



LC Metru

Realizat de:

Bădescu Ion Cristian
Toma Alexandru Ioan
Frățilă Alexandru Cosmin

Îndrumător:

As. dr. ing. Lucian Petrescu

Introducere

Prezentul proiect reprezintă realizarea practică a unui LC-Metru, un dispozitiv ce permite măsurarea inductanței unei bobine și a capacității unui condensator. Acest dispozitiv este util atât în dotarea unui laborator cât și oricărui pasionat de electronică. Domeniu de măsurare al aparatului este între 0 și 0.1 μF pentru capacități (poate măsura și pînă la 0.22 μF , dar cu o eroare de măsurare mai mare de $\sim 3\%$) și în cazul inductanțelor între 0 și 10 mH. Precizia este de $\pm 1\%$ adică ± 0.1 pF pentru capacități și ± 10 nH pentru inductanțe. Valorile sunt preluate și calculate cu ajutorul unui microcontroller (PIC16F628) și afișate pe un display 16x1. Alimentarea se face la 9V cu ajutorul unei baterii de tip 6LR61. Curentul mediu consumat de aparat se situează între 8-10 mA.

Principiul de funcționare

Funcționarea aparatului se bazează pe măsurarea frecvenței unui oscilator LC. Mai întâi se măsoară frecvența oscilatorului LC, apoi se aplică o capacitate cunoscută (capacitate de calibrare) și se măsoară frecvența din nou, apoi se aplică capacitatea sau inductanța ce trebuie măsurată și se măsoară încă odată frecvența. Conform calculelor matematice de mai jos se obține valoarea necunoscută:

Pentru capacități:

$$F_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$F_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C+C_{cal})}}$$

$$F_3 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C+C_x)}}$$

$$C_x = \frac{\left(\frac{F_1}{F_3}\right)^2 - 1}{\left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2 - 1} \times C_{cal}$$

Pentru inductanțe:

$$F_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

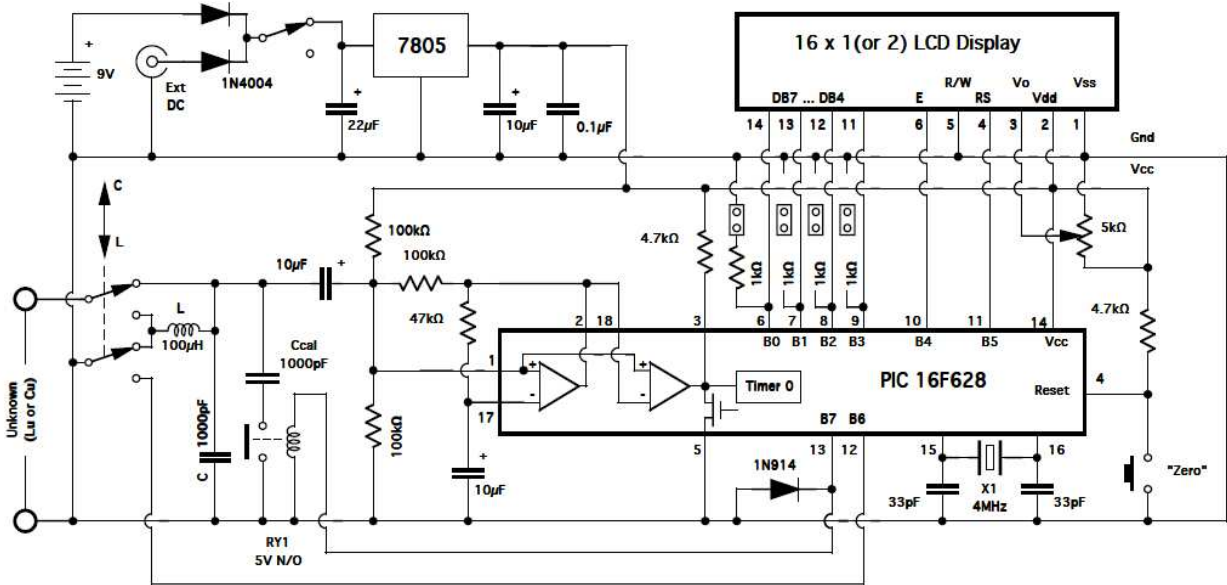
$$F_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C+C_{cal})}}$$

$$F_3 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L+L_x)C}}$$

$$L_x = \left[\left(\frac{F_1}{F_3}\right)^2 - 1 \right] \times \left[\left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2 - 1 \right] \times \frac{1}{C_{cal}} \times \left(\frac{1}{2\pi F_1}\right)^2$$

Schema electronică a dispozitivului

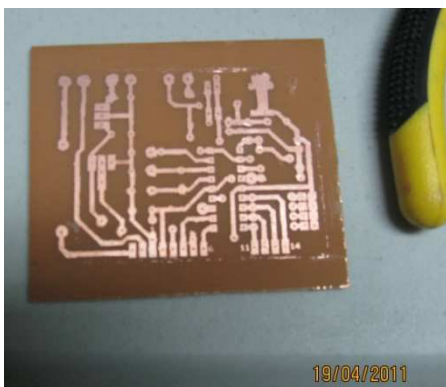
Mai jos este prezentată schema electronică a dispozitivului:



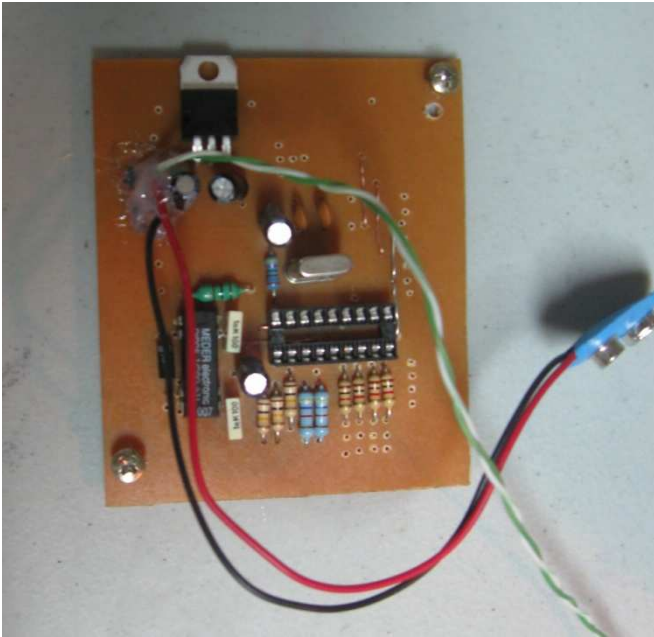
Oscilatorul care stă la baza aparatului este compus din condensatorul C și bobina L. Capacitatea de calibrare este aplicată în paralel cu C, prin intermediul unui releu reed. În paralel cu bobina releului se află o diodă antiparalel, folosită pentru a proteja microcontrollerul de curentul autoindus ce apare la conectarea/deconectarea releului. La apăsarea butonului "Zero", pinul 4 al microcontrollerului este legat la masă, ceea ce declanșează procedura de calibrare a dispozitivului prin aplicarea valorii C_{cal} . Potentiometrul de 5kΩ este folosit pentru reglajul contrastului la display.

Realizarea practică

Prima etapă în realizarea proiectului a fost tipărirea cablajului pe folie de retroproiector, la o imprimantă cu laser. A urmat tăierea cablajului imprimat la dimensiunile corespunzătoare atât cablajului cât și cutiei în care este așezat. După tăierea cablajului a fost așezată peste el folia de retroproiector și cu ajutorul fierului de călcat a fost transferat tonerul pe cablaj. Următoarea etapă a fost corodarea în clorura ferică, rezultatul fiind prezentat în imaginea de mai jos



Apoi s-a realizat găurirea plăcuței în locurile unde urmau să fie plasate terminalele componentelor și cablurile, precum și efectuarea găurilor pentru prinderea în carcasă. După găurire au fost lipite componentele, rezultatul fiind prezentat mai jos:



A urmat lipirea display-ului, a butoanelor și a cablurilor pentru sonde, programarea microcontrollerului și efectuarea unor teste, apoi s-au decupat în carcasă locurile pentru introducerea display-ului și butoanelor.





Următoarele etape au constat în fixarea definitivă în carcasă a plăcuței și a componentelor și asigurarea conexiunilor contra ruperii cu ajutorul unui pistol de topit bare de silicon.



Ultima etapă a constat în realizarea autocolantelor cu marcajele pentru butoane și lipirea lor pe carcasa aparatului. În final s-au realizat noi teste pentru a confirma încă odata funcționarea corectă.

Instrucțiuni de utilizare



Prezentare:

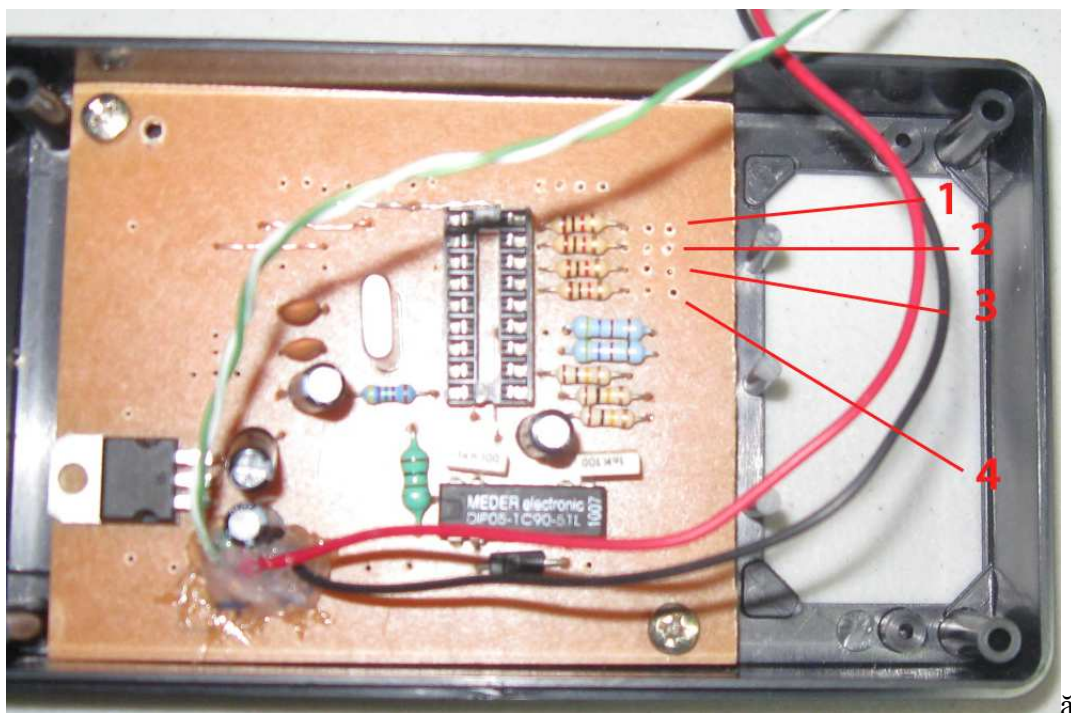
1. Întrerupator Pornit/Oprit
2. Buton aducere la 0
3. Display
4. Buton reglaj contrast display
5. Comutator L-C
6. Sonde pentru măsurare

Utilizare:

Se pornește dispozitivul de la butonul (1), apoi se așteaptă 1-2 minute. Se poziționează comutatorul (5) pe L sau C în funcție de piesa care trebuie măsurată, apoi se aduce aparatul la 0 după cum urmează: pentru capacități se lasă sondele aparatului (6) libere și se apasă butonul (2) de aducere la 0. Pentru inductanțe se pun sondele (6) în scurt și se apasă butonul (2) de aducere la 0. Se prinde componenta de măsurat în cele 2 sonde (6) și se citește valoarea măsurată. Se va evita ținerea sondelor cu mâna în timpul măsurării capacităților, pentru a nu introduce capacități parazite, care ar putea afecta măsurătoarea. În cazul în care valoarea de pe display este greu de citit, se reglează din butonul (4) contrastul, până la apariția unei imagini clare.

Probleme la funcționare:

1. Imaginea pe display este neclară. Soluție: Contrastul nu este reglat corespunzător (se ajustează din butonul de reglaj al contrastului), sau bateria este consumată și trebuie înlocuită.
 2. Aparatul nu pornește. Soluție: Se verifică bateria. Dacă aceasta nu este consumată se încearcă reglarea contrastului din butonul corespunzător. Dacă dispozitivul încă nu afișează nimic, se verifică conexiunile bateriei de alimentare, întrerupătorul Pornit/Oprit, conexiunile acestuia, precum și conexiunile display-ului. În cazul în care aparatul încă nu funcționează, se va trece la verificarea componentelor electronice și înlocuirea celor defecte.
 3. Aparatul afișează "Peste Domeniu" indiferent de poziția comutatorului și de apăsarea butonului de aducere la 0. Soluție: Oscilatorul nu funcționează corespunzător. Se înlocuiește C (1000pF) și în cazul în care nu funcționează se înlocuiește și bobina L (100uH).
- Pentru verificare și ajustare se pot folosi și cele 4 conexiuni din imagine.



Conexiunea 1 este folosită pentru a verifica frecvența de calibrare (F2).

Conexiunea 2 este folosită pentru a verifica frecvența de bază a oscilatorului (F1)

Conexiunea 3 este folosită pentru a scădea valoarea afișată pentru o capacitate (calibrarea aceasta este memorată de microcontroller)

Conexiunea 4 este folosită pentru a mări valoarea afișată pentru o capacitate.

Frecvența normală de funcționare a oscilatorului (F1) ar trebui să fie 500000 +/- 10% Hz. În cazul în care frecvența urcă aproape de 655360 Hz aparatul va afișa "Peste Domeniu". În cazul în care frecvența scade prea mult, acuratețea va fi grav afectată. Frecvența F2 trebuie să fie 71% din F1 +/- 5%. Dacă F1 sau F2 ajunge la 0, înseamnă ca oscilatorul nu funcționează.