

Gli oscillatori a basso jitter: perché si sentono

Guido Tent, Novembre 2000

Introduzione

In un lettore CD è necessario un clock stabile per una corretta conversione D/A. Il clock è un segnale elettrico che varia continuamente da 0 a 5 V. Questo ciclo si ripete durante il funzionamento del lettore CD. La frequenza di questa ripetizione è nell'ordine di una decina di MHz. Questo significa qualche milione di cicli al secondo e una durata di circa 100 ns ciascuno.

In teoria la durata del ciclo dovrebbe essere sempre costante. In pratica questo non succede a causa del rumore e di altri disturbi elettrici. Per questo il clock è affetto da jitter: i cicli non mantengono distanze uguali nel tempo, come illustrato qui di seguito.



Figura 1: clock non affetto da jitter

clock con jitter (esagerato)

In media entrambi i clock qui illustrati hanno la stessa frequenza (cioè all'interno di un intervallo di tempo uguale, rappresentato dalla freccia orizzontale lunga, contengono uno stesso numero di cicli).

Nonostante questo, la durata di 2 cicli consecutivi non è uguale (indicata dalle frecce lunghe e corte) e le forme d'onda consecutive non appaiono equidistanti. Un clock come questo si dice essere affetto da jitter. In pratica il jitter non è visibile come mostrato nella figura qui sopra. Infatti un clock di 11.2896 MHz contiene periodi di circa 90 ns. Una tipica figura di basso jitter è di 3 ps, cioè 30.000 volte più piccola, impossibile quindi da rilevare ad occhio.

I clock dei lettori CD

I comuni lettori CD hanno l'oscillatore integrato nel chip servo processore. La maggior parte di questi oscillatori sono costruiti attorno un MOS inverter situato internamente al chip. Generalmente viene realizzato come visibile nella figura di destra:

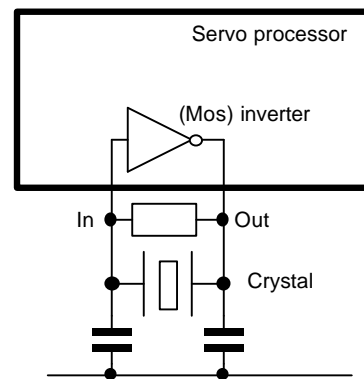


Figura 2 : tipico oscillatore di lettore CD

Gli oscillatori come questo sono affetti da due problemi fondamentali:

1. L'oscillatore Pierce comunemente usato non offre le migliori caratteristiche di immunità al jitter.
2. L'inverter è situato nel chip e implementato in una circuitazione con molti transistor. Tutti questi transistor sono normalmente attivi e inducono rumore nell'oscillatore.

Ne risulta che il clock prodotto dall'oscillatore è affetto sia da jitter intrinseco che da jitter indotto. Sfortunatamente lo stesso clock viene usato nel processo di conversione D/A e influisce negativamente sul suono riprodotto.

Clock esterno

Una soluzione ben conosciuta al problema descritto qui sopra è l'uso di un oscillatore esterno. La sua uscita viene connessa all'ingresso del MOS inverter ed eventualmente anche all'ingresso del chip DAC. Il circuito risultante diventa quindi simile a quello riportato qui di seguito:

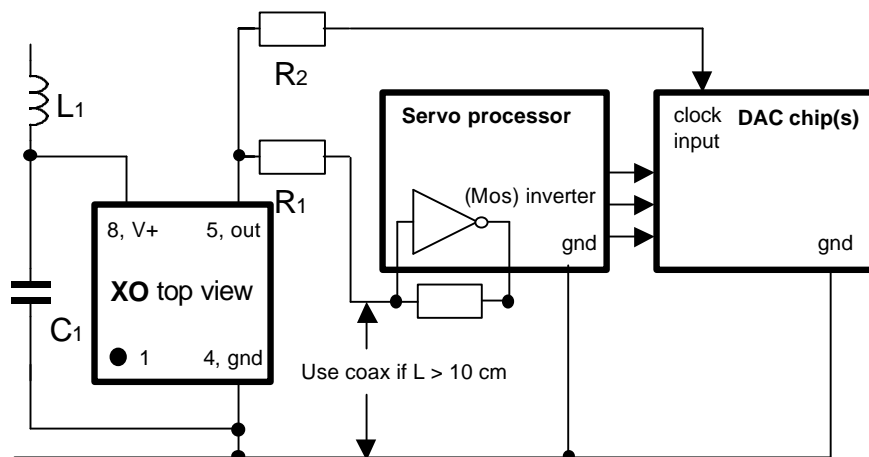


Figura 3: oscillatore XO connesso al servo processore e al convertitore D/A

Confrontando questo schema con quello della Figura 2 si può notare che il quarzo e i due condensatori sono stati rimossi mentre la resistenza viene lasciata in sede. Al loro posto è stata inserita **un oscillatore esterno XO** di cui parleremo più avanti. Se i collegamenti tra l'oscillatore **XO** e i chip sono più lunghi di 10 cm è consigliabile usare del cavo coassiale. Si notino le resistenze da 47Ω (R_1 e R_2) poste in serie vicino all'uscita dell'oscillatore **XO**.

Usando un oscillatore esterno si ottengono i seguenti vantaggi:

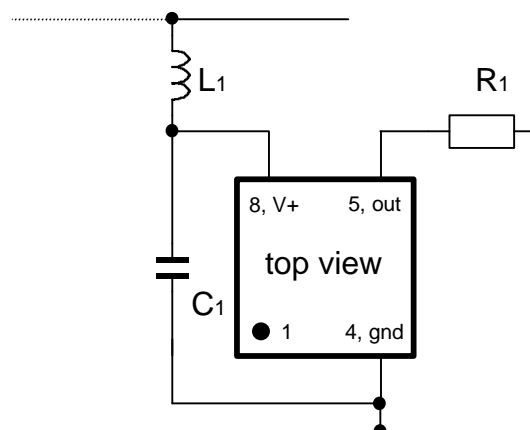
1. E' possibile scegliere un oscillatore indipendente dal tipo di chip usato
2. L'oscillatore può essere collegato ad un alimentatore a rumore molto basso
3. Il clock è meno influenzato dalle altre attività del chip servoprocessore
4. Una ulteriore uscita può inviare il clock direttamente al chip DAC

Collegare l'oscillatore XO

Prendiamo in considerazione lo schema qui a destra. Tutto ciò di cui c'è bisogno è una sorgente di alimentazione 5 Vdc a basso rumore.

E' consigliabile adottare alcuni accorgimenti per un corretto disaccoppiamento.

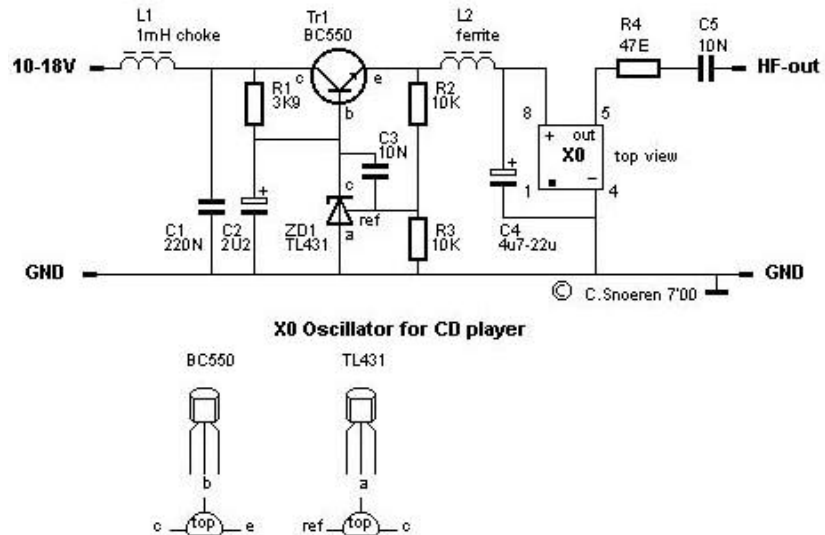
- Usare condensatori Oscon SA-SC o Philips serie 179 (da $10 \mu\text{F}$).
- Connettere i pin di alimentazione (V+) e di terra (Gnd) in modo da ottenere percorsi più



- brevi possibili ed evitare lunghi anelli di massa.
- Usare ferriti in serie all'alimentazione V+

Figura 4: XO, alimentazione e uscita

Cuno Snoeren ha disegnato un ottimo esempio di alimentazione. Viene illustrato qui di seguito e comprende l'oscillatore **XO**:



In questo circuito viene anche usato un condensatore di accoppiamento in uscita sebbene nella maggior parte dei casi non sia richiesto. Per ottenere le migliori prestazioni da questo alimentatore è consigliabile usare un trasformatore separato.

Quale oscillatore?

Ora è chiaro che le proprietà dell'oscillatore **XO** permettono di ottenere ottime prestazioni. Diversi costruttori propongono sul mercato dei buoni oscillatori ma solo pochi di essi sono indicati per le applicazioni audio hi-fi, in quanto molti sono derivati da oscillatori nati per clock di circuiti di controllo, dove il jitter gioca un ruolo molto meno fondamentale.

Negli ultimi 4 anni ho selezionato più di 20 oscillatori di vari costruttori e li ho sottoposti ad approfonditi test d'ascolto. I risultati sonori si sono rivelati estremamente differenti sotto vari aspetti. Il loro jitter è stato misurato e la differenza tra il migliore e il peggiore di essi è risultata dell'ordine di 10 volte! L'analisi spettrale mostra grandi variazioni e non mi meraviglio che essi suonino così diversamente.

Ho selezionato il miglior oscillatore alle misure e all'ascolto e l'ho un poco modificato in collaborazione con il costruttore per migliorarne le caratteristiche.

Ora posso offrire questo oscillatore a un livello di prezzo estremamente interessante. E' disponibile in 3 frequenze di clock. Qui di seguito alcuni dati.

XO specifiche tecniche

Frequenze disponibili	8.4672 MHz, 11.2896 MHz e 16.9344 MHz
Tolleranza in frequenza	± 50 ppm
Alimentazione V+	5V ± 0,5 V
Consumo	10 mA tipico
Uscita	HCmos / TTL compatibile
Massimo Carico	15 pF (si consiglia una resistenza in serie di 47 Ω)

Tempo di salita/discesa	7 ns tipico
Simmetria d'uscita	tra il 40 e il 60 %
Temperatura d'esercizio	0° - 70° C
Jitter	< 3 ps (3-sigma)

Come ordinare

L'oscillatore **XO** può essere ordinato facilmente: contattatemi per ulteriori informazioni!

Sostituire il quarzo con un oscillatore XO

Una volta ricevuto, lo XO deve essere installato facendo riferimento alla Figura 2 e alla Figura 3 e seguendo la seguente procedura:

1. In genere nei lettori CD sono presenti 2 quarzi. Uno è usato per i circuiti di controllo (spesso da 6 o 12 MHz), l'altro è il clock di sistema
2. Localizzate il quarzo del clock di sistema: è quasi sempre vicino al chip servo/encoder e accompagnato da 2 piccoli condensatori (di circa 22 pF ciascuno)
3. Rimuovete sia il quarzo che i due condensatori
4. Individuate l'ingresso per l'oscillatore. Qui di seguito viene riportato il pin d'ingresso e la frequenza di clock di alcuni chip:

Tipo	Input pin #	Frequenza [MHz]
SAA 7220	11	spesso 11.2896
SAA 7310	26	spesso 11.2896
SAA 7345	13	16,9344 o 33.8688
SAA 7370	21	8.4672, 16,9344 or 33.8688
SAA 7372	21	8.4672, 16,9344 or 33.8688
SAA 7374	21	8.4672, 16,9344 or 33.8688
SAA 7376	21	8.4672, 16,9344 or 33.8688
SAA 7378	21	8.4672, 16,9344 or 33.8688
PCP 2709	?	?
CDX 1125(Q)	53	spesso 16,9344
CDX 2500	53	spesso 16,9344
CDX 25008	53	spesso 16,9344
CDX 2562	?	?
M 50423P	70	8.4672
MN 6471M	25	33.8688
SM 5803	?	?

Tavola 1: Frequenze di clock dei chip servo/encoder

5. Collegate l'uscita del clock dall'oscillatore XO (dal pin 5, con una resistenza da 47Ω in serie) al pin di ingresso del chip
6. Collegate la terra dell'XO alla terra del chip servo. La terra è facile da individuare in quanto i piccoli condensatori che avete rimosso erano collegati a terra

E' preferibile usare cavo coassiale ma se la distanza è minore di 10 cm, è sufficiente anche il cavo attorcigliato. Con cablaggi di lunghezza maggiore è necessario

terminare il collegamento con una resistenza da 50 Ω in serie a un condensatore da 1 nF. Questa rete di filtraggio può essere posizionata in luogo dei condensatori del pin ingresso che avete rimosso in precedenza.

Dissaccoppiamento: ulteriori modifiche

Per migliorare ulteriormente il suono del vostro lettore CD è consigliabile adottare anche alcuni accorgimenti per un corretto disaccoppiamento dei circuiti analogici e digitali. Ho descritto questi accorgimenti in un articolo che potete trovare in formato PDF nel mio sito web.

Alimentatore a rumore ultra-basso

E' in fase di sviluppo un alimentatore a rumore ultra-basso, 30 volte di meno del modello commerciale più silenzioso. Verrà assemblato su di un piccolo e elegante stampato insieme a un circuito opzionale di reclock SPDIF. Quest'ultimo è molto utile nel caso il lettore CD venga utilizzato come meccanica per un convertitore esterno. Dato che la maggior parte dei convertitori esterni sono molto sensibili al jitter in ingresso, la riduzione del jitter ottenuta dal circuito di reclock SPDIF, porterà grandi miglioramenti sonori.

Contattatemi per ogni genere di domande.

Buon Ascolto,

Guido Tent
Geert Grootestraat 31
5643 RB Eindhoven
The Netherlands
Evaguido@iae.nl
WWW.iae.nl/users/evaguido

© G. Tent, 11-2000