



### Cuprins

Fișa de Asamblare		
1. Funcționare		2
2. Schema		2
3. Lista de componente		3
4. PCB		4
5. Bibliografie		4
6. Tutorial - Aspecte teoretice cu privire la condensatoare și ESR		5 - 10

## ESR METER

- 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

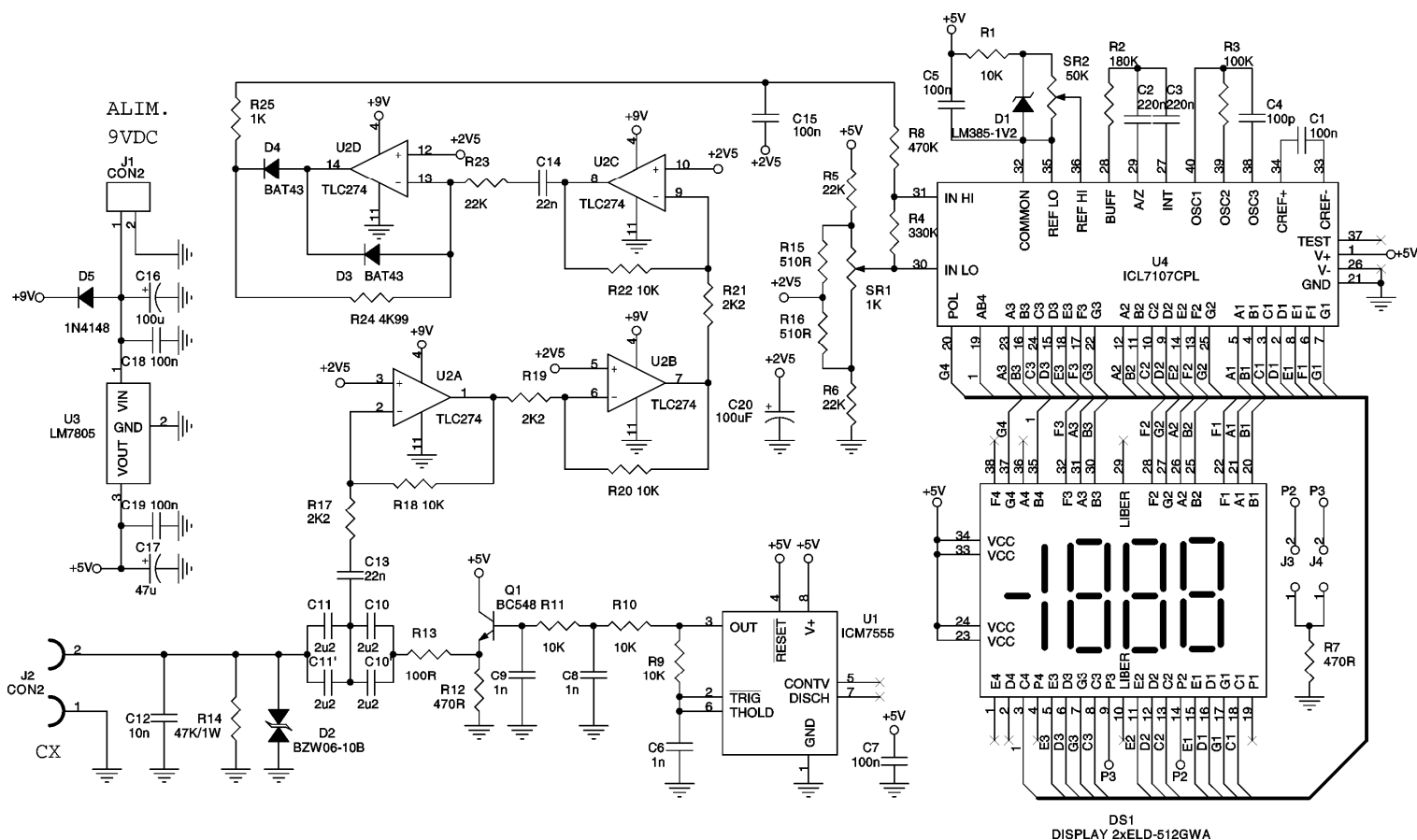
## Funcționare

Un ESR metru este un instrument de măsură a rezistențelor mici (miliohmetru de curent alternativ) prin măsurarea tensiunii de descărcare pe o rezistență și împărțind valoarea la curentul măsurat ( $U/I=R$ ), folosind semnale pulsatorii sau de înalta frecvență.

Măsurarea se face direct sau în circuit scos de sub tensiune, tocmai pentru faptul că rezistența măsurată va fi mai mică decât a oricărei componente din circuit iar amplitudinea semnalului este sub valoarea deschiderii unei joncțiuni.

- Dacă măsurarea se face când condensatorul este cald, măsurarea va fi incorectă.
- ESR este sensibilă la temperatură. Dacă se racește condensatorul (înghețare) și valorile devin corecte, condensatorul este defect.
- Un condensator ideal are valoare apropiată de "0" ohmi ESR. Dacă este chiar "0", merită să îl testați cu un ohmetru, posibil sa fie în scurt, ESR-metrul nu îl poate depista cu acest defect.

- Dacă valoarea ESR este mare, peste  $10\Omega$ , condensatorul este defect, nu mai contează capacitatea.
- ESR (Equivalent Series Resistance) este suma tuturor rezistențelor interne ale unui condensator măsurată în ohmi. ESR este o mărime dinamică și trebuie să fie măsurată cu un semnal de control de curent alternativ. Atunci când nu există nici o reactanță capacitivă semnificativă (la frecvența de 100KHz capacitățile de  $1\mu F$  și peste au  $X_c \approx 0$ ), ESR este rezistența în curent alternativ a condensatorului.
- Un ESR mare va duce la defectarea circuitului, supraîncălzire, încărcare a circuitului, suprasolicitare a altor componente din circuit, schimbarea constantelor de timp precum și ale altor efecte nedorite.
- În cazul măsurării în circuit a ESR-ului la capacități conectate în paralel, desfaceți unul dintre pini pentru determinări corecte.



Schema electrică

Schema electrică a ESR-metrului este prezentată în figura de mai sus. Oscilatorul este format din circuitul U1 , NE555 timer, cu componentele externe. Frecvența de aproximativ 60 kHz este determinată de valorile componentelor R9 și C6.

Prin filtrul format din R10, C8, R11 și C9 semnalul dreptunghiular este transformat în semnal sinusoidal cu amplitudinea de 250 mV<sub>pp</sub> care se aplică pe emitorul tranzistorului Q1. Prin R13 și cele două condensatoare C10 și C10' semnalul ajunge la priza de test J2 cu diode transil D2 ce protejează intrarea aparatului la vârfuri de tensiune.

Rezistența R14 permite descărcarea necesară a condensatorului pentru a fi testat. Tensiunea de curent alternativ este preluată prin C11 și C11' și aplicată circuitului de măsură compus dintr-un amplificator cu trei etaje, format din U2A, U2B, U2C care amplifică semnalul de 94 de ori. Cu U2D, semnalul astfel amplificat este redresat și apoi filtrat cu R25 și C15 și aplicat pe intrarea voltmetrului electronic realizat cu ICL7107.

#### Calibrarea

Pentru a nu influența măsurările prin componenta inductivă din cablurile de testare, acestea se vor lega între ele cu banda adezivă la distanțe de cca.10 cm. Cablurile și conectorii de măsură vor trebui să aibă un contact foarte bun pentru a nu apărea rezistențe de contact.

La prima utilizare este necesară o echilibrare, efectuată eventual o dată pe an.

Pentru reglare nu este nevoie de aparatură specială, doar o rezistență de 10Ω cu toleranță de 0,1%.

La pornirea aparatului se scurtcircuitează sondele și se reglează din SR1 valoarea "0.00", cu o toleranță de ± 5 unități.

Se conectează apoi rezistența de 10Ω între cele două sonde iar din SR2 se reglează scala la o valoare afișată "10.00".

Astfel calibrarea este finalizată și dispozitivul este gata de lucru.

Exemple cu rezultatele câtorva măsurări efectuate:

Cap\Tens	25V	63V	100V	350V
1 μF			3.86 Ω	
2.2 μF			2.76 Ω	
4.7 μF	1.68 Ω	1.25 Ω		2.37 Ω
10 μF	0.90 Ω	1.46 Ω		2.94 Ω
22 μF	0.74 Ω	0.95 Ω		
47 μF	1.10 Ω	0.40 Ω		
100 μF	0.12 Ω	0.47 Ω	0.12 Ω	
220 μF	0.23 Ω	0.16 Ω	0.10 Ω	
470 μF	0.36 Ω	0.04 Ω		
1000 μF	0.01 Ω	0.01 Ω		
2200 μF	0.01 Ω	0.01 Ω		

Aceste valori nu sunt obligatorii, desigur, însă ele pot servi doar ca ghid. Pentru diferiți producători de condensatori electrolitici rezultatele testelor este diferit.

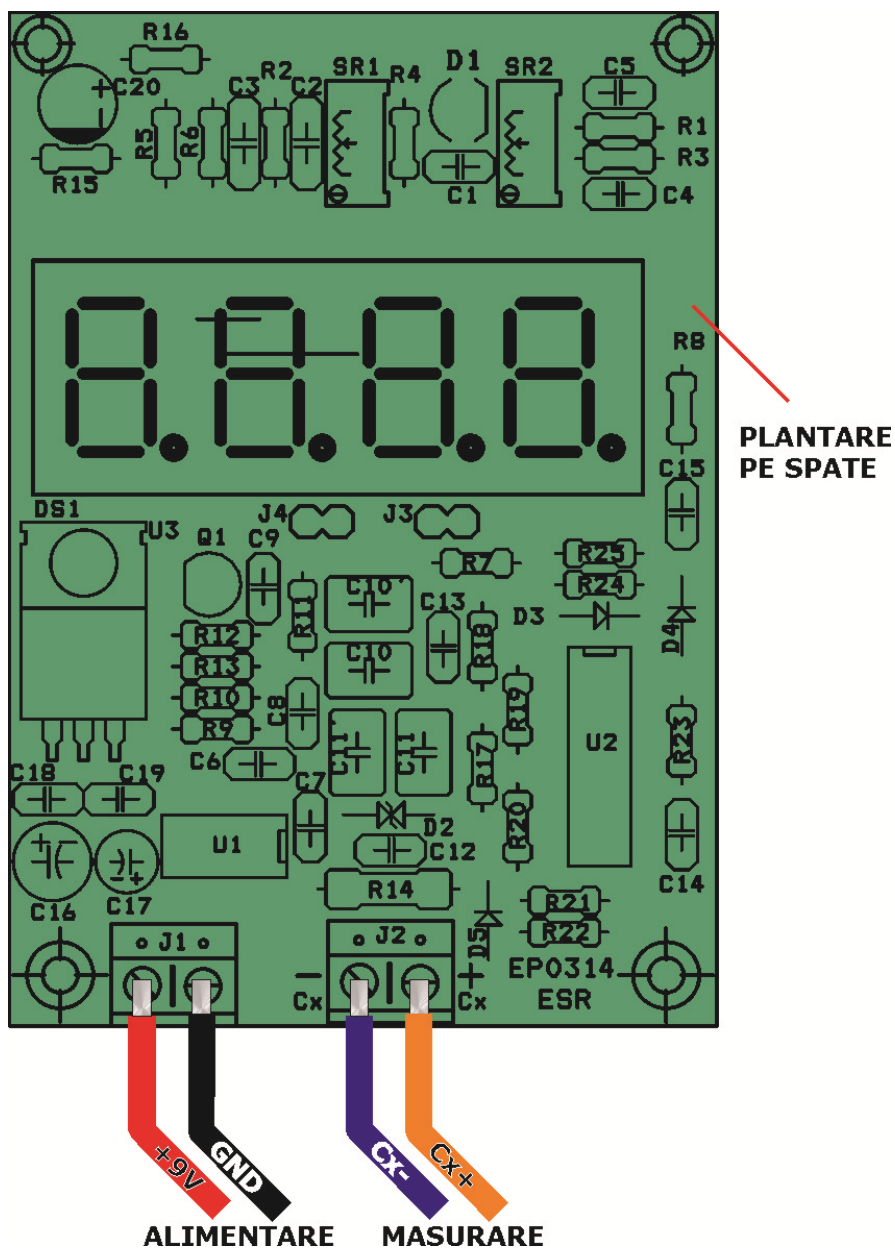
Trebuie remarcat faptul că temperatura ambiantă are un efect semnificativ asupra măsurării ESR-ului.

Valoarea "ESR" reflectă doar componenta rezistivă.

Inductanța este singura componentă care pot distorsiona rezultatul măsurătorii

## Lista de componente

Nr.Crt.	Componenta	Denumire	Valoare	Cant
1	C1,C5,C7,C15,C18,C19	Condensator np	100nF	6
2	C3,C2	Condensator np	220nF	2
3	C4	Condensator np	100pF	1
4	C6,C8,C9	Condensator np	1nF	3
5	C10',C10,C11',C11	Condensator np	2,2μF	4
6	C12	Condensator np	10nF	1
7	C13,C14	Condensator np	22nF	2
8	C16,C20	Condensator pol	100μF/16V	1
9	C17	Condensator pol	47μF	1
10	DS1	Display	2xELD-512GWA	1
11	D1	Referință tensiune	LM385-1V2	1
12	D2	Dioda bidirecțională	BZW06-10B	1
13	D3,D4	Dioda	BAT43	2
14	D5	Dioda	1N4148	1
15	J1,J2	Conector	CON2	2
16	J3,J4	Jumper	JUMPER 2	2
17	Q1	Tranzistor	BC547	1
18	R1,R9,R10,R11,R18,R20,R22,	Rezistență	10KΩ	7
19	R2	Rezistență	180KΩ	1
20	R3	Rezistență	100KΩ	1
21	R4	Rezistență	330KΩ	1
22	R5,R6,R23	Rezistență	22KΩ	3
23	R7,R12	Rezistență	470Ω	2
24	R8	Rezistență	470KΩ	1
25	R13	Rezistență	100Ω	1
26	R14	Rezistență	47KΩ/1W	1
27	R15,R16	Rezistență	510Ω	2
28	R17,R19,R21	Rezistență	2,2KΩ	3
29	R24	Rezistență	4,99KΩ	1
30	R25	Rezistență	1KΩ	1
31	SR1	Semireglabil multitură	1KΩ	1
32	SR2	Semireglabil multitură	50KΩ	1
33	U1	C.I.	NE555	1
34	U2	C.I.	TLC274	1
35	U3	C.I.	LM7805	1
36	U4	C.I.	ICL7107CPL	1



**Amplasarea componentelor**

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

**ESR-metrul** este un instrument de măsură al rezistenței echivalente serie (Equivalent Series Resistance) a unei capacități, uneori în circuit, adică fără a o deconecta. Mai precis măsurăm rezistența în curent alternativ, condensatoarele utilizate în circuite fiind departe de a respecta caracteristicile condensatorului ideal. Metoda cea mai des utilizată este cea de aplicare a unor impulsuri electrice pe terminalele condensatorului. Este bine de clarificat faptul că nu este vorba de rezistența ohmică produsă de conexiunea terminale-armături ci de suma tuturor pierderilor în condensator.

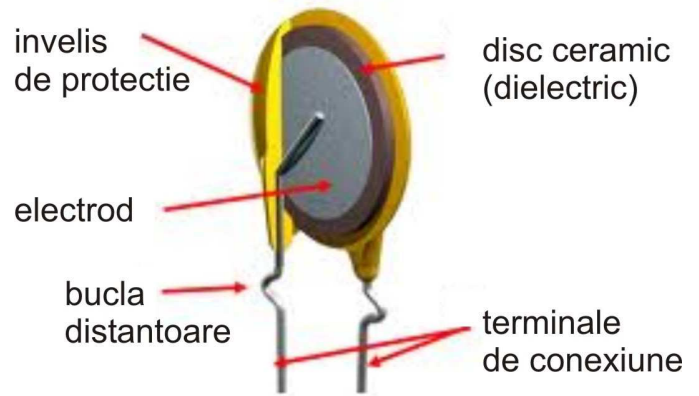
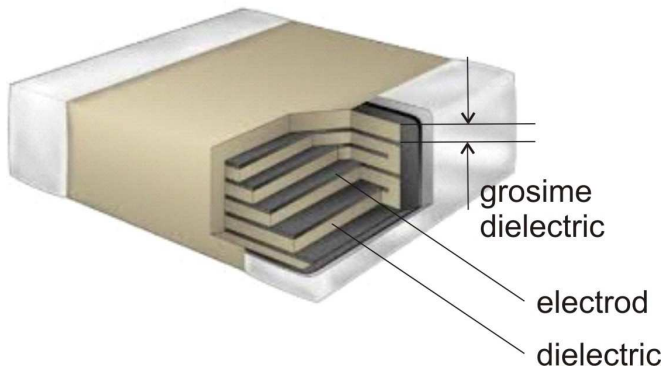
Pentru a înțelege rostul acestor determinări, va trebui mai întâi să știm cum sunt construite condensatoarele, ce determină pierderile în circuit, ce influență are reactanța.

Condensatoarele cu dielectric solid, ceramice, au pierderi minime, rezistența echivalentă fiind de 0.01-01Ω și sunt stabile în timp, modificările chimice, de structură, în timp fiind neglijabile.

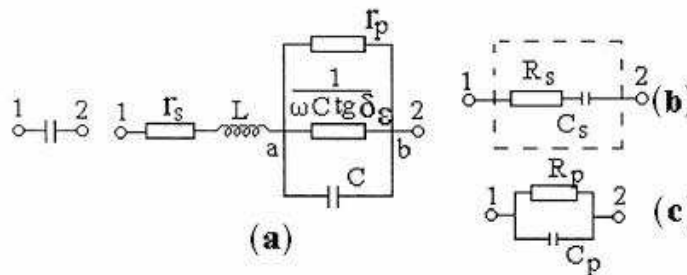
La condensatoarele cu electrolit sau cu tantal, valorile reactanței sunt mai mari ajungând la zeci de ohmi, și cresc odată cu frecvența, fapt datorat reacțiilor electrolitice sau chimice din structura dielectricului.

### Aspecte teoretice cu privire la condensatoarele nepolarizate

La măsurarea impedanței la o anumită frecvență, în schema echivalentă serie a condensatorului, vor apărea două valori :



$$Z = R + jX_s$$



În figura de mai sus sunt reprezentate schemele echivalente ale unui condensator nepolarizat. Rezistența terminalilor și armăturilor s-a notat cu  $R_s$ , iar rezistența de pierdere în învelișul de protecție al condensatorului, cu  $R_p$ .

Pierderile în dielectricul dintre armături sunt cuprinse în schema echivalentă, care conține rezistența corespunzătoare de pierdere:

$$\Delta = \frac{1}{\omega C \tan \delta \tau}$$

Inductivitatea parazită  $L$ , este datorată conexiunilor, cât și formei constructive a armăturilor. Între componentele schemelor echivalente serie (b) și paralel (c) de mai sus, există relațiile:

$$R_s = R_p \sin^2 \delta \quad (1)$$

$$C_s = \frac{C_p}{\cos^2 \delta} > C_p \quad (2)$$

prin urmare, capacitatea schemei echivalente serie  $C_s$ , este superioară valorii capacității schemei echivalente paralel  $C_p$ , inegalitate care este cu atât mai pronunțată, cu cât tangenta unghiului de pierderi  $\operatorname{tg} \delta$ , are valoare mai ridicată.

Notăm tangenta unghiului de pierderi în materialul de protecție al condensatorului, sau datorată rezistenței  $r_p$ , cu :

$$\operatorname{tg} \delta_p = \frac{1}{Q_p} = \frac{1}{\omega \cdot r_p \cdot C} \quad (3)$$

Considerând pierderile atât în dielectricul dintre armături cât și în învelișul de protecție al condensatorului, tangenta unghiului de pierderi, este:

$$\operatorname{tg} \delta_{p+\tau} = \frac{1}{\omega R_e C} \quad (4)$$

unde rezistența echivalentă de pierderi se obține din expresia:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{r_p} + \omega C \operatorname{tg} \delta_\tau. \quad (5)$$

Cu relația (6), relația (5) obține forma:

$$\operatorname{tg} \delta_{p+\tau} = \frac{1}{\omega r_p C} + \frac{\omega r_p C \operatorname{tg} \delta_\tau}{\omega r_p C} = \operatorname{tg} \delta_p + \operatorname{tg} \delta_\tau \quad (6)$$

Capacitatea dintre nodurile a și b ale schemei echivalente, care reprezintă capacitatea echivalentă serie a condensatorului, conform relației (2), este :

$$C_{ab} = C' = C \left[ 1 + (\operatorname{tg} \delta_p + \operatorname{tg} \delta_\tau)^2 \right] \quad (7)$$

Tangenta unghiului de pierderi în rezistența  $r_s$ , este :

$$\operatorname{tg} \delta_s = \frac{1}{Q_s} = \omega r_s C' \quad (8)$$

Impedanța schemei echivalente din fig.1a, are expresia :

$$\underline{Z}_{1,2} = r_s + j\omega L + \frac{1}{1/r_p + \omega C \operatorname{tg} \delta_\tau + j\omega C} \quad (9)$$

Utilizând relațiile (4) și (9), în relația (10), aceasta devine :

$$\underline{Z}_{1,2} = \frac{\operatorname{tg} \delta_p + \operatorname{tg} \delta_\tau + \operatorname{tg} \delta_s}{\omega C'} + \frac{1 - \omega^2 C'}{j\omega C'} \quad (10)$$

Din relația (10) rezultă componentele schemei echivalente serie (fig 1b):

$$R_s = \frac{\operatorname{tg} \delta_c}{\omega C'} \quad , \quad (11)$$

$$C_s = \frac{C'}{1 - \left( \frac{\omega}{\omega \tau} \right)^2} \quad , \quad (12)$$

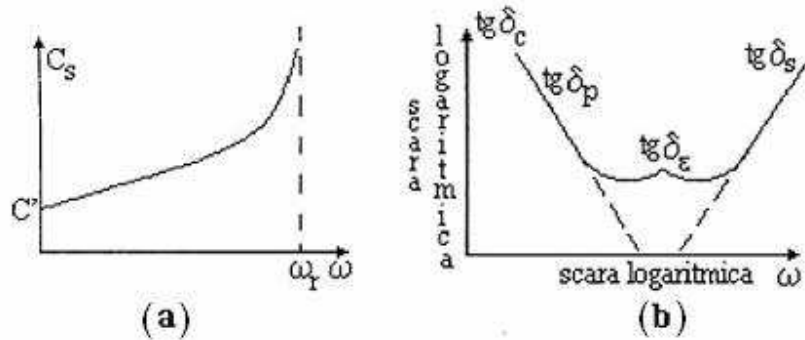
unde :  $tg \delta_c = tg \delta_p + tg \delta_r + tg \delta_s$ , iar  $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  reprezintă pulsația de rezonanță a condensatorului.

Se constată că:  $C < C' < C_s$

Capacitatea serie  $C_s$  crește cu creșterea frecvenței (fig. 2a), iar din expresia tangentei unghiului de pierderi :

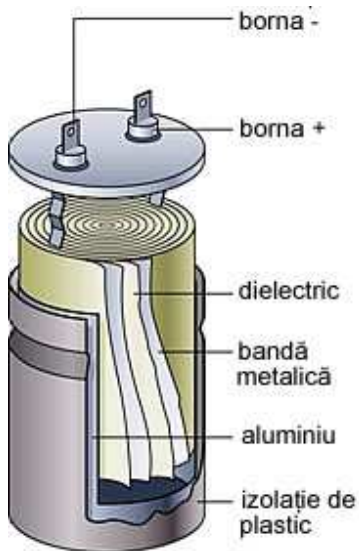
$$tg \delta_c = \frac{1}{\omega r_p C} + tg \delta_r + \omega r_s C' \quad (13)$$

rezultă că pierderile în rezistențele  $r_p$  și  $r_s$  au pondere crescută la frecvențe joase, respectiv înalte, în timp ce la frecvențe medii, pierderile în dielectric sunt preponderente (fig b).



Dependențele de frecvență ale capacității serie (a) și tangentei unghiului de pierderi (b), pentru un condensator nepolarizat.

### Aspecte teoretice cu privire la condensatoarele polarizate



La condensatoarele electrolitice, o armătură este metalul pe care se formează oxidul dielectric, iar cealaltă armătură, este constituită dintr-un electrolit lichid (sau solid), în contact cu o folie metalică. Electrolitul poate lipsi, armătura fiind depusă direct pe stratul de oxid. Pentru mărirea suprafeței efective (sau echivalente), suprafața metalului pe care se formează oxidul, este asperizată.

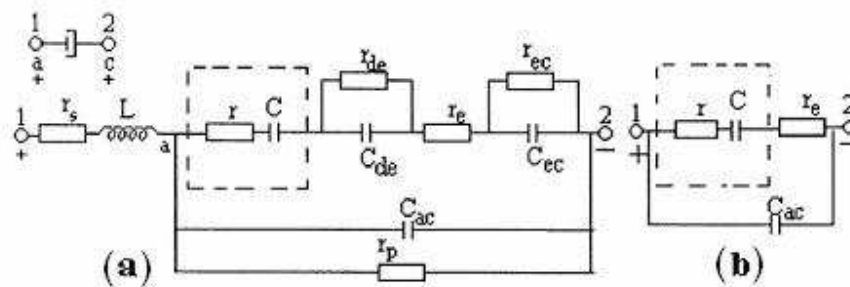
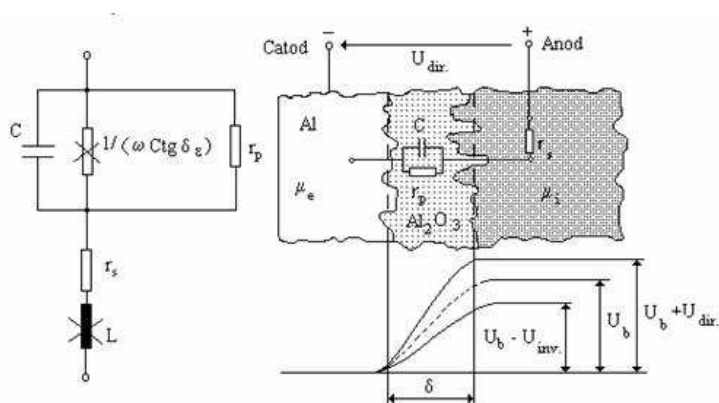


Fig. 3 Schema echivalentă completă (a) și simplificată (b) la condensatorul electrolitic polarizat.

În schema echivalentă a condensatorului electrolitic, reprezentată în fig. 3a, sunt incluse: rezistența electrolitului  $r_e$ , grupurile  $(r_{de}, C_{de})$ ;  $(r_{ec}, C_{ec})$ , care reprezintă contactul dielectric - electrolit, respectiv electrolit - catod, precum și capacitatea  $C_{ac}$  între anod și catod. Schema simplificată este reprezentată în fig. 3b.

În regim staționar sau cvasistaționar, schema echivalentă a unui condensator polarizat sau electrolitic se poate simplifica, după cum se ilustrează în fig. 4. În această schemă echivalentă, intervin cu pondere crescută atât rezistența terminalelor condensatorului și a electrolitului, cât și rezistența de pierderi prin conducție, în dielectricul format din oxid de aluminiu:  $Al_2O_3$ . Un electrod (catodul), este alcătuit din aluminiu, iar celălalt (anodul), este conectat la electrolit. Din schema echivalentă pot fi excluse la pulsații reduse:  $\omega \gg 0$ , atât inductivitatea "L", cât și componenta:  $1/(\omega C tg \delta_\epsilon)$ .



Schema echivalentă și structura unui condensator polarizat, în regim staționar.

Catodul este alcătuit dintr-o folie din aluminiu, cu conductivitate electronică, electronii având mobilitate " $\mu_e$ " ridicată, iar anodul este un electrolit cu acțiune oxidantă asupra aluminiului și cu conductivitate ionică, ionii având mobilitate " $\mu_i$ " redusă, ceea ce justifică introducerea în schema echivalentă a rezistenței serie " $r_s$ ". Capacitatea condensatorului depinde de grosimea " $\delta$ " a stratului dielectric din oxidul de aluminiu, precum și de suprafața efectivă a armăturilor, care depinde de gradul de rugozitate al stratului de oxid și al foliei din aluminiu. În absența unei tensiuni aplicate între electrozi, între folia din aluminiu și electrolit există o barieră de potențial electrochimic " $U_b$ ", care nu permite purtătorilor de sarcină: electroni sau ioni, să străbată joncțiunea.

Aplicând între electrozi o tensiune crescătoare de polarizare directă " $U_{dir}$ ", numărul purtătorilor de sarcină se mărește pe de o parte, iar pe de altă parte, înălțimea barierei de potențial se mărește, având ca rezultat micșorarea numărului purtătorilor de sarcină care străbat joncțiunea. Întrucât primul efect este preponderent, curentul continuu prin condensator se mărește, dar în măsură relativ redusă, datorită celui de al doilea efect. Aceste concluzii, precum și cele expuse în continuare, s-au obținut pe baza rezultatelor experimentale, corelate cu studiul teoretic al proceselor care au loc.

La polarizare inversă, înălțimea barierei de potențial se micșorează, iar numărul purtătorilor de sarcină care străbat joncțiunea se mărește semnificativ pentru valori ale tensiunii:  $U_{inv.} > 1V$ , iar condensatorul se poate distruge prin încălzire excesivă datorită puterii disipate, dacă curentul prin condensator nu este limitat printr-o rezistență.

Cu creșterea temperaturii, reactivitatea electrolitului față de aluminiu se mărește, având ca urmare micșorarea grosimii " $\delta$ " a stratului dielectric, care devine mai uniform sau mai puțin rugos, determinând micșorarea suprafeței efective a armăturilor. Întrucât primul efect este preponderent, capacitatea condensatorului se mărește. Reactivitatea crescută a electrolitului determină creșterea înălțimii barierei de potențial electrochimic, ceea ce este echivalent cu îmbunătățirea proprietăților dielectrice ale oxidului de aluminiu. Astfel, rezistența de pierderi în materialul dielectric " $r_p$ " se mărește, iar tangenta unghiului de pierderi " $tg \delta_e$ " se micșorează. În același timp, mobilitatea ionilor se mărește considerabil, ceea ce este echivalent cu scăderea pronunțată a rezistenței " $r_s$ ". Întrucât acest ultim efect este preponderent, pentru tensiune aplicată constantă, cu creșterea temperaturii curentul continuu prin condensator se mărește.

Aplicând condensatorului o tensiune inversă la care apare procesul de străpungere, care nu este distructiv datorită prezenței în circuitul de măsurare a unei rezistențe de limitare a curentului invers, canalele din stratul de oxid se refac mai rapid la temperaturi crescute, datorită reactivității sporite a electrolitului. Astfel, folia din aluminiu se oxidează mai rapid în regiunea în care a existat un canal de străpungere, prin care electrolitul a ajuns în contact direct cu folia din aluminiu, iar numărul și contribuția canalelor de străpungere la curentul invers se micșorează. Aceeași comportare se obține și la polarizare directă în regim de străpungere, curentul prin condensator fiind limitat în același mod, prin intermediul unei rezistențe conectate în serie cu condensatorul. Refacerea stratului dielectric se poate efectua prin două procedee. Primul procedeu constă în încălzirea condensatorului într-o încălzitoare termostatăă, iar al doilea procedeu presupune aplicarea unei tensiuni de polarizare directă, care se mărește treptat, controlând în permanență curentul prin condensator, care este de asemenea limitat printr-o rezistență. Dacă prin creșterea tensiunii aplicate, curentul se mărește substanțial, se va micșora tensiunea astfel încât valoarea curentului să se încadreze în limite reduse, de ordinul câtorva zeci de  $\mu A$ . Condensatorul se menține în această stare o perioadă de timp, în care curentul se va micșora datorită refacerii stratului de oxid, după care se crește tensiunea directă aplicată, astfel încât curentul să se încadreze în aceleași limite reduse.

Creșterea valorii rezistenței serie produce pierderi prin încălzire și poate duce la deteriorarea componentelor din jur, chiar dacă valoarea capacității măsurate este corectă. Prin efect termic, mai ales condensatoarelor ce lucrează în curent alternativ, le scade capacitatea în timp, "îmbătrânesc" mai rapid.

Calculul reactanței <http://yo7kaj.oltenia.ro/TechnicalPages/Download/Reactanta.exe>

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} \quad (14)$$

unde:

$f$  = frecvența [Hz]  
 $C$  = capacitatea condensatorului, [Farad]

Ca să evaluăm pierderea prin rezistența serie a unui condensator va trebui să introducem un termen numit **factor de disipare** în circuitul oscilant, inversul factorului de calitate. Disiparea energiei electrice în toate mediile dielectrice se face sub formă de căldură. Măsurarea se face în curent alternativ, în care avem în dielectric electroni de conducție.

Energia electrică potențială este disipată în toate materialele dielectrice, de obicei sub formă de căldură. Într-un condensator confecționat dintr-un dielectric plasat între conductori, tipic modelul elementul lumped, include un condensator ideal fără pierderi în serie cu un rezistor numit rezistență echivalentă serie (RES) așa cum se arată mai jos VSH reprezintă pierderi în condensator. Într-un condensator bun VSH este foarte mic, iar într-un condensator defect VSH este mare. VSH nu este pur și simplu o rezistență care ar putea fi măsurată cu un ohmmetru. ESR este o cantitate derivată cu origini fizice ale electronilor de conducție dielectrică și fenomenului de relaxare dipol. Într-un dielectric cazul electronilor de conducție pierderea dominantă este calculată astfel:

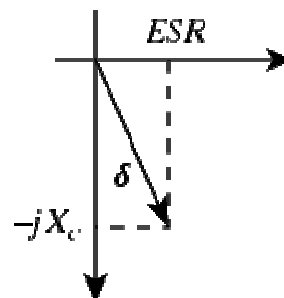
$$ESR = \frac{\sigma}{\epsilon \omega^2 C} \quad (15)$$

unde:

$\sigma$  = conductivitatea dielectricului,  
 $\omega$  = frecvența unghiulară a curentului alternativ,  
 $\epsilon$  = permitivitatea dielectricului,  
 $C$  = capacitatea ideală, fără pierderi.



Impedance plane



Valori tipice ESR pentru capacități:

Tip	22 μF	100 μF
Standard aluminum	0.1 - 3.0 Ω	0.05 - 0.5 Ω
Ceramic	<0.015 Ω	

Un condensator real, are un model de element lumped, un condensator ideal în serie cu o rezistență echivalentă serie, de pierderi, (ESR). Tangenta de pierdere este definită de unghiul dintre vectorul impedanței condensatorului și axa reactiv negativă.

În practică nici un element de circuit nu este pur inductiv, capacitiv sau pur rezistiv, dar dacă una dintre proprietăți predomină, el se poate considera ca atare.

Dacă condensatorul este folosit într-un circuit de curent alternativ, datorită condensatorului non-ideal, factorul de disipare DF este exprimat ca raportul dintre pierderea de putere rezistivă în VSH și puterea reactivă oscilantă în condensator, sau:

$$DF = \frac{i^2 ESR}{i^2 |X_c|} = \omega C \cdot ESR = \frac{\sigma}{\epsilon \omega} = \frac{1}{Q} \quad (16)$$

Când reprezentăm parametrii de circuit electric ca vectori într-un plan complex, cunoscut sub numele de fazori, factorul de disipare al unui condensator este egal cu tangenta unghiului dintre vectorul impedanței condensatorului și axa reactivă negativă, așa cum se arată în diagrama din dreapta. Aceasta dă naștere la parametrul cunoscut ca tangenta pierdere  $\delta$  unde:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{ESR}{|X_c|} = DF \quad (17)$$

Deoarece factorul de disipare  $DF$  într-un condensator bun este de obicei mic,  $\delta \sim DF$ , și este adesea exprimat în procente.

$DF$  aproximează factorul de putere atunci când  $ESR$  este mult mai mic decât  $X_c$ .

$DF$  va varia în funcție de materialul dielectric și frecvența semnalelor electrice. La constante dielectrice scăzute ( low-k ), ceramică compensată cu temperatura,  $DF$  este tipic de 0,1% până la 0,2%. În ceramica cu constantă dielectrică ridicată, factorul de disipare poate fi de 1% până la 2%.

### Tendențe ale metodelor de măsură cu ESR-metru

- Ce utilizăm? - tensiune constantă sau curent constant? În ce domeniu de valori?
- Semnalul de test - sinusoidal sau dreptunghiular? La ce frecvență ?
- Scară - liniară sau logaritmică?
- Afișare - analogică sau digitală?
- Intrări - protejate sau nu?
- Care ar fi limitele corecte ale valorilor măsurate cu ESR-metru?
- În ce domeniu al rezistențelor ?
- Cât de sensibil ar trebui să fie ?
- Capacități încărcate sau nu ?

### Bibliografie

1. <http://www.scritube.com/tehnica-mecanica/Condensatoare2327151914.php>
2. [http://translate.googleusercontent.com/translate\\_c?depth=1&hl=ro&prev=/search%3Fq%3Dhttp://en.wikipedia.org/wiki/Equivalent\\_series\\_resistance%26biw%3D1440%26bih%3D701&rurl=translate.google.ro&sl=en&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Dissipation\\_factor&usg=ALkJrhhADbUBW0nNXVtZ4XhThNv9IF6TQQ](http://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=ro&prev=/search%3Fq%3Dhttp://en.wikipedia.org/wiki/Equivalent_series_resistance%26biw%3D1440%26bih%3D701&rurl=translate.google.ro&sl=en&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Dissipation_factor&usg=ALkJrhhADbUBW0nNXVtZ4XhThNv9IF6TQQ)
3. <http://www.electricalc.ro/index.php/electrotehnica/impedanta-si-admitanta>
4. [http://www.cetti.ro/v2/curs\\_ccp/materiale\\_ccp/CONDENSATOARE/Condensatoare\\_2013\\_revG.pdf](http://www.cetti.ro/v2/curs_ccp/materiale_ccp/CONDENSATOARE/Condensatoare_2013_revG.pdf)

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