

### Cuprins

---

Prezentare Proiect	
1. Funcționare	2
2. Schema	2
3. PCB	3
3. Lista de componente	3
4. Tutorial: Cristalul de cuarț	4 - 5

---

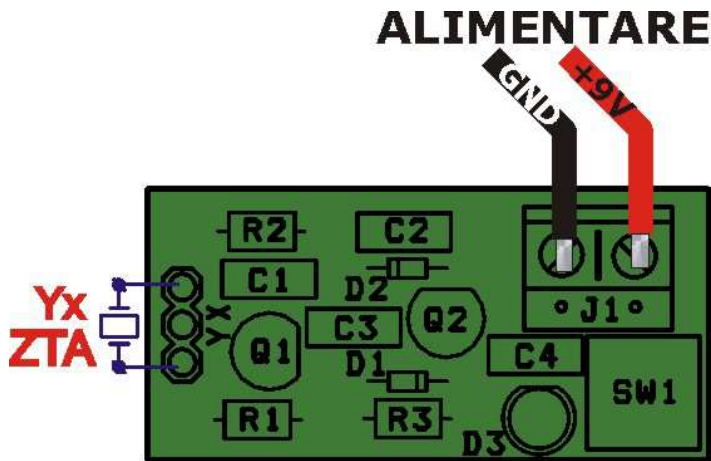
## QUARTZ TESTER

- Avantaj Pret/Calitate
- Livrare rapida
- Design Industrial
- Proiecte Modificabile
- Adaptabile cu alte module
- Module usor de asamblat
- Idei Interesante

**Idei pentru afaceri**

**Hobby & Proiecte Educationale**





**Amplasarea Componentelor**

**Lista de Componente**

Nr.Crt.	Componenta	Denumire	Valoare	Cant
1	C1,C3	Condensator	1nF	2
2	C2	Condensator	100pF	1
3	C4	Condensator	4,7nF	1
4	D1,D2	Diodă	1N4148	2
5	D3	Led	LED	1
6	J1	Conector	Baterie 9V	1
7	Q1,Q2	Tranzistor	BC550	2
8	R1	Rezistență	27KΩ	1
9	R2	Rezistență	1KΩ	1
10	R3	Rezistență	560Ω	1
11	SW1	Switch	PUSH	1
12	Yx	Cuarțul de probat		1

Acest produs se livrează în varianta circuit imprimat, circuit imprimat + componente sau în varianta asamblată în scopuri educaționale.

Dacă doriți să aflați mai multe despre produsele noastre, vizitați situl [www.epsicom.com](http://www.epsicom.com)

Dacă ați întâmpinat probleme cu oricare dintre produsele noastre sau dacă doriți informații suplimentare, contactați-ne prin e-mail [office@epsicom.com](mailto:office@epsicom.com)

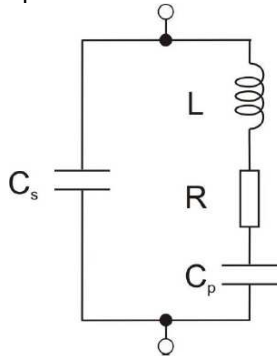
Pentru orice întrebări, comentarii sau propuneri de afaceri nu ezitați să ne contactați pe adresa [office@epsicom.com](mailto:office@epsicom.com)

31 Sararilor Street | 200570 Craiova, Dolj, Romania | 0723.377.426, 0743.377.426

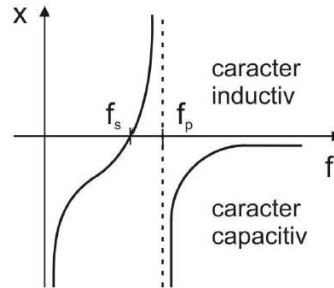
## Cristalul de cuarț

Pentru o stabilitate foarte bună a frecvenței, clasicul circuitul rezonat cu bobină și condensator, nu poate face față cerințelor. Varianta la îndemână este oscilatorul cu cristal de cuarț a cărui funcționare se bazează pe efectul piezoelectric.

Unui cristal de cuarț i se poate asocia o schemă electrică echivalentă, simplificată care este prezentată în figura de mai jos:



schema electrică echivalentă



**Cristalul de cuarț**

variația reactanței în funcție de frecvență

O schemă echivalentă mai elaborată pune în evidență posibilitatea rezonanței pe armonicile impare ale frecvenței fundamentale - overtone.

Este vorba despre un circuit oscilant serie, valorile elementelor de circuit fiind determinate de proprietățile mecanice ale cristalului:

- inductanța  $L_q$  inductanța echivalentă masei, ( $10^{-2}$  -  $10^{-3}$ ) H ;
- capacitatea  $C_q$  capacitatea echivalentă elasticității cristalului,  $10 \div 2$  pF ;
- rezistența de pierderi  $R_q$  rezistența de pierderi datorită frecărilor din cristal, sute de  $\Omega$  ;
- capacitatea  $C_0$  reprezintă capacitatea dintre electrozii plani între care se află cristalul (100 pF – nF), prin intermediul cărora acesta se poate conecta în circuitul electric.

Circuitul electric echivalent al rezonatorului cu cuarț poate fi privit ca înserierea reactanței efective cu rezistența sa efectivă. Pentru un cristal de cuarț, analiza celor două componente conduce la definirea a șase frecvențe caracteristice:

- $f_r$  - *frecvența de rezonanță* frecvența la care rezonatorul prezintă impedanță rezistivă (reactanță nulă) minimă în condiția de fază zero;
- $f_a$  - *frecvența de antirezonanță* frecvența la care rezonatorul prezintă impedanță rezistivă (reactanță nulă) maximă în condiția de fază zero;
- $f_s$  - *frecvența de rezonanță serie* frecvența pentru care reactanța circuitului serie  $L_q$ ,  $C_q$ ,  $R_q$  din circuitul echivalent al rezonatorului, se anulează:

$$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_q C_q}}$$

- $f_p$  - *frecvența de rezonanță paralelă*, frecvența pentru care reactanța inductanței  $L_q$  devine egală cu reactanța capacității rezultate din înserierea capacităților  $C_q$  și  $C_0$

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_q \frac{C_0 C_q}{C_0 + C_q}}}$$

- $f_m$  frecvența la care impedanța rezonatorului cu cuarț este minimă;
- $f_n$  frecvența la care impedanța rezonatorului cu cuarț este maximă.

În deducerea relațiilor de mai sus s-a neglijat contribuția rezistenței de pierderi  $R_q$  deoarece valoarea ei este mult mai mică decât reactanța inductivă  $\omega L_q$ .

Deoarece rezonatoarele cu cuarț prezintă valori ridicate ale factorului de calitate  $Q$  ( $10^4 - 10^6$ ) și a raportului capacităților  $C_0 / C_q$  ( $10^3 - 10^5$ ), în practică se poate considera că:

$$f_r = f_s = f_m \text{ și } f_a = f_p = f_n$$

Eroarea se încadrează în limita  $\pm 0,5 \times 10^6$ .

Variația reactanței cristalului de cuarț este prezentată în graficul de mai sus unde se pune în evidență faptul că pentru frecvențele cuprinse între  $f_s$  și  $f_p$  comportamentul cristalului este inductiv iar în afara acestui domeniu el devine capacitiv.

Cele două frecvențe sunt foarte apropiate, diferența dintre ele:

$$f_p - f_s = \frac{1}{2} f_s \frac{C_q}{C_0}$$

fiind de fiind de cele mai multe ori mai mică decât 1%.

Pentru ajustarea frecvenței unui rezonator cu cuarț la o valoare specificată:

$$f_s < f_{osc} < f_p$$

se folosește un condensator, condensator de sarcină:  $C_s$ , conectat în serie sau în paralel cuarțul. Frecvența de rezonanță în sarcină va fi frecvența la care impedanța electrică a combinației rezonator – condensator de sarcină este rezistivă:

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_q \frac{(C_0 + C_s)C_q}{C_0 + C_s + C_q}}}$$

Valoarea capacității  $C_s$  se alege de 3 - 4 ori mai mare decât valoarea lui  $C_0$  pentru a asigura funcționarea stabilă a cristalului.

Dacă rezonatorul este în rezonanță serie și se dorește creșterea frecvenței nominale, capacitatea se cuplează în serie, respectiv dacă rezonatorul este în rezonanță paralel și se dorește scăderea frecvenței capacitatea se conectează în paralel cu rezonatorul.

Rezonatoarele cu cuarț având un factor de calitate ridicat asigură o stabilitate foarte bună a frecvenței de oscilație în raport cu variațiile de temperatură, atunci când este folosit ca circuit rezonant în oscilatoare.

Stabilitatea frecvenței oscilatoarelor cu cuarț este de ordinul:  $10^{-6} - 10^{-7}$  și poate atinge valoarea de  $10^{-9}$  dacă se termostatează cuarțul.

Generarea semnalelor armonice - S.D.Anghel ,  
AN588, "PICmicro™ Microcontroller Oscillator Design Guide," Microchip Technology Inc.  
"Pierce-gate oscillator crystal load calculation," Ramon Cerda (Crystek), RF Design, July 2004.  
"Quartz Crystal Design Notes," Fox Electronics.  
[Fundamentals Of Crystal Oscillator Design](#)  
[Crystal Oscillators Evolve To Meet High-Speed Networking And Storage Needs](#)  
[Crystal Oscillator Features Low Current, Low Startup Voltage](#)

---

Dacă doriți să aflați mai multe despre produsele noastre, vizitați situl [www.epsicom.com](http://www.epsicom.com)

Dacă ați întâmpinat probleme cu oricare dintre produsele noastre sau dacă doriți informații suplimentare, contactați-ne prin e-mail [office@epsicom.com](mailto:office@epsicom.com)

Pentru orice întrebări, comentarii sau propuneri de afaceri nu ezitați să ne contactați pe adresa [office@epsicom.com](mailto:office@epsicom.com)

31 Sararilor Street | 200570 Craiova, Dolj, Romania | 0723.377.426, 0743.377.426