario amplificarla a tale scopo un operazionale si tipo TL. 081, siglato IC5, che a sua volta piloterà uno stadio finale di potenza a simmetria complementare, indicato nello schema elettrico con le sigle TR2 e TR3.

Con tale stadio riusciremo ad ottenere in uscita le tre forma d'onda con un'ampiezza massima di 10 V/pp perfettamente simmetriche, vale a dire che, rispetto allo 0 (cioè alla massa), avremo un segnale che raggiungerà sul bocchettone di uscita un massimo di 5 volt positivi ed un minimo di 5 volt negativi.

Poiché questo generatore verrà utilizzato anche per pre-amplificatori che necessitano di segnali di ingresso di pochi millivolt, abbiamo inserito sull'uscita un attenuatore (vedi S7), che limiterà l'ampiezza di circa 20dB, vale a dire potremo ottenere in un uscita 1volt massimo, anziché 10.

Il potenziometro R49 ci permetterà infine di attenuare manualmente il livello d'uscita da un minimo di 0volt ad un massimo di 1 volt, per poterlo così adattare alla sensibilità d'ingresso dell'apparato che vorremmo controllare.

Poiché tale generatore deve essere in grado di fornire anche segnali di onda quadra o impulsivi, compatibili TTL, per pilotare o controllare, qualsiasi apparecchiatura digitale, abbiamo aggiunto al circuito uno stadio supplementare.

Descrizione XR. 2206

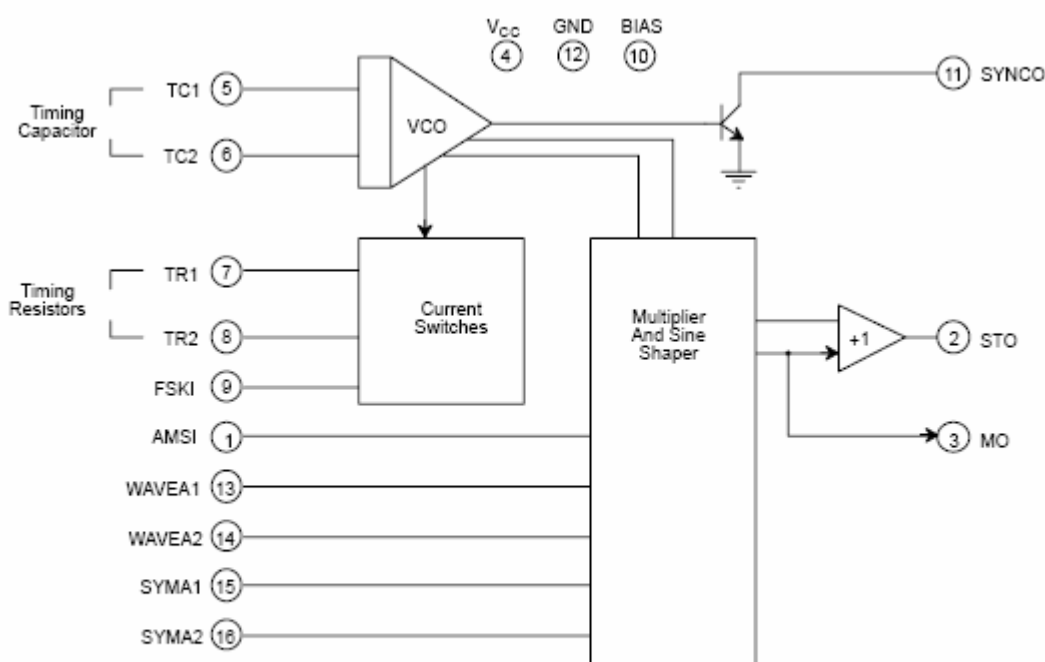
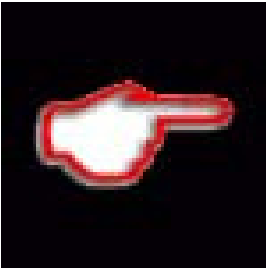


Figure 1. XR-2206 Block Diagram

GRANDEZZE CARATTERISTICHE DELLE ONDE

Cerchiamo ora di mettere ordine ai concetti e di dare un nome alle varie grandezze caratteristiche di queste onde:

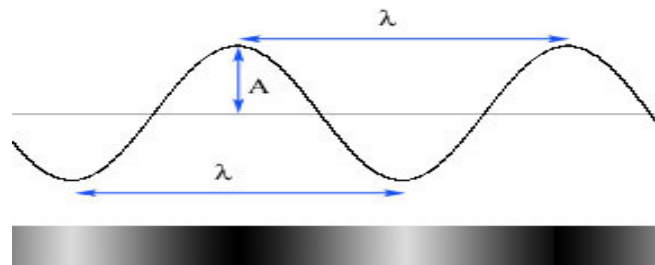


- **frequenza:** il numero di volte che il corpo oscilla in un secondo, e quindi anche il numero di onde generate in un secondo. Viene misurata in Hertz [Hz], appunto cicli al secondo, e indicata spesso con una f . Come già detto, le differenze di frequenza

vengono interpretate dall'orecchio/cervello come differenze di tonalità.

- **velocità:** concetto abbastanza intuitivo, i metri di spazio attraversati in un secondo. La velocità dipende dal materiale in cui si diffondono le onde e dalla temperatura. Per esempio, nell'aria a 10 gradi centigradi la velocità é di 337 m/s, nell'acqua é mediamente 5 volte tanto, nell'acciaio e nel cemento é quasi 10 volte tanto. La velocità é indicata con v .
- **lunghezza d'onda:** la distanza fra due fronti d'onda successivi. Per fronti d'onda intendiamo punti in cui l'onda assume valore massimo, ma potremmo prendere qualsiasi punto in cui le due onde hanno lo stesso valore. Se parliamo di onde acustiche, questa viene di solito misurata in metri o suoi sottomultipli, e indicata con la lettera greca lambda λ .

Queste tre grandezze sono collegate fra loro mediante la seguente formula: $f=v/\lambda$
Noti quindi due parametri si può ricavare il terzo. Ci sono altre due grandezze da ricordare:



periodo: il tempo che intercorre tra due vibrazioni successive del corpo che genera il suono, e quindi il tempo fra la nascita di due onde successive. Viene misurato in secondi, o suoi sottomultipli. É l'inverso della frequenza. Per una frequenza x , il periodo é $1/x$. Ovviamente vale il viceversa.

ampiezza: é l'unica grandezza slegata dal tempo. É legata alla potenza e all'intensità delle onde, e indica il massimo spostamento dall'asse orizzontale. Mentre le variazioni di frequenza vengono interpretate come suoni di tonalità diversa, l'ampiezza viene interpretata dall'orecchio come volume. L'ampiezza viene indicata spesso con A..

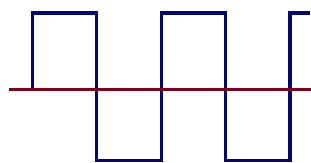
LA SINUSOIDE

La sinusoide é una funzione periodica, cioè assume, a intervalli regolari di tempo, lo stesso valore, e schematizza per noi la rarefazione e compressione dell'aria (striscia sfumata al di sotto). I massimi dell'onda sono i punti in cui la compressione é massima, il contrario per i minimi. I punti dell'asse orizzontale corrispondono agli zeri, ovvero i punti in cui si passa da rarefazione a compressione e viceversa, insomma i punti in cui l'aria é inalterata rispetto alle condizioni normali. Il suono, nella maggior parte dei casi, deriva dalla somma di vari **armonici**, ovvero varie onde sinusoidali semplici. Nella prossima pagina cercheremo di capire meglio la questione.

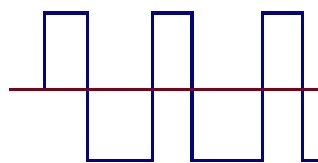
ONDA QUADRA

L'onda quadra è praticamente una forma d'onda che passa da uno stato all'altro di tensione, a intervalli regolari, in un tempo molto breve. Viene utilizzata normalmente per provare amplificatori (perché questo tipo di segnale contiene in se stesso tutte le frequenze). Moltissime apparecchiature elettroniche utilizzano questo tipo di segnali, fondamentalmente come clock o timer.

La forma d'onda rettangolare si differenzia dalla quadra perché varia l'intervallo di tempo in cui la tensione permane a livello alto e basso. Questo tipo di segnali sono molto utilizzati per analizzare circuiti digitali.



Onnda quadra

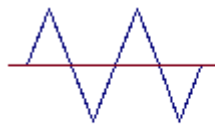


Onnda rettangolare

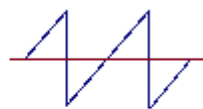
ONDA TRIANGOLARE

L'onda triangolare viene utilizzata in circuiti destinati a controllare la tensione linearmente, come potrebbe essere ad esempio la deflessione orizzontale di un oscilloscopio analogico. La transizione passa da un livello minimo ad un livello massimo del segnale ad un ritmo costante. Questa transizione viene denominata

rampa. La forma d'onda a dente di sega è un particolare caso di segnale triangolare con una rampa discendente molto più ripida di quella ascendente.



Onda triangolare



Onda a dente di sega

Function Generator

A Function Generator permits to obtain Sinusoidal, Triangular, Square waves and signal at the output compatible to TTL integrated circuit .

The function generator permits to show, on a monitor of any oscilloscope, the response curve of several filters, passing band of any pre-amplifier or of power final stage.

Technical Data:

- Full Range..... From 1Hz to 100KHz
- Max. Distortion..... 0.3%v/pp
- Max. output amplitude..... 10 V/pp

Waves forms:

- Sinusoidal, Triangular, Square
- Square at TTL level
- Impulsive at TTL level

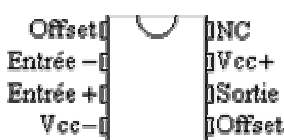
Output Functions:

- Sweep..... From 0.3 Hz to 20 Hz
- Burst..... From 0.3 Hz to 20 Hz
- AM modulation..... From 0 to 100%

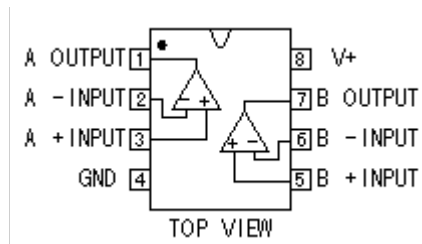
The main components are:

- XR. 2206, an integrated circuit that creates three wave forms (Sinusoidal, Triangular, Square)
- The S4 switch permits to change frequency from 1 Hz to 100 KHz
- The LM. 358 is used together with the XR. 2206 for:
 1. Triangular waves generator
 2. Square waves generator
- The TL 081 drives the power final stage

TL081



LM358



XR. 2206



FEATURES

- Low-Sine Wave Distortion, 0.5%, Typical
- Excellent Temperature Stability, 20ppm/°C, Typ.
- Wide Sweep Range, 2000:1, Typical
- Low-Supply Sensitivity, 0.01%V, Typ.
- Linear Amplitude Modulation
- TTL Compatible FSK Controls
- Wide Supply Range, 10V to 26V
- Adjustable Duty Cycle, 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	16 Lead 300 Mil CDIP	-55°C to +125°C
XR-2206P	16 Lead 300 Mil PDIP	-40°C to +85°C
XR-2206CP	16 Lead 300 Mil PDIP	0°C to +70°C
XR-2206D	16 Lead 300 Mil JEDEC SOIC	0°C to +70°C

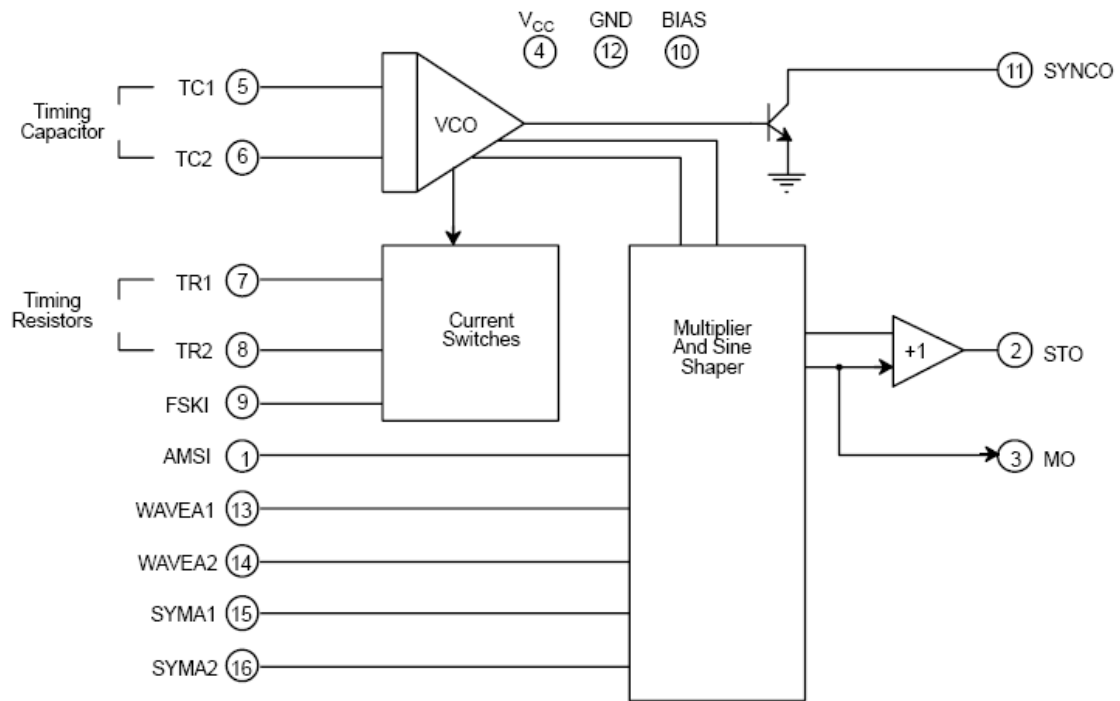
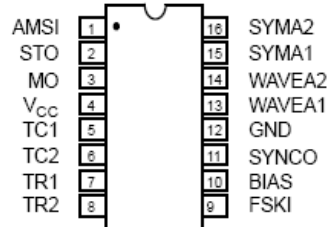
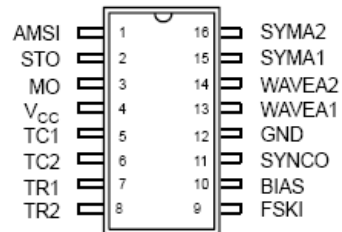


Figure 1. XR-2206 Block Diagram



16 Lead PDIP, CDIP (0.300")



16 Lead SOIC (Jedec, 0.300")

PIN DESCRIPTION

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

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test Conditions: Test Circuit of *Figure 2* $V_{CC} = 12V$, $T_A = 25^\circ C$, $C = 0.01\mu F$, $R_1 = 100k\Omega$, $R_2 = 10k\Omega$, $R_3 = 25k\Omega$
 Unless Otherwise Specified. S_1 open for triangle, closed for sine wave.

Parameters	XR-2206M/P			XR-2206CP/D			Units	Conditions
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
General Characteristics								
Single Supply Voltage	10		26	10		26	V	
Split-Supply Voltage	±5		±13	±5		±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		±1	±4		±2		% of f_0	$f_0 = 1/R_1C$
Temperature Stability Frequency		±10	±50		±20		ppm/°C	$0^\circ C \leq T_A \leq 70^\circ C$ $R_1 = R_2 = 20k\Omega$
Sine Wave Amplitude Stability ²		4800			4800		ppm/°C	
Supply Sensitivity		0.01	0.1		0.01		%/V	$V_{LOW} = 10V$, $V_{HIGH} = 20V$, $R_1 = R_2 = 20k\Omega$
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	<i>Figure 5</i>
Timing Resistors: R_1 & R_2	1		2000	1		2000	kΩ	
Triangle Sine Wave Output¹								<i>Figure 3</i>
Triangle Amplitude		160			160		mV/kΩ	<i>Figure 2</i> , S_1 Open
Sine Wave Amplitude	40	60	80		60		mV/kΩ	<i>Figure 2</i> , S_1 Closed
Max. Output Swing		6			6		Vp-p	
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 <i>Figure 7</i> and <i>Figure 8</i>

Notes

¹ Output amplitude is directly proportional to the resistance, R_3 , on Pin 3. See *Figure 3*.

² For maximum amplitude stability, R_3 should be a positive temperature coefficient resistor.

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

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (CONT'D)

Parameters	XR-2206M/P			XR-2206CP/D			Units	Conditions
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
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		Vp-p	Measured at Pin 11.
Rise Time		250			250		ns	$C_L = 10\text{pF}$
Fall Time		50			50		ns	$C_L = 10\text{pF}$
Saturation Voltage		0.2	0.4		0.2	0.6	V	$I_L = 2\text{mA}$
Leakage Current		0.1	20		0.1	100	μA	$V_{CC} = 26\text{V}$
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.

Notes

¹ Output amplitude is directly proportional to the resistance, R_3 , on Pin 3. See Figure 3.

² For maximum amplitude stability, R_3 should be a positive temperature coefficient resistor.

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

Specifications are subject to change without notice

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Power Supply	26V	Total Timing Current	6mA
Power Dissipation	750mW	Storage Temperature	-65°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.

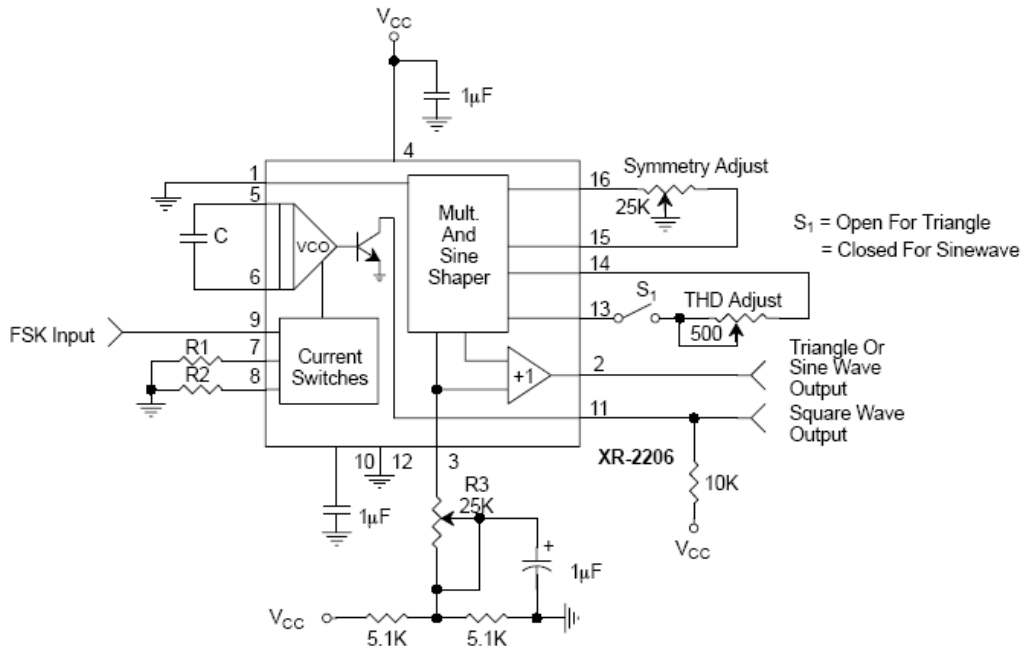


Figure 2. Basic Test Circuit

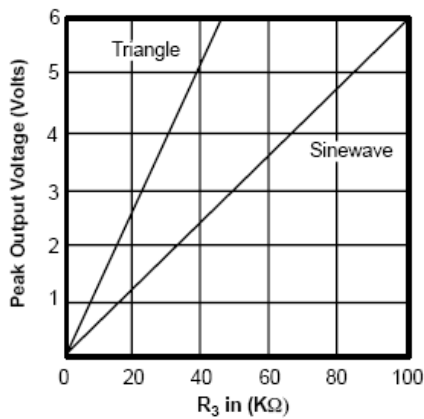


Figure 3. Output Amplitude as a Function of the Resistor, R_3 , at Pin 3

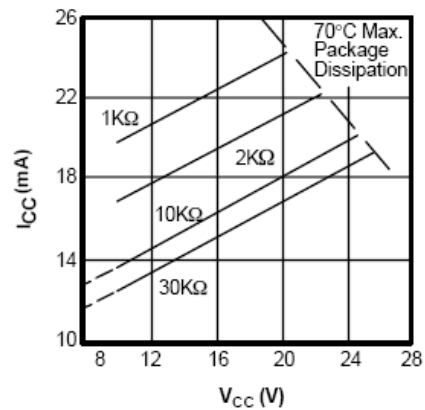


Figure 4. Supply Current vs Supply Voltage, Timing, R

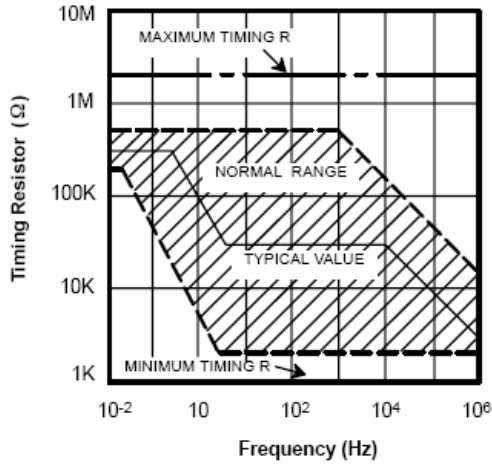


Figure 5. R versus Oscillation Frequency.

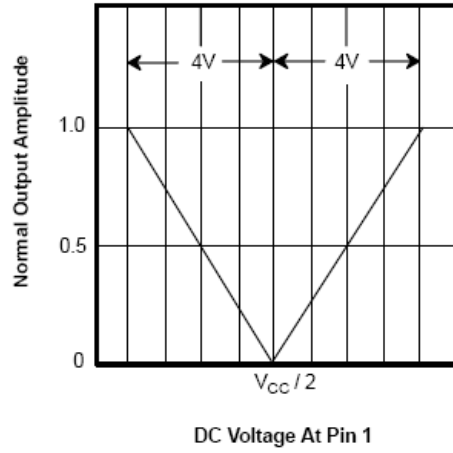


Figure 6. Normalized Output Amplitude versus DC Bias at AM Input (Pin 1)

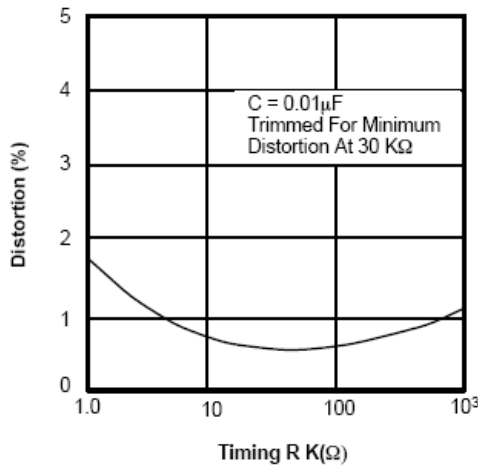


Figure 7. Trimmed Distortion versus Timing Resistor.

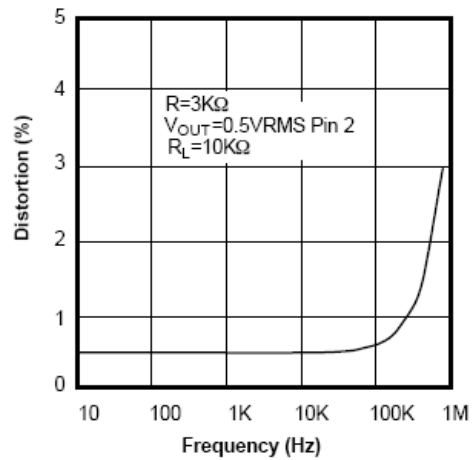


Figure 8. Sine Wave Distortion versus Operating Frequency with Timing Capacitors Varied.

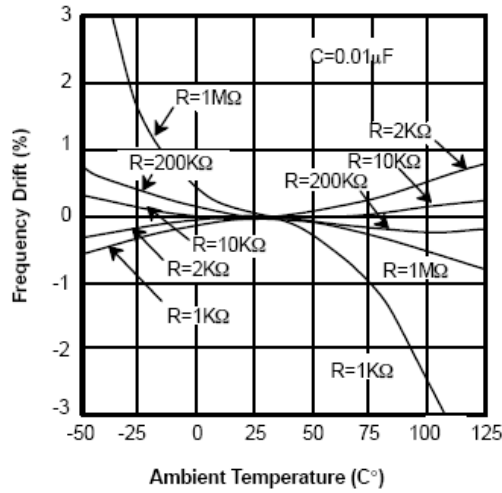


Figure 9. Frequency Drift versus Temperature.

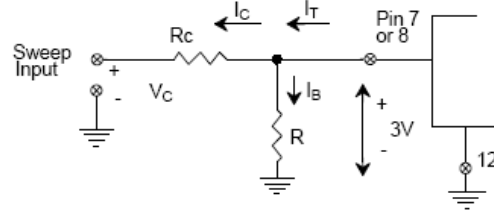


Figure 10. Circuit Connection for Frequency Sweep.

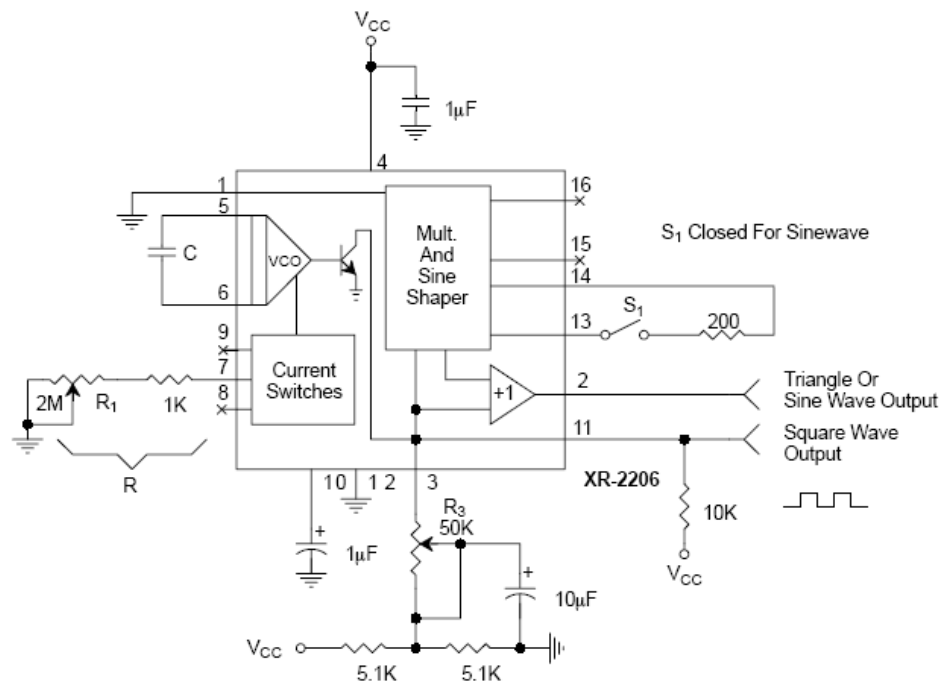


Figure 11. Circuit for Sine Wave Generation without External Adjustment.
(See Figure 3 for Choice of R_3)

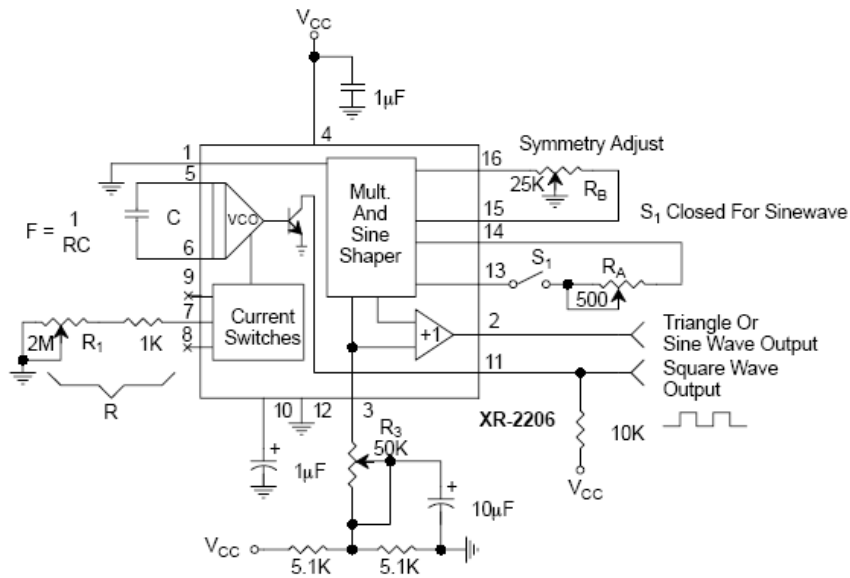


Figure 12. Circuit for Sine Wave Generation with Minimum Harmonic Distortion. (R_3 Determines Output Swing - See Figure 3)

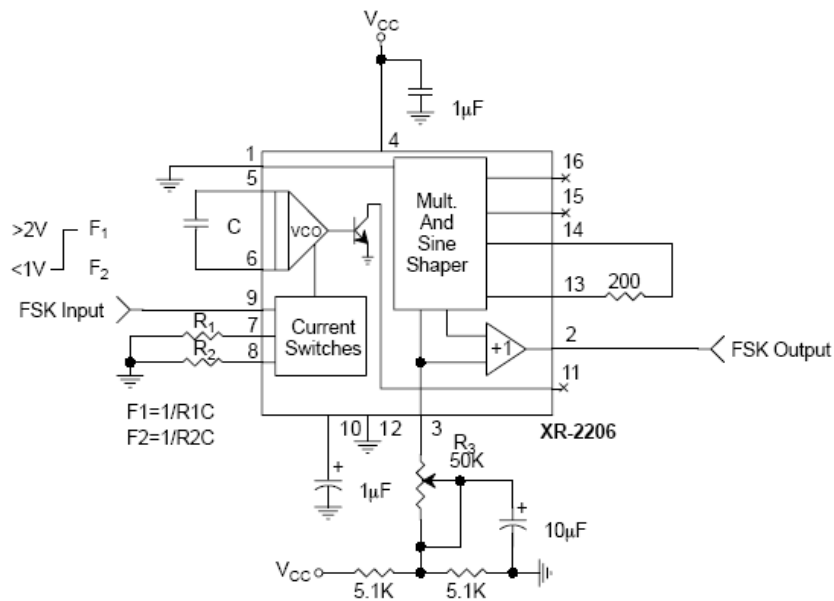


Figure 13. Sinusoidal FSK Generator

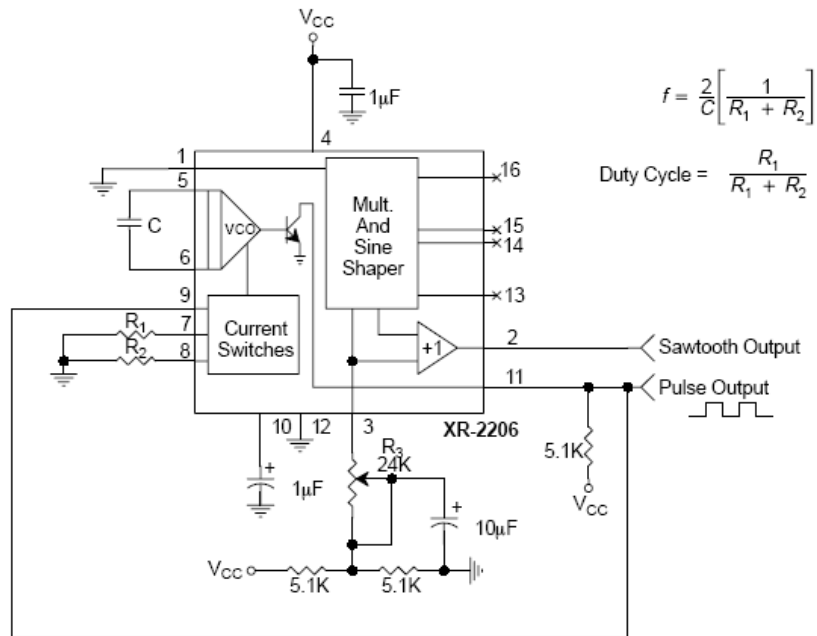


Figure 14. Circuit for Pulse and Ramp Generation.

Frequency-Shift Keying

The XR-2206 can be operated with two separate timing resistors, R_1 and R_2 , connected to the timing Pin 7 and 8, respectively, as shown in *Figure 13*. Depending on the polarity of the logic signal at Pin 9, either one or the other of these timing resistors is activated. If Pin 9 is open-circuited or connected to a bias voltage $\geq 2V$, only R_1 is activated. Similarly, if the voltage level at Pin 9 is $\leq 1V$, only R_2 is activated. Thus, the output frequency can be keyed between two levels. f_1 and f_2 , as:

$$f_1 = 1/R_1C \text{ and } f_2 = 1/R_2C$$

For split-supply operation, the keying voltage at Pin 9 is referenced to V^- .

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 $\approx V^+/2$.

APPLICATIONS INFORMATION

Sine Wave Generation

Without External Adjustment

Figure 11 shows the circuit connection for generating a sinusoidal output from the XR-2206. The potentiometer, R_1 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, R_3 can be directly connected to ground.

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, R_A , adjusts the sine-shaping resistor, and R_B provides the fine adjustment for the waveform symmetry. The adjustment procedure is as follows:

1. 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 distortion.

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., S_1 open). Amplitude of the triangle is approximately twice the sine wave output.

FSK Generation

Figure 13 shows the circuit connection for sinusoidal FSK signal operation. Mark and space frequencies can be independently adjusted by the choice of timing resistors, R_1 and R_2 ; the output is phase-continuous during transitions. The keying signal is applied to Pin 9. The circuit can be converted to split-supply operation by simply replacing ground with V^- .

Pulse and Ramp Generation

Figure 14 shows the circuit for pulse and ramp waveform generation. In this mode of operation, the FSK keying terminal (Pin 9) is shorted to the square-wave output (Pin 11), and the circuit automatically frequency-shift keys itself between two separate frequencies during the positive-going and negative-going output waveforms. The pulse width and duty cycle can be adjusted from 1% to 99% by the choice of R_1 and R_2 . The values of R_1 and R_2 should be in the range of $1k\Omega$ to $2M\Omega$.

PRINCIPLES OF OPERATION

Description of Controls

Frequency of Operation:

The frequency of oscillation, f_o , is determined by the external timing capacitor, C , across Pin 5 and 6, and by the timing resistor, R , connected to either Pin 7 or 8. The frequency is given as:

$$f_o = \frac{1}{RC} \text{ Hz}$$

and can be adjusted by varying either R or C . The recommended values of R , for a given frequency range, as shown in *Figure 5*. Temperature stability is optimum for $4k\Omega < R < 200k\Omega$. Recommended values of C are from $1000pF$ to $100\mu F$.

Frequency Sweep and Modulation:

Frequency of oscillation is proportional to the total timing current, I_T , drawn from Pin 7 or 8:

$$f = \frac{320I_T(\text{mA})}{C(\mu F)} \text{ Hz}$$

Timing terminals (Pin 7 or 8) are low-impedance points, and are internally biased at +3V, with respect to Pin 12. Frequency varies linearly with I_T , over a wide range of current values, from $1\mu A$ to $3mA$. The frequency can be controlled by applying a control voltage, V_C , to the activated timing pin as shown in *Figure 10*. The frequency of oscillation is related to V_C as:

$$f = \frac{1}{RC} \left(1 + \frac{R}{R_c} \left(1 - \frac{V_c}{3} \right) \right) \text{ Hz}$$

where V_C is in volts. The voltage-to-frequency conversion gain, K , is given as:

$$K = \partial f / \partial V_c = -\frac{0.32}{R_c C} \text{ Hz/V}$$

CAUTION: For safety operation of the circuit, I_T should be limited to $\leq 3mA$.

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, $R_3 = 50k\Omega$ would produce approximately 13V sinusoidal output amplitude.

Amplitude Modulation:

Output amplitude can be modulated by applying a dc bias and a modulating signal to Pin 1. The internal impedance

at Pin 1 is approximately 100k Ω . Output amplitude varies linearly with the applied voltage at Pin 1, for values of dc bias at this pin, within 14 volts of $V_{CC}/2$ as shown in Figure 6. As this bias level approaches $V_{CC}/2$, the phase of the output signal is reversed, and the amplitude goes through zero. This property is suitable for phase-shift keying and suppressed-carrier AM generation. Total dynamic range of amplitude modulation is approximately 55dB.

CAUTION: AM control must be used in conjunction with a well-regulated supply, since the output amplitude now becomes a function of V_{CC} .

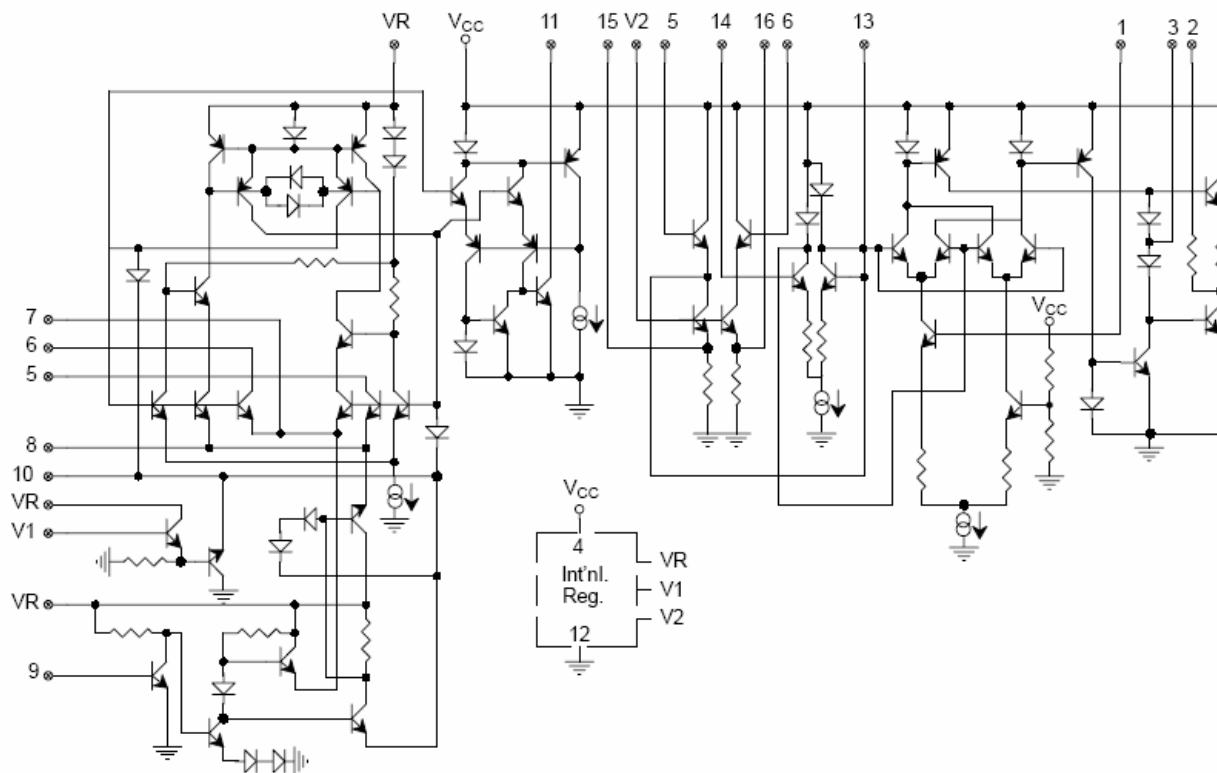
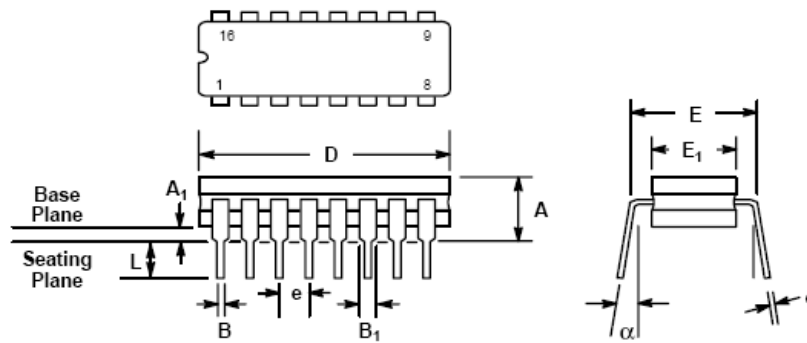


Figure 15. Equivalent Schematic Diagram

**16 LEAD CERAMIC DUAL-IN-LINE
(300 MIL CDIP)**

Rev. 1.00

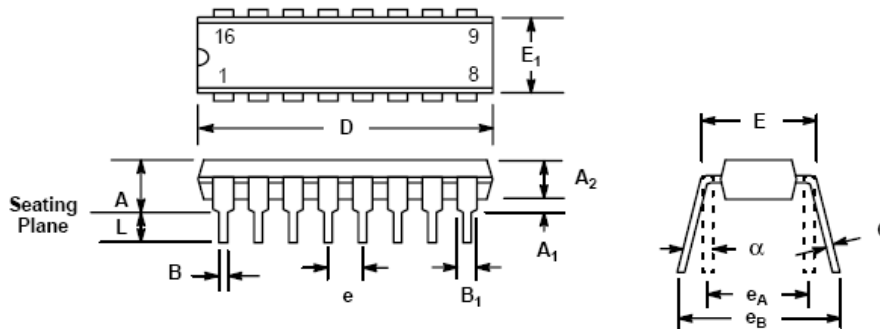


SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.100	0.200	2.54	5.08
A ₁	0.015	0.060	0.38	1.52
B	0.014	0.026	0.36	0.66
B ₁	0.045	0.065	1.14	1.65
c	0.008	0.018	0.20	0.46
D	0.740	0.840	18.80	21.34
E ₁	0.250	0.310	6.35	7.87
E	0.300 BSC		7.62 BSC	
e	0.100 BSC		2.54 BSC	
L	0.125	0.200	3.18	5.08
α	0°	15°	0°	15°

Note: The control dimension is the inch column

16 LEAD PLASTIC DUAL-IN-LINE
(300 MIL PDIP)

Rev. 1.00

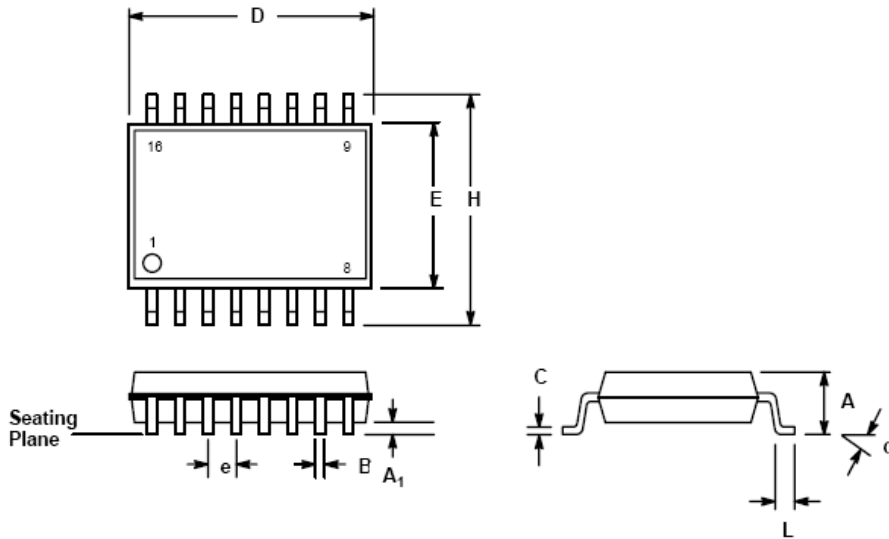


SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.145	0.210	3.68	5.33
A ₁	0.015	0.070	0.38	1.78
A ₂	0.115	0.195	2.92	4.95
B	0.014	0.024	0.36	0.56
B ₁	0.030	0.070	0.76	1.78
C	0.008	0.014	0.20	0.38
D	0.745	0.840	18.92	21.34
E	0.300	0.325	7.62	8.26
E ₁	0.240	0.280	6.10	7.11
e	0.100 BSC		2.54 BSC	
e _A	0.300 BSC		7.62 BSC	
e _B	0.310	0.430	7.87	10.92
L	0.115	0.160	2.92	4.06
α	0°	15°	0°	15°

Note: The control dimension is the inch column

**16 LEAD SMALL OUTLINE
(300 MIL JEDEC SOIC)**

Rev. 1.00



SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.093	0.104	2.35	2.65
A ₁	0.004	0.012	0.10	0.30
B	0.013	0.020	0.33	0.51
C	0.009	0.013	0.23	0.32
D	0.398	0.413	10.10	10.50
E	0.291	0.299	7.40	7.60
e	0.050 BSC		1.27 BSC	
H	0.394	0.419	10.00	10.65
L	0.016	0.050	0.40	1.27
α	0°	8°	0°	8°

Note: The control dimension is the millimeter column