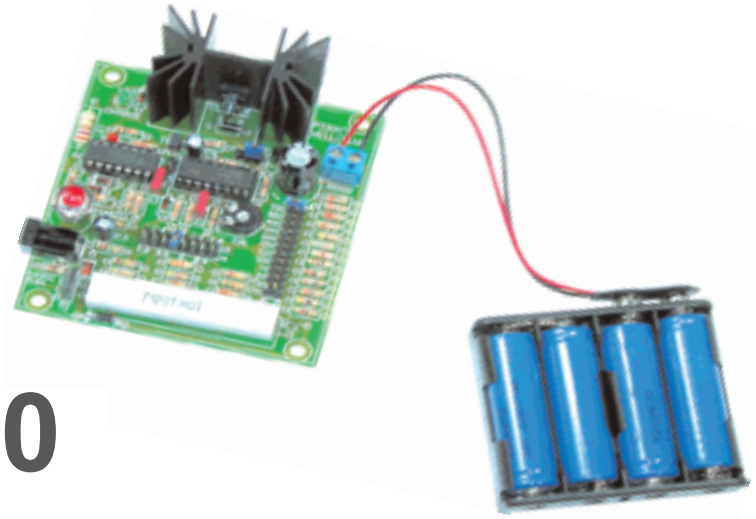
CARICA E SCARICA BATTERIE UNIVERSALE



K7300

Il kit che proponiamo in questo articolo è un carica batterie universale, in grado cioè di ricaricare vari formati di pile. È possibile utilizzarlo sia con batterie Ni/Cd (Nichel-Cadmio), che con batterie Ni/MH (Idrato di Nichel). Mediante semplici jumper consente di selezionare il valore della corrente con la quale si desidera ricaricare la batteria. In più è equipaggiato con un sistema in grado di verificare lo stato di carica della batteria, ed eventualmente, se le batterie non sono completamente esaurite, attua automaticamente un processo di scarica prima di iniziare quello di carica. Dispone inoltre di due modalità di carica: una normale (di durata pari a 14 ore) ed una veloce (52 minuti), quest'ultima utilizzabile nel caso abbiate fretta. Richiede una alimentazione in continua di 15V/800mA, applicabile grazie a un apposito adattatore da rete.

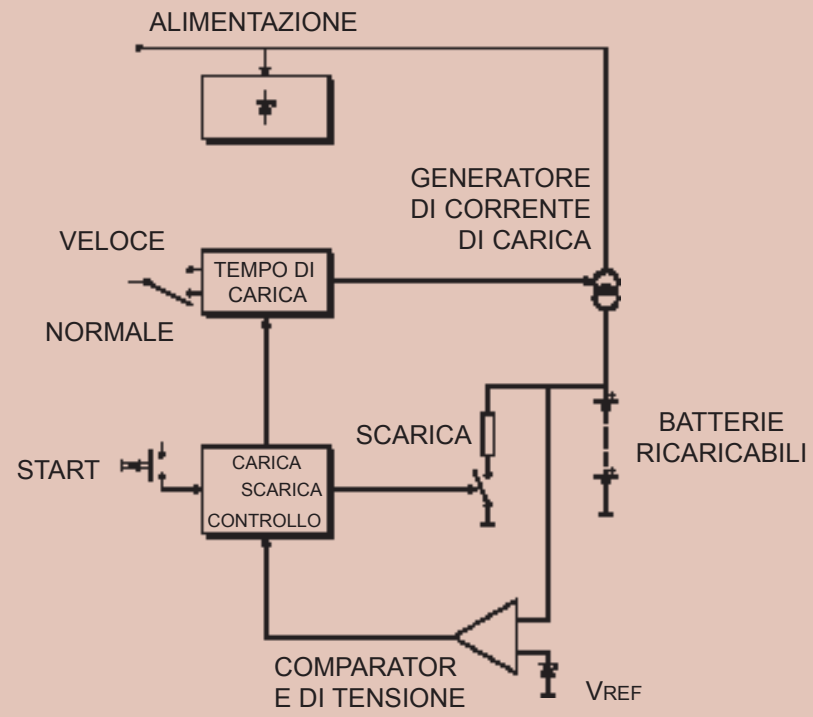
SCHEMA A BLOCCHI

Prima di analizzare lo schema elettrico del circuito, iniziamo a considerare lo schema a blocchi dello stesso. Come si vede è presente una sezione di alimentazione che ha il compito di fornire la corretta tensione a tutti i componenti del circuito ed un "Generatore di Corrente di Carica", che attinge potenza dall'alimentatore, con il compito di rendere disponibile la corrente necessaria per caricare le batterie. Il processo di carica/scarica è regolato da un "Controllore", che attiva i meccanismi di carica o di scarica a seconda che la tensione presente sulla batteria sia minore o maggiore di una tensione presa come riferimento (Vref). Il confronto tra Vref e la tensione della batteria viene realizzato da un "Comparatore di Tensione", che comunica il proprio risultato al controllore. Sulla base di questo risultato, il controllore attiverà il meccanismo di scarica o andrà a iniziare il processo di carica. La durata della carica viene gestita dal blocco "Tempo di Carica": tale blocco comanda il generatore di corrente, il quale continua a fornire corrente alla pila fino a quando non scade il tempo prefissato. A questo punto viene bloccata la corrente ed il processo si conclude. Al blocco "Tempo di carica" può essere anche specificato dall'esterno che metodo di carica è stato scelto, tra veloce e normale. Infine, collegato al controllore, è presente un "Tasto" che comanda l'inizio del processo. Una volta compreso lo schema a blocchi e capito il funzionamento del processo, iniziamo a considerare il circuito elettrico ed a individuare al suo interno i vari blocchi logici.

CIRCUITO ELETTRICO

È facile trovare il blocco di alimentazione, che fornisce due livelli di tensione: V1 a 15V e +V a 12V. Sono naturalmente presenti i componenti R36, ZD2 e C4/C5, a protezione del circuito. Si individua il blocco (composto dalle resistenze R1, R2,..., R13) tramite il quale è possibile selezionare il valore della corrente di carica. L'invio o meno di tale corrente alla pila viene comandato tramite il transistor T3.
Il blocco "Tempo di Carica" è composto dal chip IC1 (un integrato CD4536), un contatore di eventi che, conoscendo la frequenza del singolo evento, è in grado di "misurare" lo scorrere del tempo. Nel nostro caso, l'evento da "contare" è realizzato tramite un oscillatore di tipo RC (composto da C1, R14, RV1 e R25). L'uscita OUT (piedino 13) del contatore comanda il transistor T3, e quindi abilita o meno l'invio della corrente nella batteria. La selezione del metodo di carica (veloce o normale) è realizzata tramite il jumper J2. Il controllo del blocco di "Scarica" avviene tramite i transistor T1 e T2, mentre la resistenza di scarica è rappresentata da R38. La tensione di riferimento (Vref) viene fornita dal diodo D1 (è pari quindi a circa 0,7V). Il comparatore di tensione viene realizzato dall'operazionale A1 che confronta Vref con la tensione della batteria; quest'ultima viene portata al comparatore tramite il partitore di tensione formato dalle resistenze R17, R18,..., R24. Chiudendo, con un ponticello, il relativo jumper è possibile selezionare il valore di tensione di carica. La logica di controllo fa capo agli operazionali A2 e A3. L'uscita di A2 comanda il piedino SET del contatore, abilitando quindi l'inizio del conteggio. L'uscita di A3 comanda invece T1 (e indirettamente T2) e quindi regola la scarica delle batterie sulla resistenza R38. Infine si trova il tasto SW1 che inizia il processo e i due led LD1 e LD2 che indicano, rispettivamente, se sono in atto i processi di scarica e carica delle batterie. Prima di analizzare l'evoluzione temporale del circuito, occupiamoci di un ultimo aspetto: il funzionamento dei piedini SET, RST, OUT e del contatore IC1. RST indica al contatore di azzerare il conteggio, mentre SET indica di iniziare lo stesso; entrambi sono attivi sul fronte di discesa. L'uscita OUT indica invece se il conteggio è terminato o meno: OUT rimane basso fino a quando il conteggio non termina; una volta che è stato terminato il conteggio, OUT viene posto alto. Il circuito è caratterizzato da due stati: uno di carica e uno di scarica. Quando si trova nello stato di carica, l'uscita di A3 è alta; il led LD1 è polarizzato inversamente e rimane spento (ad indicare che non è in atto la scarica). L'uscita alta di A3 manderà T1 in interdizione, rendendolo quindi un circuito aperto; la base di T2 sarà quindi a massa e lo stesso risulterà un circuito aperto; nella resistenza di scarica R38 non potrà quindi passare corrente. Parallelamente, sempre nello stato di carica, l'uscita OUT di IC1 è bassa (il conteggio non è ancora terminato): il led LD2 è polarizzato direttamente risultando quindi acceso. Inoltre, lo stato logico basso dell'uscita

SCHEMA A BLOCCHI DEL CIRCUITO



OUT, viene riportato anche sulla base di T3; quest'ultimo risulta quindi in saturazione consentendo che la corrente di carica arrivi alla pila (tale corrente non potrà circolare in R35 in quanto questo componente presenta una impedenza di 1MOhm né tantomeno in T2 in quanto in interdizione; la corrente non potrà fluire neppure nel partitore R17...R24 in quanto l'impedenza del morsetto V^+ di A1 è teoricamente infinita).

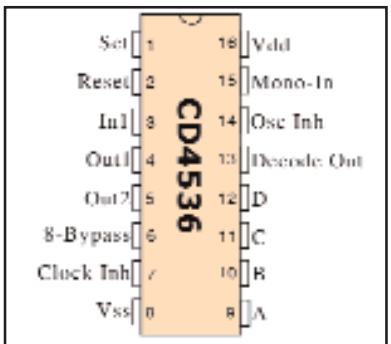
Quando, invece, il circuito si trova nello stato di scarica, l'uscita di A3 presenta un livello logico basso e LD1 risulta acceso. Per effetto del potenziale presente sulla base di T1, sia questo transistor che T2 si comporteranno come dei circuiti aperti; di conseguenza R38 verrà collegata a massa. La batteria potrà quindi scaricarsi sulla stessa. Inoltre, sempre nello stato di scarica, l'uscita OUT di IC1 è alta (il conteggio non è ancora iniziato); quindi LD2 è spento e T3 sarà interdetto; la corrente di carica non potrà quindi raggiungere la batteria.

Analizziamo ora come viene "generata" l'uscita di A3. Come visto, tale uscita regola i transistor T1 e T2, e quindi il processo di carica o scarica della batteria. Facciamo prima una considerazione iniziale: la funzione di R27 e R28 è quella di normale partitore di tensione. Servono quindi semplicemente per mantenere gli ingressi V^- e V^+, rispettivamente di A2 e A3, ad un potenziale di circa 9V.

Ipotizziamo ora di avere collegato al circuito una batteria non completamente scarica. Il valore della tensione della pila viene riportato, tramite il partitore, all'ingresso non invertente del comparatore A1. Tale valore viene confrontato con Vref. L'uscita di A1 risulta quindi alta, in quanto la tensione V^+ è maggiore di V^-; tale valore viene riportato anche all'ingresso non invertente di A2. In R26 non passa corrente (il diodo D2 risulta polarizzato inversamente), quindi tale valore di tensione viene riportato anche sul piedino SET. In pratica, fintanto che la tensione della pila non scende sotto Vref, il piedino SET rimane alto (non inizia quindi il conteggio). A3, come A1, funziona da comparatore. In questo caso la tensione presente sul morsetto V^- è maggiore di quella di 9V portata dal partitore R27/R28. L'uscita di A3 sarà quindi bassa che, come visto in precedenza, caratterizza lo stato di scarica. Si noti infine che, fintanto che SET rimane alto, anche l'uscita OUT di IC1 rimane alta. Situazione che caratterizza correttamente lo stato di scarica.

A causa del processo di scarica, ad un certo punto la tensione presente sulla pila scenderà al di sotto della tensione Vref. Di

IL CONTATORE CD4536



L'integrato CD4536 è un contatore programmabile, composto da 24 stati binari. Il chip quindi è in grado di realizzare conteggi che vanno da 1 fino a 2^{24}, ma può essere anche programmato per saltare i primi 8 stati ottenendo quindi un contatore a 16 stati (quindi da 1 fino a 2^{16}). In entrambi i casi, è possibile selezionare in input uno tra gli ultimi 16 stati come stato finale di conteggio, grazie a un codice binario composto da 4 bit (tramite i pin A/B/C/D; si veda la relativa tabella delle verità). Un livello alto sul bit 8-BYPASS indica al chip di saltare i primi 8 stati.

È inoltre disponibile un test veloce, selezionabile ponendo a 1 logico i pin 8-BYPASS, SET e RESET.

L'integrato può essere comandato da un clock o da un oscillatore RC, entrambi esterni. Il piedino IN1 serve come input sia per il clock che per l'oscillatore RC, mentre OUT1 e OUT2 sono usati come terminali di connessione per i componenti della rete RC. Sono inoltre disponibili due ingressi (SET e RESET) per comandare l'inizio e l'azzeramento del processo di conteggio e una uscita (DECODE OUT) per indicare quando il conteggio è terminato. Un 1 logico sul pin SET forza DECODE OUT alto; dopo che SET ridiscende allo stato basso, il primo fronte di discesa su IN1 causa l'abbassamento dell'uscita. Il conteggio inizia invece sul secondo fronte di discesa di IN1. La condizione di fine conteggio viene indicata portando DECODE OUT a un livello alto. L'azzeramento del conteggio avviene tramite il pin RESET: un 1 su RESET forza DECODE OUT a 0 e il contatore è azzerato.

Tabella delle verità

	INPUT				Stato finale del
8-Bypass	D	C	B	A	conteggio
0	0	0	0	0	9
0	0	0	0	1	10
0	0	0	1	0	11
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
0	1	1	1	1	24
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	2
1	0	0	1	0	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1	1	1	1	1	16

REGOLAZIONE DELLA FREQUENZA DI OSCILLAZIONE DEL CIRCUITO RC

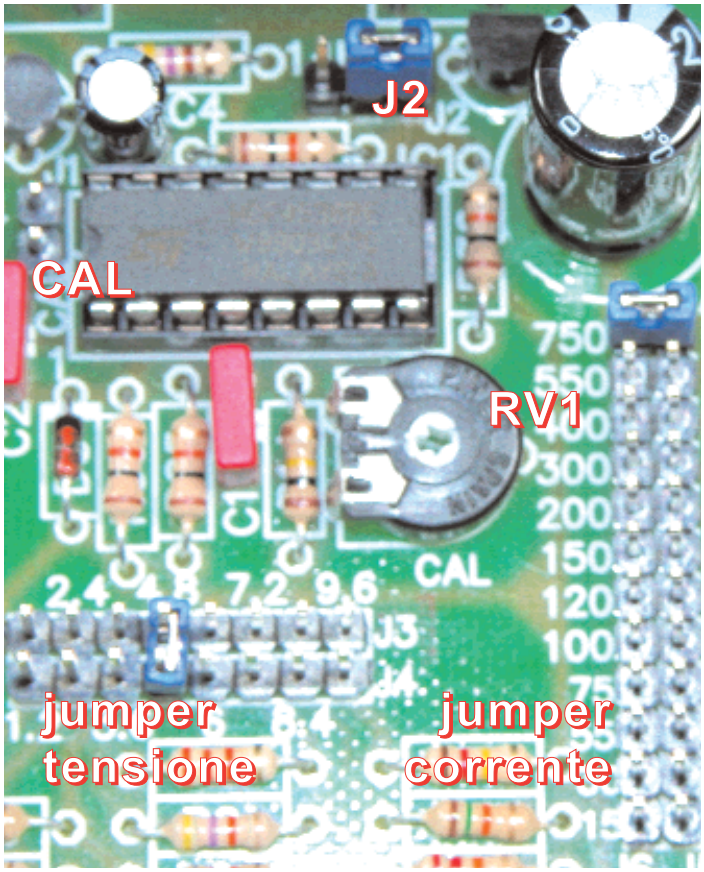
Come visto nel testo dell'articolo, il circuito misura lo scorrere del tempo contando un certo numero di oscillazioni del circuito RC di cui conosce la frequenza. Con riferimento al circuito, la frequenza di oscillazione può essere calcolata analiticamente come:

$$fc = \frac{1}{2{,}3C1(R14+RV1)}$$

Ogni resistenza però non è mai pari al proprio valore nominale, ma ha una propria tolleranza. Il valore di fc, nella realtà, risulterebbe quindi diverso dal valore teorico. Per questo è stato inserito il trimmer RV1, in modo da permettere di regolare la resistenza totale e quindi la frequenza fc.

Il circuito prevede la seguente routine di regolazione della frequenza di oscillazione:

- *montare un ponticello sul jumper CAL;*
- *montare un ponticello sul jumper J2 in posizione 52' (selezionare carica veloce),*
- *montare un ponticello sul jumper tensione a 1,2V;*
- *collegare l'alimentatore;*
- *portare RV1 in posizione centrale;*
- *premere il tasto SW1; il led verde si accende;*
- *attendere che il led verde si spenga, e cronometrare questo tempo;*
- *se il tempo è di 12 secondi, la frequenza di oscillazione è corretta;*
- *se il tempo è minore di 12 secondi, muovere RV1 verso destra e ripetere l'operazione;*
- *se il tempo è maggiore di 12 secondi, muovere RV1 verso sinistra e ripetere l'operazione;*
- *una volta trovato il giusto valore di resistenza, rimuovere il ponticello CAL.*



conseguenza l'uscita del comparatore A1 si porterà ad un valore basso. Tale valore verrà riportato sul piedino SET, dando quindi il via al conteggio. Inoltre, A3 si troverà una tensione V^+ maggiore di V^- passando da un livello logico basso ad uno alto. Inoltre quando SET scende, anche OUT scende. Lo stato di carica è quindi caratterizzato correttamente.

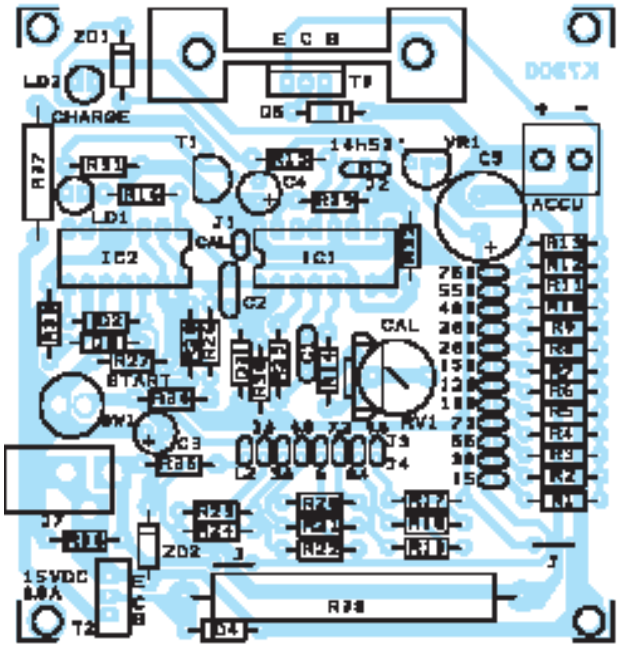
A causa della carica della pila, ad un certo punto si avrà che la tensione riportata sull'ingresso non invertente di A1 sarà di nuovo maggiore di Vref. Si noti però che il processo di carica non è da ritenersi concluso a questo punto, ma soltanto quando termina il conteggio. A causa degli ingressi, l'uscita di A1 risulterà alta. Se non ci fosse D2, tale uscita verrebbe riportata sul piedino SET, bloccando erroneamente il conteggio e il relativo processo di carica. D2 è stato quindi inserito per mantenere basso il potenziale dell'ingresso non invertente di A2 (e quindi il piedino SET) nonostante l'uscita alta di A1, consentendo quindi che il processo di carica continui fino a quando non termina il conteggio.

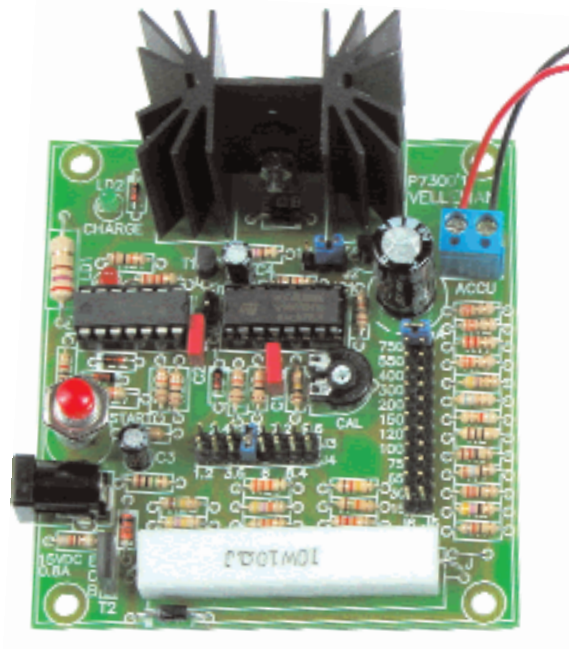
Una volta che il conteggio è terminato, l'uscita OUT di IC1 risulterà alta; LD2 sarà quindi spento e T3 risulterà un circuito aperto. Di conseguenza verrà bloccata l'immissione della corrente di carica nelle batterie. Si noti però che tutti i valori di tensione della parte di controllo del circuito non subiranno variazioni. In particolare, il transistor T2 continuerà a risultare in interdizione, impedendo quindi che la batteria appena caricata possa iniziare a scaricarsi su R38.

Analizziamo infine il funzionamento del tasto di start.

La pressione di SW1 deve portare il piedino SET ad un livello alto (l'abbassamento di SET e quindi l'inizio del conteggio è invece regolato dal confronto tra Vref e la tensione portata dalla pila); inoltre deve azzerare il contatore (RST deve quindi essere portato alto). Il primo risultato viene raggiunto grazie alle resistenze R34 e R26 che riportano la tensione +V al piedino SET; il secondo risultato, invece, viene raggiunto grazie all'operazionale A3 e ai meccanismi di carica/scarica del condensatore C2. Si noti inoltre la presenza di C3 in parallelo al tasto: la sua funzione è di semplice antirimbalzo di SW1.
Ancora due ultime precisazioni: la prima riguarda il ponticello J2, tramite il quale è possibile selezionare il tempo di carica. Collegando il morsetto C di IC1 a massa o a +12V si modifica lo stato finale del conteggio, e quindi la durata del processo di carica.
La seconda riguarda il ponticello J1, tramite il quale è possibile attivare la procedura di regolazione della frequenza di

PIANO DI MONTAGGIO E COMPONENTI





R1: 82 Ohm
R2: 47 Ohm
R3: 22 Ohm
R4: 18 Ohm
R5: 12 Ohm
R6: 10 Ohm
R7: 8,2 Ohm
R8: 6,8 Ohm
R9: 4,7 Ohm
R10: 3,3 Ohm
R11: 2,2 Ohm
R12: 3,3 Ohm
R13: 3,3 Ohm
R14: 100 KOhm
R15: 470 Ohm
R16: 2,2 KOhm
R17: 120 KOhm
R18: 15 KOhm
R19: 22 KOhm
R20: 33 KOhm
R21: 47 KOhm
R22: 82 KOhm
R23: 150 KOhm
R24: 470 KOhm
R25: 10 KOhm
R26: 10 KOhm
R27: 3,3 KOhm
R28: 10 KOhm
R29: 10 KOhm
R30: 10 KOhm
R31: 10 KOhm
R32: 10 KOhm
R33: 1 KOhm
R34: 33 Ohm
R35: 1 MOhm
R36: 82 Ohm
R37: 270 Ohm (1W)
R38: 10 Ohm (10W)
RV1: 250 KOhm
C1: 47 nF 63VL poliestere
C2: 47 nF 63VL poliestere
C3: 1 µF 50VL elettrolitico
C4: 10 µF 35VL elettrolitico
C5: 1000 µF 25VL elettrolitico
D1: 1N4148
D2: 1N4148
D3: 1N4148
D4: 1N4007
D5: 1N4007
LD1: 3 mm rosso
LD2: 3 mm verde
ZD1: 6,2 V
ZD2: 12V (1,3 W)
T1: BC557
T2: BD237
T3: BD676
IC1: CD4536
IC2: LM324
VR1: LM385
SW1: pulsante n.a.
J1: jumper 2 poli
J2: jumper 3 poli
J3: jumper 8 poli (2 Pz)
J4: jumper 8 poli (2 Pz)
J5: jumper 12 poli (2 Pz)
J6: jumper 12 poli (2 Pz)

Varie:
- zoccolo 7+7 pin;
- zoccolo 8+8 pin;
- jumper lunghi;
- plug alimentazione;
- dissipatore alettato;
- clips per batterie;
- stampato cod. K7300.

CARICA NORMALE E CARICA VELOCE

Il circuito dispone di due modalità di carica: una carica normale di durata pari a 14 ore e una carica veloce di durata pari a 52 minuti, selezionabili tramite il ponticello J2. Il primo metodo consiste nel fare scorrere nella batteria una corrente di valore più basso, ma per un periodo più lungo; mentre il secondo metodo consiste nel fare scorrere una corrente 10 volte più alta, ma per un tempo più breve. Si consiglia comunque di utilizzare la carica veloce solo in caso di emergenza, in quanto potrebbe ridurre la vita utile della pila.

Carica normale:

- *selezionare 14 ore mediante il ponticello J2;*
- *selezionare la tensione delle batterie;*
- *selezionare la corrente di carica. Tale valore va calcolato come il valore più vicino, tra quelli disponibili, a un decimo della capacità della batteria (per esempio, una batteria con capacità di 500mA/h deve essere caricata con una corrente di 50mA; il valore più vicino risulta quindi 55mA);*
- *premere il tasto SW1 per iniziare la carica. Il processo terminerà automaticamente dopo 14 ore.*

Carica veloce:

- *selezionare 52 minuti mediante il ponticello J2;*
- *selezionare la tensione delle batterie;*
- *selezionare la corrente di carica. Tale valore va calcolato come il valore più vicino, tra quelli disponibili, alla capacità della batteria (non bisogna quindi dividere per 10);*
- *premere il tasto SW1 per iniziare la carica. Il processo terminerà automaticamente dopo 52 minuti.*

oscillazione. Collegando il morsetto 6 di IC1 (piedino 8-BYPASS) a +12V viene selezionato un test veloce dell'integrato, utilizzato per regolare la frequenza della rete RC.

L'articolo completo del progetto è stato pubblicato su:

Elettronica In n. 77
Marzo 2003