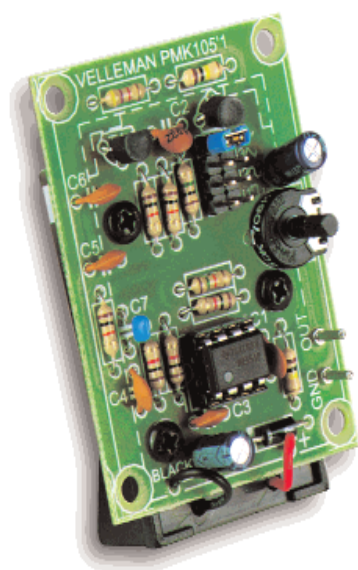


GENERATORE DI SEGNALI A 1 KHz

MK105



Dovete verificare la potenza di uscita o la risposta all'onda quadra di un amplificatore di potenza e non avete il generatore di funzioni? Avete la necessità di pilotare un contatore CMOS? Volete vedere all'oscilloscopio la risposta in frequenza di un filtro? In tutti questi casi può essere utile disporre di un generatore di forma d'onda anche relativamente semplice, qualcosa che costituisca l'alternativa ai costosi generatori di funzioni reperibili in commercio a prezzi che superano sempre qualche centinaio di euro. Se l'esigenza non è quella di spaziare da un punto all'altro della banda audio o generare segnali entro

un ampio spettro, ci si può accontentare di un circuito che produca una sola frequenza e una o più onde elementari: tra queste, non devono mancare la sinusoidale e la quadra, che meglio di tutte si prestano a descrivere, in laboratorio, il comportamento dei circuiti, soprattutto di quelli analogici per il trattamento dell'audio o della radiofrequenza. Il progetto descritto in queste pagine è proprio un generatore di segnali, un semplicissimo oscillatore basilare che, grazie ad una rete passiva, permette di sintetizzare, partendo dall'onda quadra fondamentale, alcuni segnali tra i più usati: sinusoidale, triangolare ed esponenziale (che poi sarebbe un'onda quadra con i fronti smussati). Il tutto, partendo da un integrato tra i più comuni, che costa davvero pochi soldi e fa praticamente tutto quello che gli si chiede: l'NE555. Opportunamente configurato, genera l'onda fondamentale dalla quale poi sono ottenute le altre. Mediante semplici ponticelli, da chiudere con jumper a passo 2,54 mm, si può così scegliere quale segnale mandare allo stadio di uscita. Sostituendo i ponticelli con un commutatore a pulsantiera o rotativo, la scelta

può essere fatta con la massima semplicità e senza perdere tempo; basta aggiungere una manopola per il controllo dell'ampiezza, chiudere il tutto in un bel contenitore plastico da tavolo e si ottiene così un perfetto, seppur limitato, strumento da laboratorio.

Diamo dunque uno sguardo più attento allo schema elettrico, dal quale appare la notevole semplicità del generatore.

IL CIRCUITO ELETTRICO

Il cuore è appunto l'integrato 555, un timer che, a seconda della configurazione, può lavorare come multivibratore monostabile o astabile. Nell'applicazione qui descritta il funzionamento è di quest'ultimo tipo: il chip genera un'onda rettangolare, anzi una quadra, dato che ha un duty-cycle del 50%. La frequenza di lavoro (1000 Hz esatti) dipende strettamente dai valori di R7 e C3, mentre il rapporto tra R1 ed R3 determina le durate di pausa e impulso della forma d'onda. Il segnale prodotto esce dal piedino 3 e raggiunge l'uscita quadra (J1) mediante il partitore resistivo formato da R8 ed R2, inserito per limitare a circa 1 volt e mezzo

I TEST A 1 KHz

Con un segnale alla frequenza di 1 KHz è possibile condurre le prove di laboratorio che servono a definire con buona precisione il comportamento dei circuiti analogici, in special modo filtri e amplificatori di segnale e di potenza. Infatti molti parametri vengono, per convenzione, definiti a 1 KHz: la massima potenza di uscita di un finale, la distorsione armonica, il fattore di smorzamento, le impedenze di ingresso e uscita, la sensibilità... Quindi, pilotando un amplificatore con un'onda sinusoidale a 1 KHz possiamo definire la potenza erogata su un altoparlante, ad esempio da 8 ohm, certi di ottenere un parametro, un termine di paragone con tutti gli altri prodotti (testati seriamente e non vantati per quello che non sono...) presenti in commercio. Ma non solo, perché con un'onda quadra, sempre a 1 KHz, visualizzando la risposta nello schermo di un oscilloscopio, si riesce anche a

l'ampiezza del segnale inviato al buffer di uscita. Dal piedino 3 del timer, l'onda rettangolare di base raggiunge anche il condensatore C7, che provvede al disaccoppiamento in continua e consente di ricavare una tensione alternata, cioè bidirezionale (con valori positivi e negativi rispetto alla massa); tale accorgimento serve per poter ottenere le altre forme d'onda. Notate che anche la quadra viene resa bidirezionale: lo scoprirete analizzando il buffer di uscita, nel quale si trova un altro condensatore in serie al filo caldo. Quel che esce da C7 viene subito filtrato da C4, poi passa da una prima cella passa-basso composta da R4 e C5: la frequenza di taglio di quest'ultimo è dell'ordine dei 330 Hz, ed è sufficientemente bassa da far risultare, ai capi di

C5, una tensione di forma d'onda esponenziale. Insomma, un'onda composta da tratti di esponenziale crescente alternati da esponenziali decrescenti. Essa viene inviata al relativo ponticello di selezione (J2), in modo che possa raggiungere il buffer di uscita se viene scelta. La stessa onda passa da un altro filtro passa-basso, identico al precedente (dunque caratterizzato dalla medesima frequenza di taglio) che da essa ricava un segnale triangolare, composto da rampe abbastanza dritte, ascendenti e discendenti; anche quest'ultima raggiunge la linea dei ponticelli di selezione (J3). L'ultimo filtro, sempre composto da una resistenza da 10 KOhm e un condensatore da 47 nF, permette di ricavare

determinare la frequenza di taglio di un filtro o la banda passante di un preamplificatore o finale. Se avete qualche dubbio sappiate che la pendenza degli impulsi (positivo e negativo) dall'inizio (termine del fronte di salita) alla fine (inizio del fronte di discesa) rilevabile in volt/tempo, consente di ricavare la costante di tempo dello zero principale del circuito, quindi la sua frequenza di taglio inferiore; l'inclinazione dei fronti indica invece la frequenza limite superiore. Un amplificatore ideale risponde all'onda quadra dando in uscita un'onda perfetta, con fronti verticali e impulsi orizzontali; nella

le inclinazioni si ricavano utili informazioni. Con riferimento alla figura A, nel caso della pendenza dell'impulso possiamo dire che la costante di tempo, quindi la pulsazione di taglio prevalente è data dalla relazione:

$$RC = \frac{-t}{\ln(V_i/V_f)}$$

Con riferimento alla figura B, ricaviamo invece la pulsazione di taglio, nota la crescita della tensione, leggendo sullo schermo dell'oscilloscopio il tempo impiegato dall'impulso a crescere fino a 0,632 volte il valore massimo; quest'ultimo tempo è pari alla pulsazione:

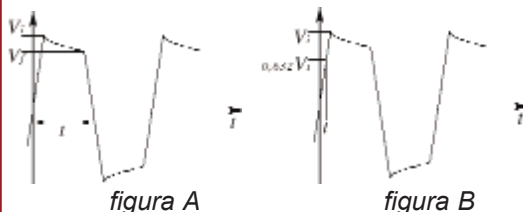
$$RC = t.$$

taglio si calcola approssimativamente con la formula:

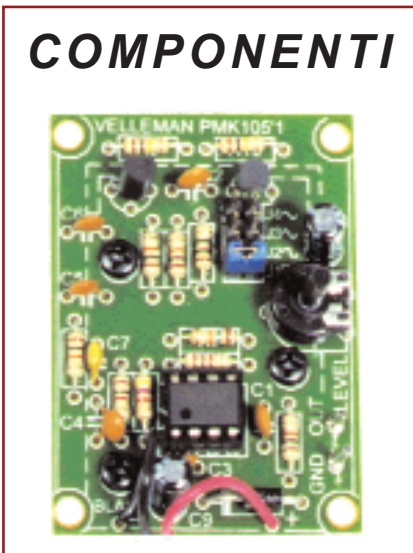
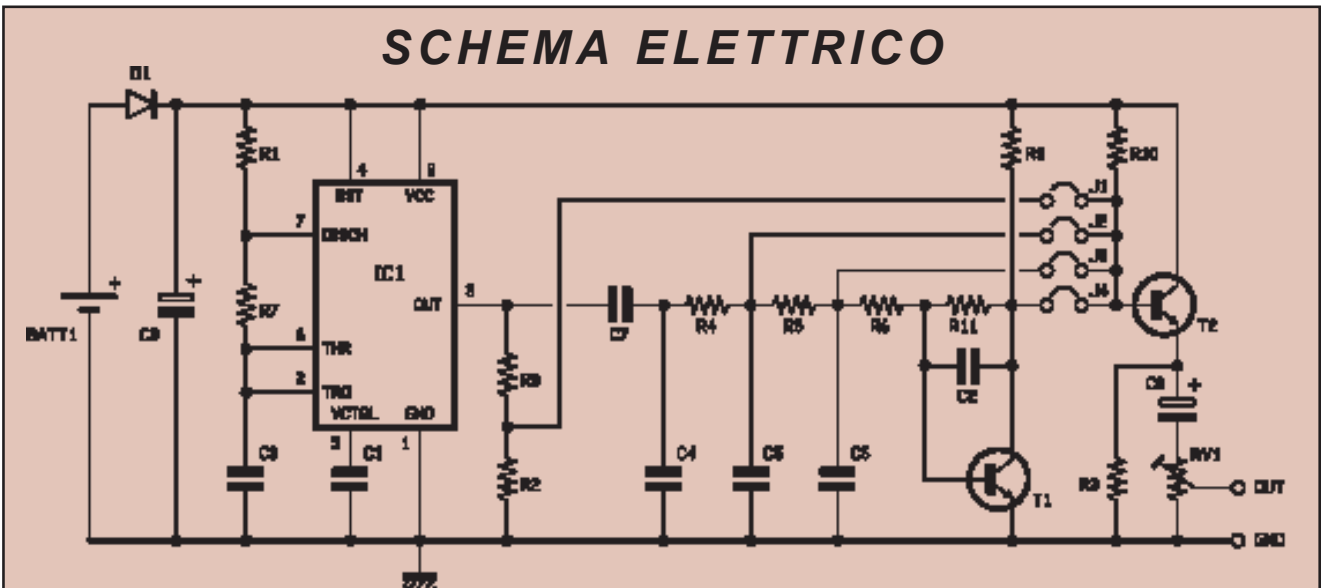
$$f = \frac{1}{6,28RC}$$

Ovviamente se RC è ricavata dal calo di tensione (A) sull'impulso si parla di frequenza di taglio inferiore, mentre se deriva dall'inclinazione del fronte di salita, quella ottenuta è una frequenza di taglio superiore.

Un altro aspetto che l'onda quadra mette in risalto è la stabilità (risposta ai transienti): un circuito stabile risponde all'onda quadra praticamente senza manifestare oscillazioni nella durata degli impulsi; un dispositivo poco stabile presenta invece picchi e oscillazioni sinusoidali a partire dal termine del fronte di salita, che si smorzano andando verso l'inizio del fronte di discesa.



pratica ciò non accade e misurando In entrambi i casi la frequenza di



un'onda sinusoidale integrando la triangolare. Chiaramente la sinusoide ottenuta non è perfetta, tuttavia è sufficientemente simile a quella ideale, quantomeno per la gran parte delle misure di laboratorio. D'altra parte, in molti generatori di forme d'onda basati su circuiti integrati specifici (es. il MAX038 o l'XR2206) l'onda sinusoidale viene ottenuta integrando una triangolare mediante circuiti attivi comprendenti reti R/C. Proprio per perfezionarne la qualità, la

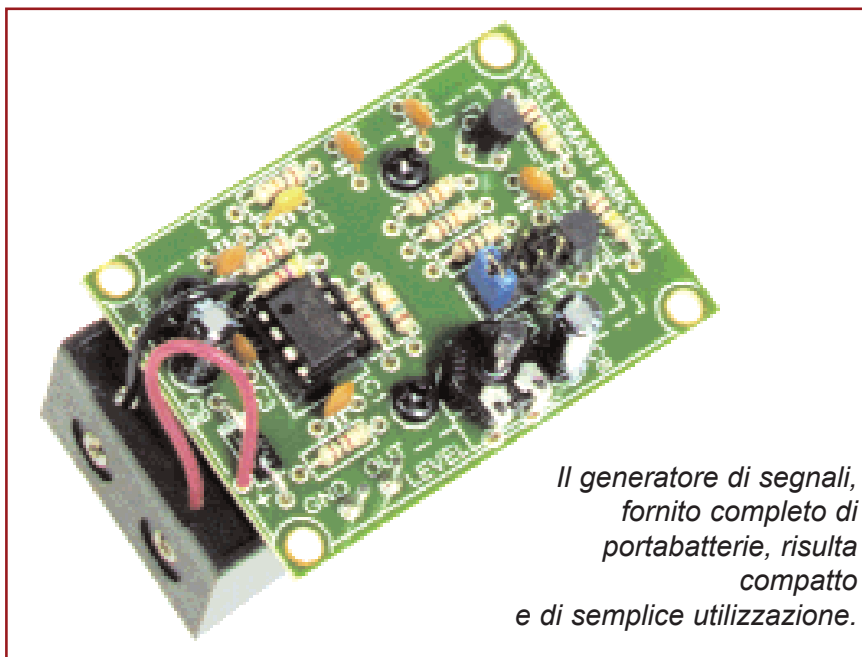
sinusoide viene fatta passare da uno stadio a transistor che la amplifica, non solo in tensione ma anche in corrente, evitando che il carico rappresentato dal buffer di uscita possa influenzare negativamente la catena di celle passa-basso provocando un'inaccettabile deformazione della forma d'onda. La componente sinusoidale amplificata viene prelevata dal collettore di T1 e portata ai ponticelli di selezione (J4). La base dell'altro NPN, T2, può essere pilotata da un solo segnale alla volta, che va scelto, appunto, chiudendo un jumper tra J1, J2, J3 e J4: il primo lascia passare l'onda quadra, il secondo l'esponenziale, il terzo la triangolare e l'ultimo la sinusoidale. T2 funziona evidentemente da buffer di uscita o, se preferite, da adattatore di impedenza: infatti non amplifica, almeno in tensione, ma si limita a trasferire il segnale selezionato tramite i jumper, dando sul proprio emettitore la corrente che serve, senza caricare i filtri

o lo stadio sinusoidale. Il condensatore C8 disaccoppia la forma d'onda, bloccando la componente continua e garantendo che il segnale prodotto dal generatore sia comunque bidirezionale, ossia appaia come alternato: infatti la semionda positiva si ottiene quando il potenziale di emettitore cresce, mentre quella negativa corrisponde al caso contrario, cioè alla condizione in cui il transistor va interdicensi e l'elettrolitico scarica la sua energia sulla resistenza di carico R3. Il livello di uscita, cioè l'ampiezza della forma d'onda uscente dal circuito, si decide agevolmente mediante il trimmer RV1, montato come potenziometro. Tra il punto OUT e la massa potete collegare una presa RCA o BNC, dalla quale prendere il segnale da inviare all'apparecchiatura sotto test. Per l'alimentazione è prevista una presa polarizzata per pile, del tipo volante; comunque nulla vieta di ricorrere a un portatile (per pile piatte da 9

V...) rigido, da fissare allo stampato mediante semplici viti.

Quanto al trimmer, se vi viene più comodo potete sostituirlo con un potenziometro, che ovviamente va collocato all'esterno del circuito stampato, collegato con tre fili. Se pensate di realizzare uno strumento da banco da inserire in un proprio contenitore e di avere la necessità di generare ogni volta una diversa forma d'onda, può esservi comodo sostituire i ponticelli con un commutatore, rotativo o a pulsantiera.

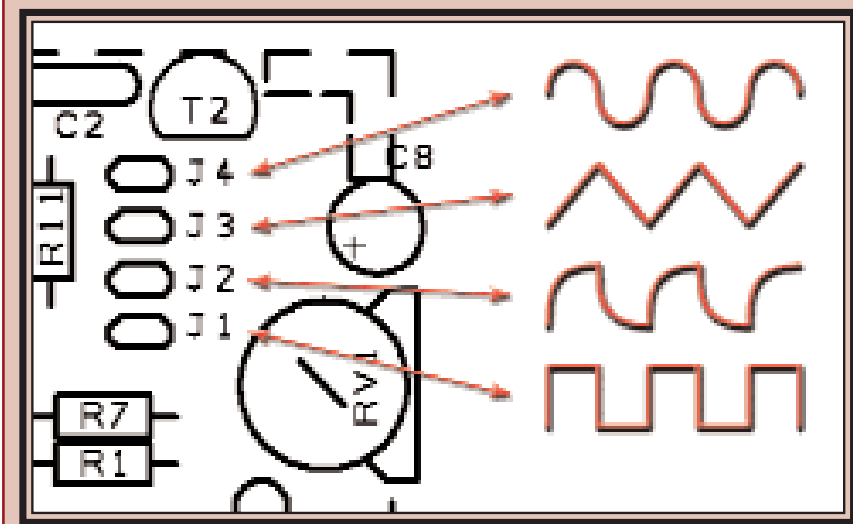
Completato il montaggio e verificato che tutto sia a posto, il generatore di forme d'onda è pronto per l'uso, non richiedendo alcuna taratura o messa a punto. Potete racchiuderlo in un contenitore plastico che ospiti anche la pila, facendo uscire un eventuale interruttore d'accensione (posto in serie al positivo del portatile) e una presa RCA o BNC da pannello, utile a portare il segnale verso l'apparato che deve riceverlo.



Il generatore di segnali, fornito completo di portabatterie, risulta compatto e di semplice utilizzazione.

LE FORME D'ONDA GENERATE

Il generatore di segnali presentato è in grado di generare quattro tipi diversi di segnali: Sinusoidale, Triangolare, Esponenziale e Onda quadra. Inserendo il jumper in dotazione in corrispondenza dei contatti J1, J2, J3 e J4 si seleziona quale tipo di forma d'onda deve essere presentata all'uscita OUT del dispositivo. Il trimmer RV1 determina l'ampiezza del segnale generato.



L'articolo completo del progetto è stato pubblicato su:

**Elettronica In n. 76
Febbraio 2003**