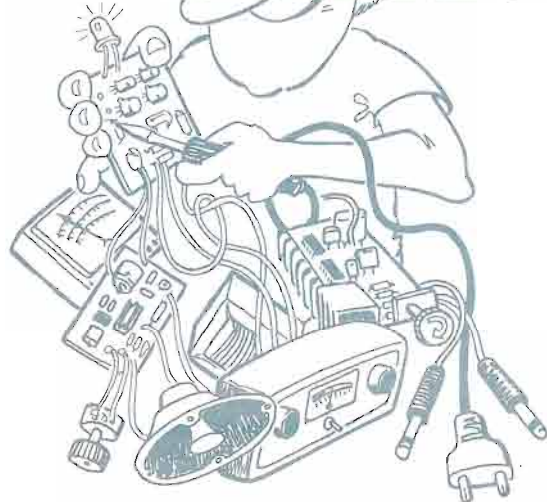


CORSO ELEMENTARE DI ELETTRONICA



PRIMI PASSI

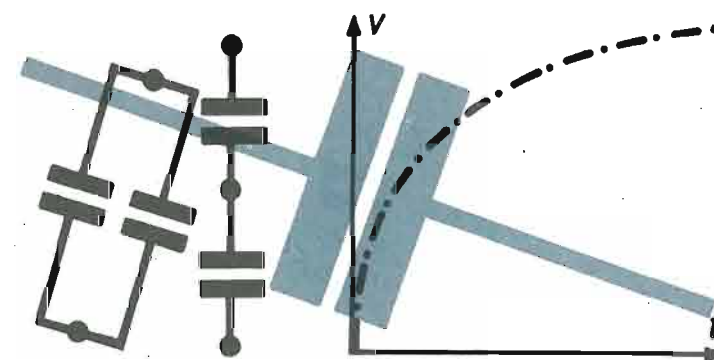
COLLEGAMENTI CAPACITIVI

Tutti i condensatori, di qualunque tipo essi siano, possono essere collegati tra loro, come si fa per le resistenze o per altri componenti elettronici. E i collegamenti avvengono in tre modi diversi: in parallelo, in serie, in serie-parallelo. I primi due sono certamente i più comuni, il terzo si verifica molto raramente. In ogni caso, gli scopi per cui, anziché utilizzare un solo condensatore, si impiegano due o più elementi, diversamente connessi, sono molteplici. Il primo dei quali viene imposto dalla necessità di raggiungere un valore capacitivo non disponibile al momento nel proprio laboratorio o difficilmente reperibile in commercio; il secondo scaturisce dalla necessità di ridurre le reattanze e poi, via via, vengono tutti gli altri, quali l'aumento della tensione di lavoro, l'immunità ai picchi di tensione, la resistenza agli agenti esterni, l'insensibilità alle escursioni termiche. Tuttavia, assai raramente il dilettante è chiamato

a risolvere questi ulteriori problemi tecnici, dato che un tale compito rimane quasi sempre affidato al progettista. Noi stessi, infatti, quando presentiamo un circuito in cui, ad esempio, in sostituzione di un solo condensatore ve ne sono due collegati in parallelo, per non creare imbarazzo nella mente del lettore, ci premuriamo di giustificare il fatto con ampie e doverose spiegazioni. Ma passiamo senz'altro all'esame dei diversi tipi di collegamenti di condensatori, anticipando la notizia che, per conoscere taluni valori risultanti, si deve ricorrere alla matematica e, in particolare, all'applicazione di certe espressioni algebriche.

COLLEGAMENTI IN PARALLELO

Il collegamento in parallelo di due condensatori è rappresentato simbolicamente in figura 1. Quello



di tre condensatori è riportato in figura 2. Più precisamente, sulla sinistra di entrambe le figure è simboleggiato il collegamento in parallelo, sulla destra il solo condensatore corrispondente all'insieme di condensatori.

Questo tipo di collegamento è certamente il più semplice da valutare, perché richiede soltanto una o più operazioni di addizione. Infatti, per determinare il valore capacitivo risultante, basta sommare tra di loro tutti i valori capacitivi dei condensatori che concorrono alla formazione del collegamento in parallelo. Si suole quindi dire che il valore capacitivo di più condensatori collegati in parallelo è dato dalla somma delle capacità singole. Ma questo, del resto, è un concetto che si spiega assai facilmente se si pensa che, in tale sistema di collegamento, tutte le armature, con cariche elettriche di uno stesso segno, risultano elettricamente connesse tra di loro e sono pure collegate tra loro le armature sulle quali sono condensate le cariche elettriche di segno opposto. Il risultato è dunque evidente: con questo collegamento si compone un unico condensatore, composto da due sole armature, le cui superfici sono la somma delle superfici dei diversi condensatori che partecipano al cablaggio in parallelo. Quindi, indicando con $C_1, C_2, C_3, \dots C_n$ i condensatori collegati, il valore della capacità risultante è dato da:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots C_n$$

Nell'esempio di figura 1, i due condensatori collegati in parallelo hanno i seguenti valori: $C_1 = 250 \text{ pF}$; $C_2 = 1.000 \text{ pF}$; dunque:

$$C_3 = C_1 + C_2 = 250 + 1.000 = 1.250 \text{ pF}$$

Nell'esempio di figura 2, invece, i tre condensatori collegati in parallelo hanno i seguenti valori: $C_1 = 50 \text{ pF}$; $C_2 = 100 \text{ pF}$; $C_3 = 1.000 \text{ pF}$; dunque:

$$C_4 = 50 + 100 + 1.000 = 1.150 \text{ pF}$$

Possiamo ora concludere dicendo che, qualunque sia il numero di condensatori collegati in parallelo, il valore capacitivo risultante dal collegamento è dato dalla somma matematica dei valori dei singoli condensatori.

COLLEGAMENTI IN SERIE

Mentre il calcolo della capacità risultante da un insieme di due o più condensatori collegati in parallelo è assai semplice, perché si tratta di eseguire una normale operazione di addizione dei valori capacitivi inseriti nel collegamento, per i condensatori collegati in serie il calcolo, come già preannunciato, si presenta un po' più complesso. Occorre infatti, in questo secondo caso, applicare alcune formule algebriche, peraltro elementari e facilmente risolvibili anche da coloro che non hanno una specifica preparazione in materia. Il calcolo della capacità risultante dal collegamento di due o più condensatori in serie diviene semplicissimo se tutti i componenti presentano lo stesso valore capacitivo. Basta applicare la seguente formula per avere immediatamente il risultato:

$$C = C_1 : n$$

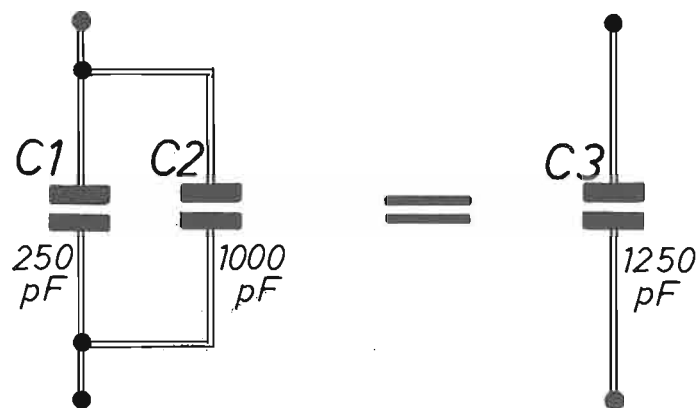


Fig. 1 - Il valore capacitivo, risultante dall'accoppiamento di due condensatori collegati in parallelo, equivale alla somma matematica dei singoli valori dei condensatori che partecipano al collegamento. Quindi $C1 + C2 = C3 = 250\text{pF} + 1.000\text{pF} = 1.250 \text{ pF}$.

nella quale C identifica il valore capacitivo risultante, C1 quello di un solo condensatore ed n il numero dei condensatori, tutti dello stesso valore, collegati in serie. Per esempio, se si collegano in serie tre condensatori del valore di 30 pF, la capacità risultante è di:

$$C = 30 : 3 = 10 \text{ pF}$$

Ma se i valori capacitivi sono diversi e i condensa-

tori collegati in serie sono soltanto due, allora vale la formula:

$$C = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2}$$

Un esempio di questo tipo di collegamento è riportato in figura 3, nella quale i due condensatori C1 e C2 hanno i seguenti valori capacitivi: 150 pF e 330 pF. Applicando la formula ora citata, si ha:

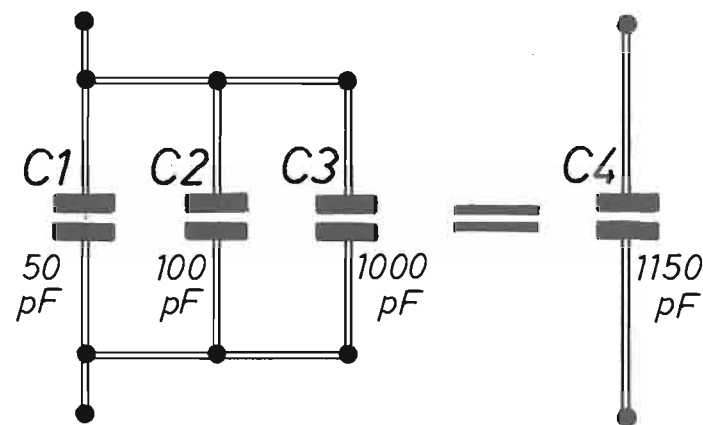


Fig. 2 - Qualunque sia il numero di condensatori, che formano il collegamento in parallelo, il valore capacitivo risultante è sempre dato dalla somma matematica dei singoli valori. In questo esempio $C1 + C2 + C3 = C4 = 50\text{pF} + 100\text{pF} + 1.000\text{pF} = 1.150\text{pF}$.

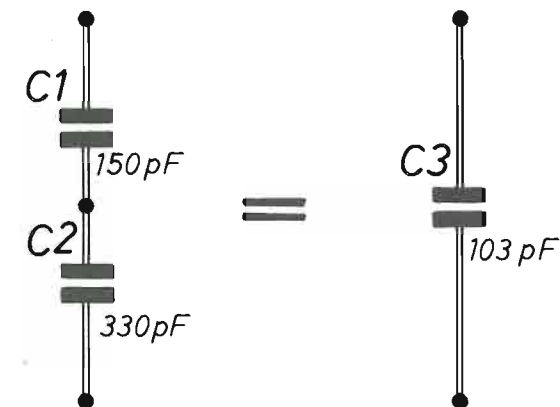


Fig. 3 - Per stabilire il valore capacitivo risultante dal collegamento in serie di due condensatori, occorre applicare una semplice formula algebrica. Nell'esempio di figura $C1 + C2 = C3 = 103 \text{ pF}$.

$$C3 = \frac{150 \times 330}{150 + 330} = \frac{49.500}{480} = 103,125 \text{ pF}$$

Un secondo esempio di collegamento in serie di tre condensatori è quello riportato in figura 4, nel quale i componenti assumono i seguenti valori: C1 = 100 pF; C2 = 330 pF; C3 = 500 pF. In questo caso, per stabilire il valore capacitivo risultante dal collegamento in serie, occorre ap-

plicare l'ultima formula pubblicata:

$$C4 = \frac{1}{\frac{1}{100} + \frac{1}{330} + \frac{1}{500}} = 66,5 \text{ pF}$$

Ma questa formula raramente viene utilizzata dai principianti, i quali possono anche dimenticarla. Occorre invece tenere bene a memoria la prima e

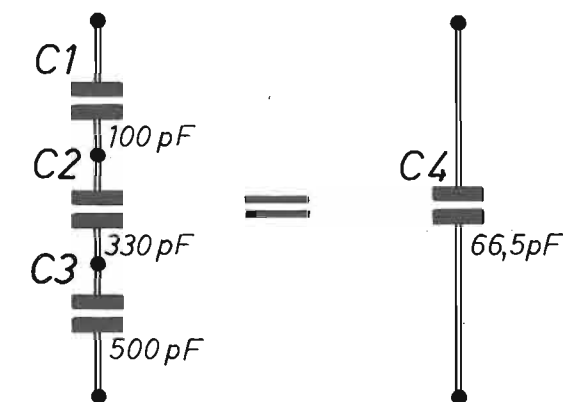


Fig. 4 - Il calcolo più complesso si verifica quando, come in questo esempio di collegamento in serie di tre condensatori, i componenti che partecipano al cablaggio d'insieme sono più di due, perché la formula da applicare, in tal caso, è abbastanza complicata per chi non ha conservato l'esercizio pratico con le frazioni matematiche.

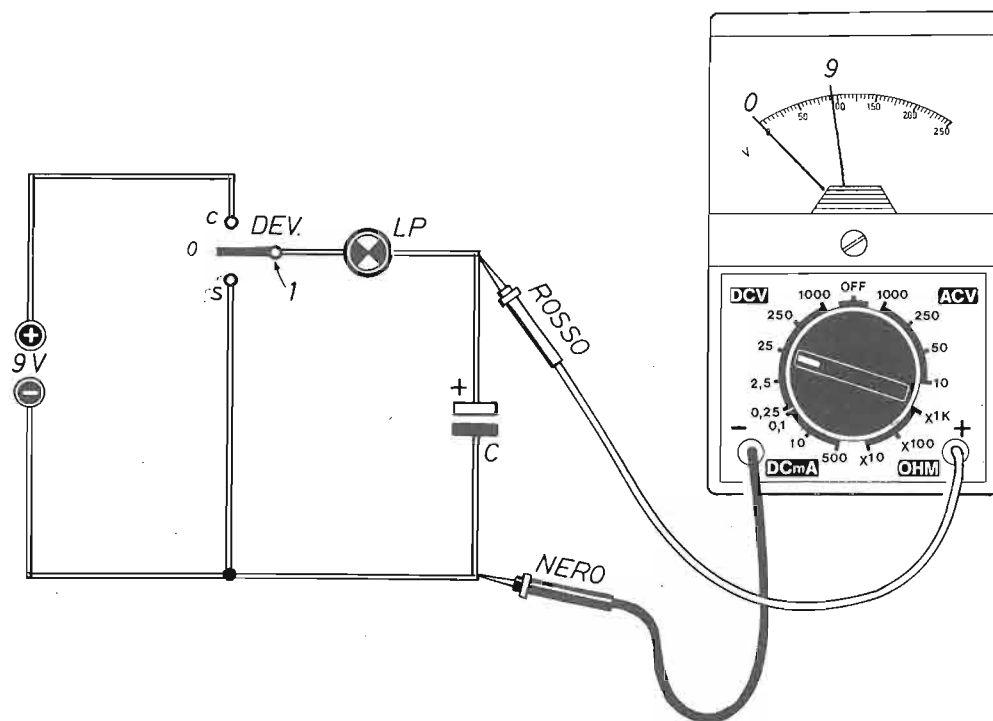


Fig. 5 - Tramite questo semplice circuito sperimentale, il lettore può verificare il processo di carica e di scarica di un condensatore elettrolitico, ossia di elevata capacità.

C = 4.700 μ F - 16 VI (elettrolitico)
 LP = lampadina (6 V - 50 mA)

DEV. = deviatore (1 via - 2 posizioni)
 PILA = 9 V (2 elementi da 4,5 V in serie)

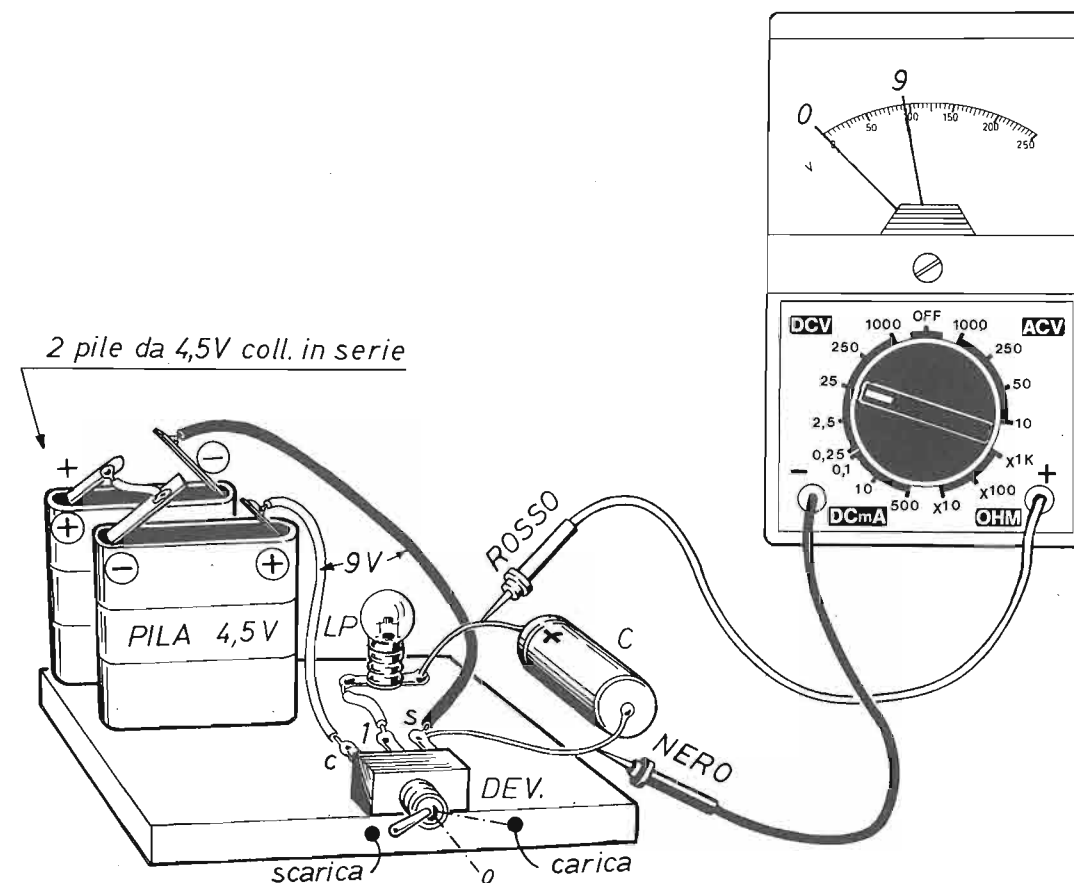


Fig. 6 - Realizzazione pratica del circuito sperimentale di controllo dei fenomeni di carica e scarica di un condensatore elettrolitico.

la seconda formula relativa al collegamento in serie, ossia quella in cui tutti i condensatori hanno lo stesso valore capacitivo e quella in cui sono collegati due soli condensatori di diverso valore. La validità dei calcoli eseguiti, con tutte le formule fin qui proposte, sussiste soltanto se viene rispettata la condizione che tutti i valori capacitivi vengano espressi con la stessa misura. Per esempio, facendo riferimento allo schema di figura 1, i valori di C1 e C2 sono formulati in picofarad (pF); ma se uno soltanto di questi fosse stato indicato con altra misura, ad esempio in microfarad (μ F), prima di eseguire l'operazione di addizione occorre eseguire la trasformazione da microfarad e picofarad. Al condensatore C2, infatti, si poteva attribuire il valore di 0,001 μ F, che è uguale a 1.000 pF.

Per concludere, raccomandiamo, prima di eseguire qualsiasi operazione, vale a dire prima di applicare le formule citate, di controllare che tutti i valori capacitivi dei condensatori, che formano sia il collegamento in parallelo, sia quello in serie, siano espressi in una stessa misura: microfarad (μ F), nanofarad (nF), picofarad (pF). Il picofarad si usa normalmente per valori fino a 100.000 pF. Per valori capacitivi più elevati si usa il μ F. Ad ogni modo occorre ricordare che, a volte, si fa uso del microfarad anche per valori non molto elevati. Pertanto conviene tenere bene a memoria le seguenti corrispondenze:

0,1 μ F = 100.000 pF
 0,01 μ F = 10.000 pF
 0,001 μ F = 1.000 pF

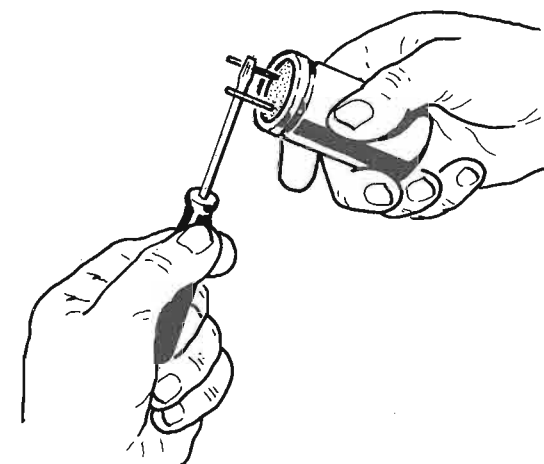


Fig. 7 - È buona regola, prima di riporre nel luogo di conservazione un condensatore elettrolitico, provvedere alla sua completa scarica, cortocircuitando, con la lama di un cacciavite, i due terminali.

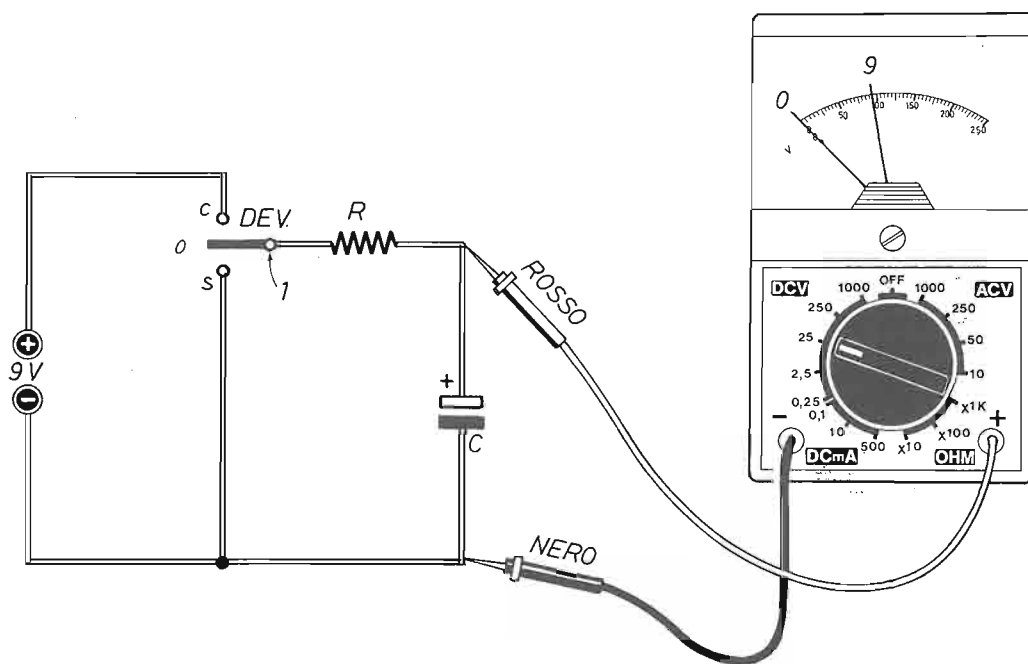


Fig. 8 - Il processo di carica e scarica, di un condensatore elettrolitico, si sviluppa più lentamente, collegando, in serie con il morsetto positivo del condensatore, una resistenza di adeguato valore ohmico.

C = 4.700 μ F - 16 VI (elettrolitico)
R = 2.700 ohm

DEV. = deviatore (1 via - 2 posizioni)
PILA = 9 V (2 elementi da 4,5 V in serie)

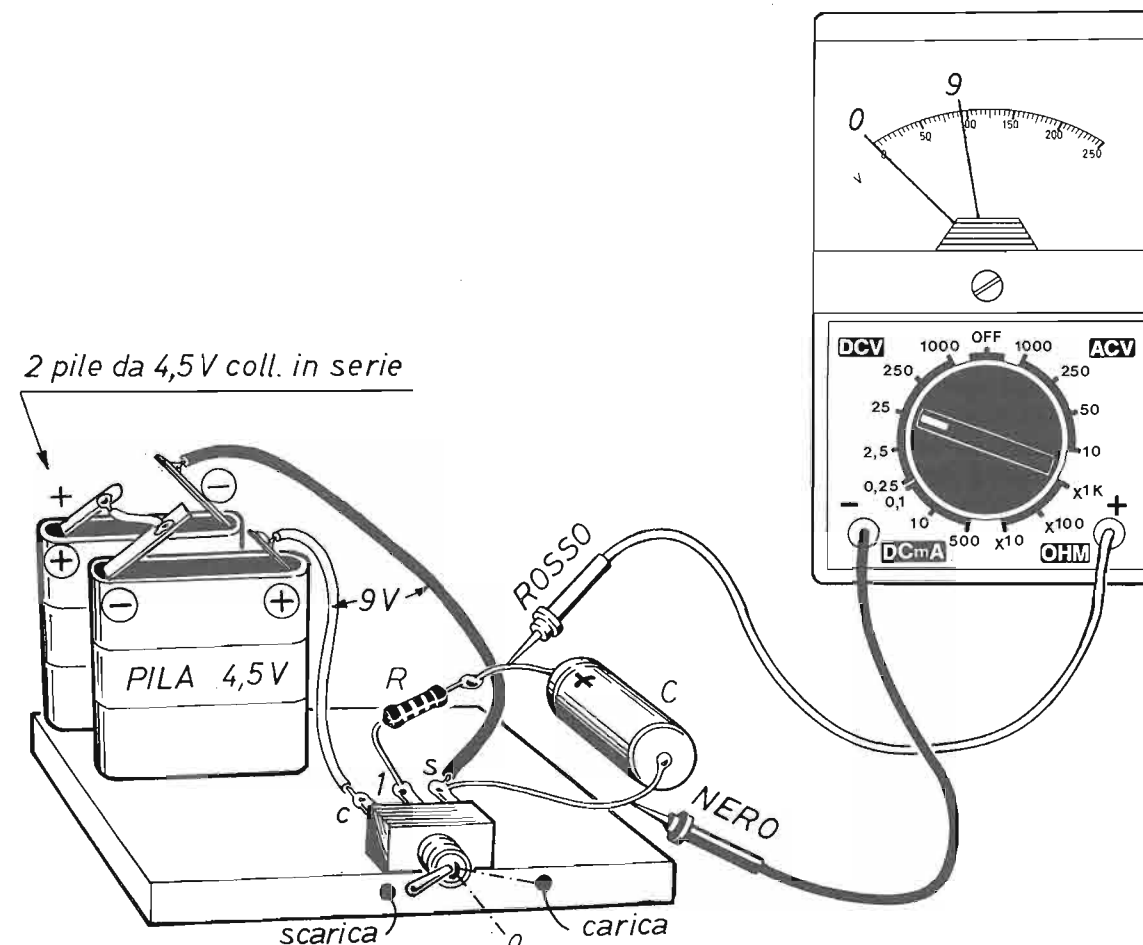


Fig. 9 - Piano costruttivo dell'esperimento con il quale il processo di carica e scarica di un condensatore elettrolitico si sviluppa in modo lento ma sicuramente analizzabile sulla scala del tester.

Il nanofarad, a differenza del picofarad e del microfarad, è una misura poco usata nel settore dilettantistico.

CARICA E SCARICA

È stato detto che il condensatore, in modo particolare quando il valore capacitivo di questo è elevato, si comporta come un serbatoio di cariche elettriche, che si accumulano sulle due armature del componente dopo averlo collegato ad un generatore elettrico, per esempio ad una pila. Ed è anche stato detto che il condensatore conserva, per un tempo più o meno lungo, la carica, ma la restituisce quando i suoi terminali vengono cortocircuitati o collegati con un circuito chiuso. Ebbene,

questo importante concetto, che viene definito con l'espressione di "carica e scarica del condensatore", merita ora alcune particolari considerazioni e, soprattutto, alcune pratiche applicazioni. Prendiamo quindi in esame il circuito teorico di figura 5, composto da una pila da 9 V, da un deviatore, una lampada, un condensatore elettrolitico, ossia un componente di elevata capacità ed un tester, commutato nella funzione di voltmetro in continua e su una scala superiore al valore della tensione della pila; con il modello di tester impiegato, la commutazione è fatta sul valore di 25 Vcc fondo-scala.

L'esperimento consiste nel caricare e scaricare, tramite il deviatore, il condensatore C e nel controllare gli effetti sulla lampadina LP e sull'indice del tester.

Quando si inserisce nel circuito la pila da 9 V, il deviatore deve rimanere posizionato sullo zero (0). In tali condizioni circuitali, la lampada LP rimane spenta ed il tester misura 0 V. Successivamente si commuta il deviatore su C (carica) e si osserva che la lampada LP si accende per un attimo, mentre il tester segnala il valore di 9 V. Si può così arguire che l'accensione temporanea della lampada è dovuta ad un rapido passaggio di corrente, che è la corrente di carica di C, inizialmente intensa, tanto da accendere la lampadina, ma successivamente e gradatamente debole, fino all'estinzione completa. L'esperimento continua posizionando ora il de-

viatore un'altra volta su 0. Si potrà così notare che, pur essendo stato disinserito il generatore, cioè la pila, l'indice del tester rimane ancora fermo sul valore di 9 V, confermando che il condensatore C si è caricato in precedenza e conserva la carica alla tensione di 9 V. Poi, lentamente, il valore di 9 V diminuisce col passare del tempo, principalmente perché il tester, per funzionare, ossia per mantenere l'indice fermo sul valore di 9 V, necessita di una piccola corrente, che viene fornita dal condensatore carico. In ogni caso, con gli elementi prescritti per la composizione del circuito di figura 5, il tester segnala ancora una tensione di qualche volt dopo due ore.

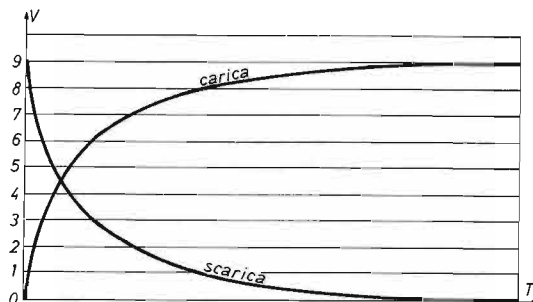


Fig. 10 - I due processi di carica e scarica di un condensatore, vengono interpretati analiticamente attraverso le due curve qui riportate, che sono perfettamente simmetriche pur presentando andamento opposto.

La seconda parte dell'esperimento consiste dapprima nella ripetizione del processo di carica del condensatore, posizionando il deviatore su C e poi, dopo aver atteso per un po' di tempo, necessario a completare la carica del condensatore, nella commutazione del deviatore su S (scarica). Con questa operazione si cortocircuita praticamente il condensatore elettrolitico carico alla tensione di 9 V. Ed il risultato lo si nota osservando sia la lampadina che l'indice del tester. La prima,

infatti, rivela un guizzo luminoso, il secondo raggiunge istantaneamente l'inizio scala, segnalando il valore di 0 V. Dunque, il condensatore C si è ora scaricato, ossia ha ceduto tutta l'energia elettrica, assorbita in precedenza dalla pila, alla lampadina che, per un attimo, si è accesa. Ricordiamo che i condensatori di grande e media capacità, quando sono carichi, possono conservare la carica per molti giorni; è buona norma, quindi, quando questi vengono riposti nel luogo

di conservazione, provvedere alla loro completa scarica, cortocircuitandone i terminali con un cacciavite, come indicato in figura 7 e ripetendo più volte questa operazione nell'arco di tempo di alcuni minuti.

Lo schema proposto in figura 6 rappresenta la realizzazione pratica dello schema teorico di figura 5. Il cablaggio del circuito si esegue su una tavoletta di legno, facendo bene attenzione a collegare il reoforo positivo del condensatore elettrolitico, il cui valore è di $4.700 \mu\text{F} - 16 \text{V}$, su un terminale della lampadina da 6 V - 50 mA. L'altro terminale della lampadina va connesso con il morsetto centrale (1) del deviatore. Il polo negativo della batteria, composta da due elementi da 4,5 V ciascuno, collegati in serie, rimane applicato, tramite filo conduttore, al morsetto S del deviatore.

I puntali del tester debbono essere utilizzati nel modo indicato in figura 6: puntale rosso sul reoforo positivo di C e puntale nero su quello negativo. Il circuito teorico presentato in figura 8 ripropone, quasi interamente, quello di figura 5, con la sola differenza della sostituzione della lampadina

con una resistenza di maggior valore ohmmico: $R = 2.700 \text{ ohm}$. Anche di questo schema presentiamo il piano costruttivo in figura 9, che deve essere realizzato con le medesime modalità con cui è stato composto l'esperimento di figura 6.

Ripetendo l'operazione di carica del condensatore C, mediante commutazione del deviatore su C, si potrà notare come la tensione, segnalata dal tester, dapprima sale rapidamente e poi continua a salire in maniera sempre più lenta, mano a mano che ci si avvicina al valore di 9 Vcc. Anche il processo di scarica di C, ottenuto con il deviatore commutato su S, si sviluppa allo stesso modo, dapprima rapidamente e poi sempre più lentamente e potrà essere ugualmente seguito osservando il comportamento dell'indice del tester.

I due fenomeni elettrici di carica e scarica, analizzati praticamente attraverso l'esperimento di figura 8, vengono diagrammati, ovvero interpretati analiticamente, attraverso le due curve riportate in figura 10. Come si può notare, le due curve sono perfettamente identiche, ma opposte; sull'asse orizzontale sono riportati i tempi, su quello verticale i valori delle tensioni.

ELETRONICA PRATICA

RIVISTA MENSILE PER GLI APPASSIONATI DI ELETRONICA - RADIO - OM - 27 MHz

PERIODICO MENSILE - SPED. IN ABB. POST. GR. 3770

L. 3.500

DIDATTICA ED APPLICAZIONI

NUMERO SPECIALE ESTATE '86



MANUALE - GUIDA

PER ELETTRODILETTANTI

IL FASCICOLO ARRETRATO ESTATE 1986

È un numero speciale di teoria e applicazioni varie, appositamente concepito per i principianti che vogliono apprendere, in casa propria, quegli elementi che consentono di costruire, collaudare e riparare molti apparati elettronici.

Il contenuto e la materia trattata fanno di questo fascicolo un vero

MANUALE-GUIDA

al prezzo di L. 4.000

Chi non ne fosse ancora in possesso, può richiederlo a: ELETRONICA PRATICA - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52, inviando anticipatamente l'importo di L. 4.000 a mezzo vaglia postale, conto corrente postale n. 916205 o assegno bancario.

IL CORREDO DEL PRINCIPIANTE

L. 26.000

Per agevolare il lavoro di chi inizia la pratica dell'elettronica è stato approntato questo utilissimo kit, contenente, oltre che un moderno saldatore, leggero e maneggevole, adatto per tutte le esigenze del principiante, altri elementi ed utensili, offerti ai lettori del presente periodico ad un prezzo assolutamente eccezionale.

CONTENUTO:

Saldatore elettrico (220 V - 25 W)

Appoggiasaldatore da banco

Spiralina filo-stagno

Scatola contenente pasta disossidante

Pinza a molla in materiale isolante

Tronchesino tranciaconduttori con impugnatura anatomica ed apertura a molla

Cacciavite micro per regolazioni varie



Le richieste del CORREDO DEL PRINCIPIANTE debbono essere fatte a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20 (Tel. 279831), inviando anticipatamente l'importo di Lire 26.000 a mezzo vaglia postale, assegno circolare, assegno bancario o c.c.p. N. 46013207 (le spese di spedizione sono comprese nel prezzo).