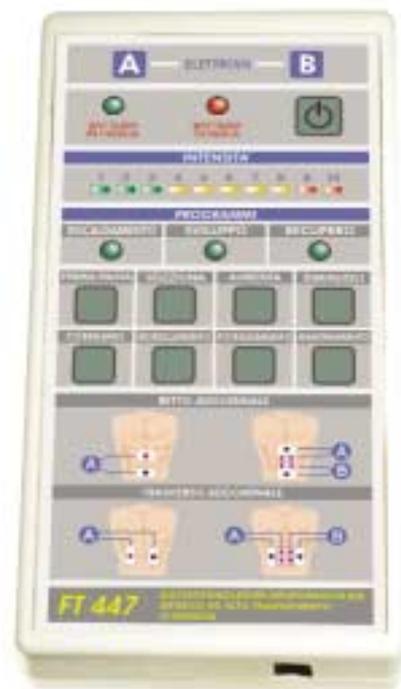


Elettrostimolatore bifasico addominale

FT447K



Uno degli interventi di modellamento e rassodamento più richiesti, sia a livello di chirurgia estetica che di stimolazione estetica-curativa, riguarda la zona dell'addome: sono molti, tra uomini e donne, che impiegano frequentemente gli elettrostimolatori per tonificare i muscoli addominali e ridurre, per quanto possibile, l'accumulo adiposo; quando non vi riesce con tali trattamenti, qualcuno ricorre al bisturi, soluzione estrema e costosa ma capace di garantire un risultato quasi certo. Il problema della forma

addominale affligge prevalentemente gli uomini, oltre una certa età (variabile, in base al soggetto, fra i 30 e i 40 anni) si forma una fascia adiposa proprio all'altezza dei fianchi e del ventre; un po' come accade alla gran parte delle donne, per le quali l'accumulo interessa i glutei e la parte bassa dei fianchi. La fascia muscolare addominale è composta dal retto addominale (spesso nastro muscolare che trae origine dalle ultime coste per poi inserirsi nel pube) e dal trasverso addominale (fascio muscolare trasversale che si origina lateralmente dalle ultime due coste e dalla cresta iliaca). Mantenere tonificati e irrobustire questi due muscoli non produce solo un vantaggio estetico ma anche un benessere fisico per tutto il corpo. Si pensi che il retto addominale svolge un'azione di abbassamento delle coste nella sua funzione respiratoria e svolge un'azione stabilizzatrice della colonna vertebrale permettendo una perfetta solidità tronco bacino. Il trasverso addominale svolge una fondamentale funzione di controllo della colonna vertebrale oltre, ovviamente, al contenimento dei visceri e di stabilizzazione. Entrambi i muscoli, unitamente alle strisce connettivali che completano la muscolatura addominale e agli obliqui, ben si prestano all'allenamento

CARATTERISTICHE TECNICHE

Canali: 1;

**Boccole di uscita:
2 in parallelo;**

**Uscita: rettangolare
bifasica e simmetrica;**

**Regolazione: digitale
in tensione;**

**Corrente erogata:
130 mA massimi;**

**Tipo di isolamento:
galvanico;**

**Programmi
memorizzati: 4;**

**Durata impulso:
da 150 a 300 μ s (primitiva);**

**Frequenza impulsi:
da 4 Hz a 100 Hz;**

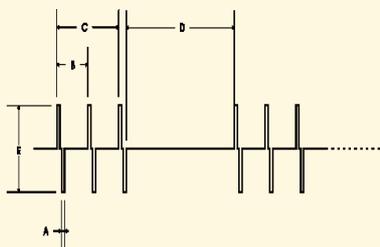
**Sequenze di utilizzo:
riscaldamento, sviluppo,
recupero;**

**Alimentazione: pacco di
8 batterie stilo ricaricabili;**

**Alimentatore esterno:
da rete 12 V 500 mA.**

elettrico. Per questo motivo abbiamo pensato di realizzare un elettrostimolatore portatile appositamente studiato per la zona addominale, che fosse

IL TIPO DI ONDA GENERATO



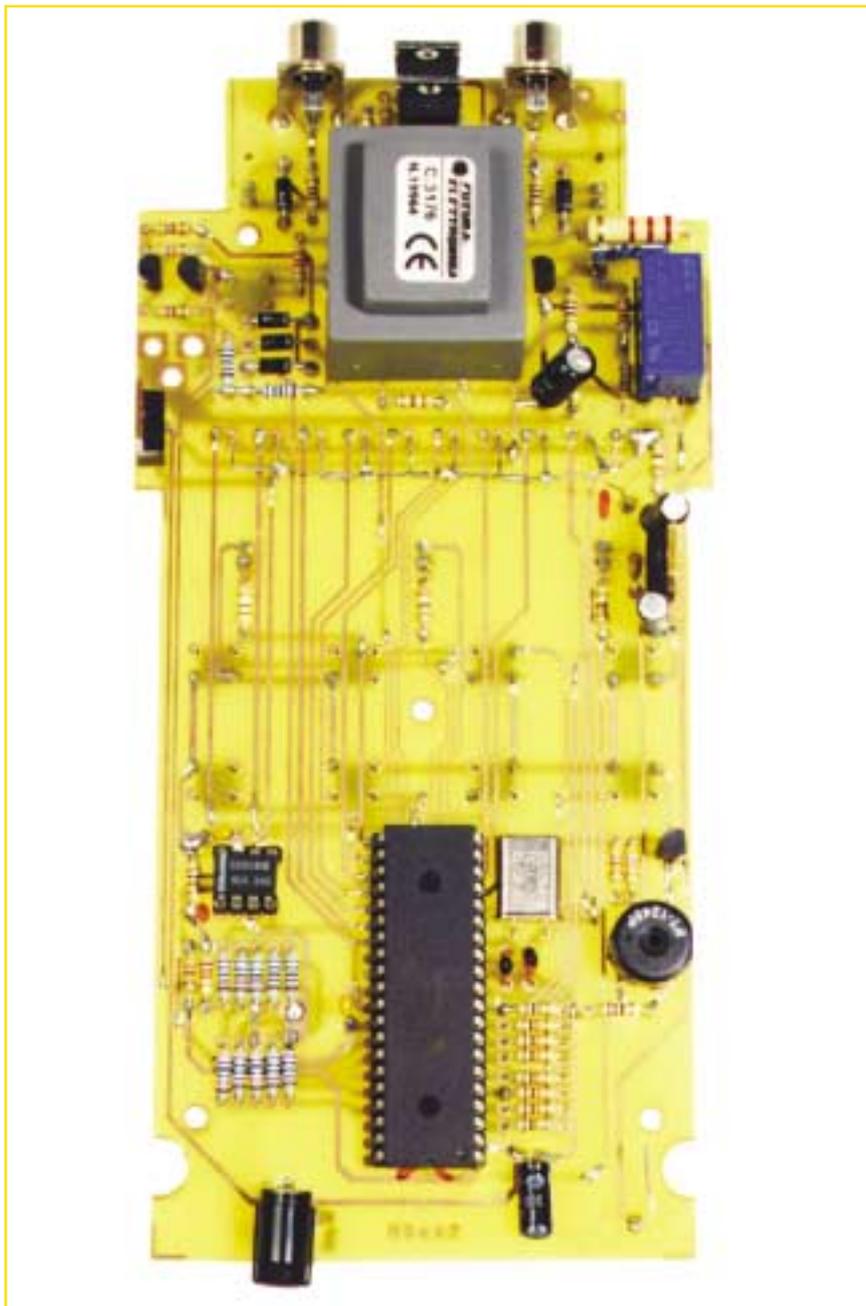
A = durata dell'impulso primitivo;

B = periodo tra impulsi primitivi;

C / D = tempo di generazione degli impulsi e tempo di pausa;

E = tensione **picco picco** dell'impulso.

L'efficacia dell'elettrostimolazione dipende strettamente da quattro fattori: la corrente generata, la durata dell'impulso primitivo, la frequenza con cui tali impulsi si ripetono e il rapporto tra il tempo di generazione degli impulsi e quello di pausa. I risultati dipendono poi dalla durata delle sedute di allenamento elettrico e dalla loro frequenza. La forma d'onda deve essere esclusivamente rettangolare caratterizzata da impulsi stretti (primitivi) e applicati a coppie, uno positivo e l'altro negativo, esattamente della medesima ampiezza. L'onda generata (denominata anche bifasica) impedisce la polarizzazione e quindi l'elettrolisi del sangue. La frequenza e la cadenza dipendono strettamente dal tipo di trattamento e sono gestite in base alla fase di lavoro; a riguardo va precisato che il nostro dispositivo prevede tre fasi: riscaldamento, sviluppo e recupero.



anche estremamente pratico e semplice da utilizzare, ma ugualmente potente ed in grado di raggiungere un elevato trasferimento di energia verso i muscoli. Le ridotte dimensioni consentono di portarlo con sé ovunque, anche in vacanza o in un viaggio di lavoro, e di utilizzarlo senza il problema di dove appoggiarlo. Per comprendere la struttura e il funzionamento del nostro dispositivo occorre

innanzitutto aver chiari i principi dell'elettrostimolazione, ovvero, nel caso specifico, di quella che scientificamente viene detta TEMS (Transcutaneous Electrical Muscle Stimulation) cioè la stimolazione muscolare transcutanea ottenuta per somministrazione di energia elettrica in dosi, ovviamente, sopportabili. I presupposti scientifici degli effetti di tale trattamento vanno cercati nell'antichità, sebbene le

I PROGRAMMI IMPLEMENTATI

	RISCALDAMENTO	SVILUPPO	RECUPERO
DURATA	3 min	MINIMO 20 min	5 min
IMPULSO	250 µs	300 µs	200 µs
FREQUENZA	8 Hz	55.5 Hz	4 Hz
LAVORO	CONTINUO	10 s / 10 s	CONTINUO

CONSUMO: Prevede 3 minuti di riscaldamento; 20 minuti di sviluppo con tempo di lavoro di 10 s e pausa di 10 s; 5 minuti di recupero. Indicato sia per l'addome maschile che femminile, permette di ristabilire il giusto equilibrio tra massa muscolare e massa grassa, intervenendo sulla riduzione della fascia adiposa. Utilizzare la stimolazione a 2 elettrodi.

	RISCALDAMENTO	SVILUPPO	RECUPERO
DURATA	3 min	MINIMO 15 min	5 min
IMPULSO	250 µs	300 µs	200 µs
FREQUENZA	5 Hz	50 Hz	4 Hz
LAVORO	CONTINUO	10 s / 15 s	CONTINUO

MODELLAMENTO: Prevede 3 minuti di riscaldamento; 15 minuti di sviluppo con tempo di lavoro di 10 s e pausa di 15 s; 5 minuti di recupero. Indicato per l'addome femminile, consente la tonificazione muscolare senza creare affaticamento. E' possibile la stimolazione sia a 2 elettrodi che a 6 elettrodi.

	RISCALDAMENTO	SVILUPPO	RECUPERO
DURATA	5 min	MINIMO 15 min	5 min
IMPULSO	250 µs	300 µs	200 µs
FREQUENZA	5 Hz	70 Hz	5 Hz
LAVORO	CONTINUO	10 s / 15 s	CONTINUO

POTENZIAMENTO: Prevede 5 minuti di riscaldamento; 15 minuti di sviluppo con tempo di lavoro di 10 s e pausa di 15 s; 5 minuti di recupero. Indicato per l'addome maschile, consente di definire la muscolatura ingrossando le fibre muscolari. Utilizzare la stimolazione a 2 elettrodi.

	RISCALDAMENTO	SVILUPPO	RECUPERO
DURATA	3 min	MINIMO 20 min	5 min
IMPULSO	250 µs	300 µs	200 µs
FREQUENZA	5 Hz	30 Hz	5 Hz
LAVORO	CONTINUO	10 s / 12 s	CONTINUO

MANTENIMENTO: Prevede 3 minuti di riscaldamento; 20 minuti di sviluppo con tempo di lavoro di 10 s e pausa di 12 s; 5 minuti di recupero. Indicato sia per l'addome maschile che per quello femminile, consente di tonificare l'addome senza mirare ad un aumento della massa muscolare. Utilizzare la stimolazione a 2 elettrodi.



FUNZIONAMENTO

Premete P9, attendete che i led LD1 ÷ LD10 si accendano in sequenza e che al termine, dopo un beep, inizi a lampeggiare il solo LD1. Selezionate il programma desiderato premendo uno dei pulsanti Consumo, Modellamento, Potenziamento, Mantenimento: il dispositivo emette un beep, il led Riscaldamento si accende, il led Intensità 1 si accende a luce fissa; inizia la generazione dell'onda di elettrostimolazione. Agite su Aumenta per incrementare l'intensità di corrente e su Diminuisce per ridurla. Il pulsante Pausa consente di fermare momentaneamente il programma in esecuzione (ad esempio per rispondere al telefono o andare ad aprire la porta); il ciclo riprende ripremendo lo stesso pulsante. Seleziona permette invece di passare da una fase alla successiva prima che questa operazione venga svolta automaticamente allo scadere dei parametri di tempo impostati. Allo scadere del tempo della fase di Recupero, oppure premendo Seleziona in questa fase, avviene lo spegnimento del dispositivo.

ricerche più fruttuose sono da ricondursi all'ultima metà del secolo scorso. Dando per scontato che la regola di base dice che i parametri di stimolazione devono essere scelti in modo da

ottenere la massima contrazione del muscolo senza forti sensazioni dolorose; studi ormai noti forniscono i parametri significativi di come devono essere gli impulsi elettrici.

Rammentiamo solo alcuni vantaggi dell'elettrostimolazione. In primo luogo la stimolazione elettrica permette di attivare l'apparato contrattile al massimo livello con una forza superiore alla

IL POSIZIONAMENTO DEGLI ELETTRODI

(A) TRASVERSO ADDOMINALE 2 ELETTRODI

Elettrodo negativo: lateralmente rispetto all'addome e al di sotto dell'arcata costale.

Elettrodo positivo: lateralmente rispetto all'addome, dalla parte opposta dell'elettrodo negativo.

(B) TRASVERSO ADDOMINALE 6 ELETTRODI

Elettrodo rettangolare negativo: verticalmente in prossimità del punto in cui le coste assumono un andamento parallelo alla cresta iliaca.

Elettrodi quadrati negativi: in prossimità dell'ombelico, parallelamente all'elettrodo rettangolare negativo.

Elettrodo rettangolare positivo: specularmente al rettangolare negativo, tra le coste e le creste iliache.

Elettrodi quadrati positivi: in prossimità dell'ombelico, parallelamente all'elettrodo rettangolare positivo.

(C) RETTO ADDOMINALE 2 ELETTRODI

Elettrodo negativo: all'altezza delle creste iliache, al centro del ventre, tra l'ombelico ed il pube, perpendicolarmente alla linea alba.

Elettrodo positivo: all'altezza dell'arcata costale, superiormente all'ombelico, in modo che l'elettrodo rimanga completamente sull'addome e non si sovrapponga alle coste.

(D) RETTO ADDOMINALE 6 ELETTRODI

Elettrodo rettangolare positivo: all'altezza dell'arcata costale, superiormente all'ombelico, in modo che l'elettrodo rimanga completamente sull'addome e non si sovrapponga alle coste.

Elettrodi quadrati positivi: sopra l'ombelico, nell'area compresa tra l'elettrodo rettangolare positivo e l'ombelico.

Elettrodo rettangolare negativo: all'altezza delle creste iliache, al centro del ventre, tra l'ombelico ed il pube, perpendicolarmente alla linea alba.

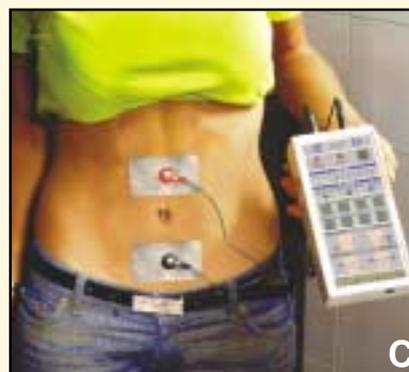
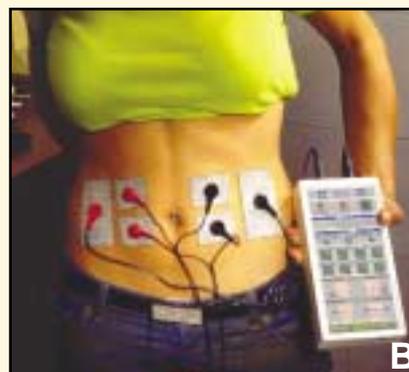
Elettrodi quadrati negativi: sotto l'ombelico, nell'area compresa tra l'elettrodo rettangolare negativo e l'ombelico.

NOTE:

In qualsiasi modalità, evitare che gli elettrodi si sovrappongano alle coste onde non consentire alla stimolazione di interessare anche i muscoli intercostali.

COME ALLENARSI

L'allenamento elettrico così come l'allenamento sistematico (body building) producono gli stessi effetti positivi e negativi sulla muscolatura. In particolare, se andiamo in palestra ed iniziamo gli esercizi senza effettuare prima un "riscaldamento" della muscolatura rischiamo di provocare dei microtraumi nel muscolo; stesso discorso se usiamo dei pesi eccessivi e non procediamo per grado nell'aumentare i pesi in gioco. Qualsiasi esercizio (sistematico o elettrico) che provochi frequenti forti contrazioni del muscolo deve seguire tre semplici regole: prevedere una fase di riscaldamento (eseguita automaticamente dal nostro dispositivo); aumentare gradatamente le forze in gioco; allenarsi ad intervalli regolari. Quindi, se decidiamo di allenarci due volte al giorno dobbiamo tassativamente rispettare questo intervallo di tempo; iniziare la prima seduta con un basso livello di intensità ed aumentarla nelle sedute successive. Se per qualche motivo, sospendiamo l'allenamento per alcuni giorni, quando riprendiamo dobbiamo utilizzare un basso livello di intensità.



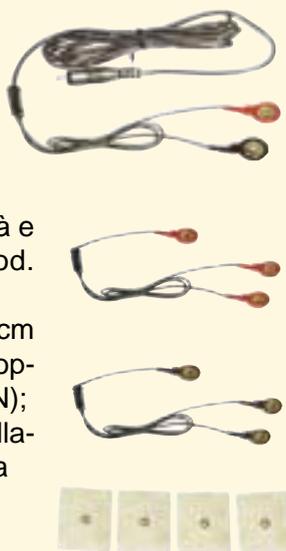
IL CONTENUTO DEL KIT



Il kit dell'elettrostimolatore addominale comprende tutti i componenti, la basetta doppia faccia con fori metallizzati e serigrafata, il contenitore plastico, il pannello frontale in policarbonato adesivo e serigrafato a colori, i pulsanti, il trasformatore elevatore, il microcontrollore già programmato, il portabatterie per 8 stilo ricaricabili, tutte le minuterie, un cavo bipolare (lunghezza 180 + 30 cm) con terminali a clips, 2 elettrodi conduttivi gellati dimensioni 45 x 80 mm con connettore a clip, l'alimentatore esterno da rete e complete istruzioni di montaggio e utilizzo. Restano escluse solamente le batterie che devono essere 8 del tipo AA ricaricabile.

Per effettuare una elettrostimolazione a 6 elettrodi è necessario acquistare separatamente:

- un cavo bipolare con terminali a clips (cod. F35M9);
- uno sdoppiatore rosso lunghezza 30 cm con clip maschio ad una estremità e doppia clip femmina dall'altra (cod. PG365R);
- uno sdoppiatore nero lunghezza 30 cm con clip maschio ad una estremità e doppia clip femmina dall'altra (cod. PG365N);
- confezione da 4 elettrodi conduttivi gellati dimensioni 45 x 35 con connettore a clip (cod. PG470N).



massima volontaria. La forza massima del muscolo provocata elettricamente si mantiene più a lungo. La stimolazione elettrica genera risultati senza la partecipazione dell'atleta (ginnastica

passiva) con il vantaggio di non influire sulla coordinazione motoria dello stesso. Diamo uno sguardo all'elettrostimolatore osservandolo con l'occhio del tecnico: scopriremo come, in un

contenitore poco più grande di quello di un telecomando per TV, si possano concentrare tanta tecnologia e funzionalità.

Il progetto qui descritto è essenzialmente un generatore di impulsi bidirezionali. Sebbene vi sia un unico driver, sono disponibili due uscite che in realtà corrispondono a due coppie di elettrodi poste tra loro in parallelo. Il cuore del sistema è un microcontrollore Microchip PIC16F876, che sintetizza gli impulsi e ne gestisce la somministrazione secondo temporizzazioni proprie di quelli che sono i diversi programmi. L'utente può selezionare il programma desiderato e variare l'intensità di corrente applicata, mentre il resto viene svolto automaticamente. Ogni allenamento viene svolto in tre fasi chiamate: Riscaldamento, Sviluppo e Recupero. Durante queste fasi, l'elettrostimolatore genera impulsi di durata e frequenza diverse, specifiche per ogni periodo; l'utente non può modificare i parametri ma solo limitarsi a saltare da una fase alla successiva prima dello scadere del tempo premendo il pulsante Seleziona. Diversamente, ogni trattamento termina esaurito il tempo assegnato, allorché spegne automaticamente l'elettrostimolatore. Le linee RD5 e RD6 producono gli impulsi destinati allo stadio push-pull, la cui corrente erogata dipende dalla condizione di RB0÷RB4, secondo un meccanismo che spiegheremo tra breve. RA0 ed RD4 fanno parte del sistema di alimentazione: a riposo il circuito non è alimentato in alcun modo e può essere acceso con un pulsante, che attiva a sua volta un meccanismo di autoritenuta simile a quello di un relè. Per

accendere l'elettrostimolatore occorre premere il pulsante P9, il che permette il passaggio di corrente dalla batteria alla base del transistor T2, il quale va, così, in saturazione, trascinando a circa zero volt la resistenza R8 e facendo sì che il partitore che quest'ultima forma con R5 polarizzi il PNP T4; ora anche quest'ultimo va in saturazione ed il suo collettore alimenta il regolatore integrato U1, un 7805 che ricava 5 volt stabilizzati con cui fa funzionare il microcontrollore. Il PIC inizializza gli I/O ed esegue un rapido self-test che prevede l'accensione in sequenza dei led LD1÷LD10 (quelli che normalmente indicano l'intensità della corrente erogata) quindi l'illuminazione lampeggiante del primo led di sinistra (LD1). Da adesso il circuito non può essere più spento fin quando non si avvia e non viene terminato uno dei quattro programmi; in alternativa, l'utente può forzare lo spegnimento avviando un programma e terminandolo forzatamente, mediante il pulsante Selezione. Detto ciò vediamo la parte probabilmente più interessante del programma e del circuito, cioè la generazione e il controllo degli impulsi bifasici: essi sono ottenuti da una routine software che manda le linee RD5 ed RD6 del micro alternativamente a livello logico alto, in modo da far saturare ora T5, ora T6. Siccome detto trasformatore ha il primario a presa centrale, alimentandolo con uno stadio push-pull come quello approntato sul secondario vengono indotti impulsi che cambiano continuamente di polarità, ovvero coppie di impulsi, uno positivo e uno negativo. La natura bidirezionale della forma d'onda di uscita viene evidenziata dal

lampeggio alternato dei led delle singole uscite, diodi che si accendono, chiaramente, solo quando i morsetti OUT A e OUT B vengono caricati, ovvero quando lo stimolatore è applicato al corpo del paziente. La R35 consente di ridurre al 50% la corrente prodotta dallo stimolatore. La presa centrale del primario del trasformatore è alimentata dall'emettitore del transistor T5, la cui base è alimentata da un potenziale ricavato mediante una rete resistiva riconducibile a un partitore multiplo; in breve, a seconda di quale, tra le linee RB0÷RB4 del microcontrollore è a livello logico alto, cambia il potenziale applicato all'ingresso non-invertente dell'operazionale U3. Quest'ultimo fa da amplificatore in continua e pilota la base del T5 con una tensione tre volte maggiore di quella ricevuta all'ingresso; così facendo, applica alla presa centrale del trasformatore un potenziale (diminuito degli 0,6 V che costituiscono la tensione di soglia del transistor) che può essere più o meno alto, a seconda di quello che fa il micro. Il software di quest'ultimo prevede 20 passi, ottenuti combinando gli stati logici alle uscite RB0, RB1, RB2, RB3, RB4. La combinazione delle uscite attive del micro dipende da un contatore che memorizza lo stato dovuto alla pressione dei pulsanti Aumenta (P1) e Diminuisce (P2). Per evitare che la stimolazione inizi con valori eccessivi di corrente, all'avvio di ogni programma il software del micro imposta sempre la minima intensità: è l'utente che poi deve decidere (con i predetti tasti) quella che preferisce. L'intero elettrostimolatore funziona con una batteria (otto

Il dispositivo presentato in queste pagine non deve assolutamente essere utilizzato su pazienti: con patologie cardiache; donne in gravidanza; portatori di pace maker; soggetti epilettici.

stilo NiMH) che viene ricaricata tramite un alimentatore da rete esterno capace di fornire 12 Vcc e una corrente di almeno 300 mA. A riposo, l'accumulatore è collegato al circuito dagli scambi NC del relè; inserendo il plug dell'alimentatore, la tensione a valle del diodo di protezione D1 alimenta la bobina di RL1, facendone scattare l'equipaggio mobile e chiudendo la batteria sulla R1, sconnettendola così dal resto del circuito e forzandone la carica. In tale fase il transistor T1 segnala quando la carica è completata, sfruttando un artificio: a batteria scarica la corrente che scorre in R4 è abbastanza alta da determinare ai capi del resistore una tensione sufficiente a mandare l'NPN in conduzione; così LD15 è acceso e indica "carica in corso". Quando è stata accumulata sufficiente energia la corrente che transita nella batteria non basta a determinare su R4 una caduta di tensione tale da mantenere polarizzato T1, cosicché LD15 si spegne e indica all'utente che può staccare l'alimentatore e usare l'apparecchio portandolo dove vuole.

L'articolo completo del progetto è stato pubblicato su:

**Elettronica In n. 72
Settembre 2002**