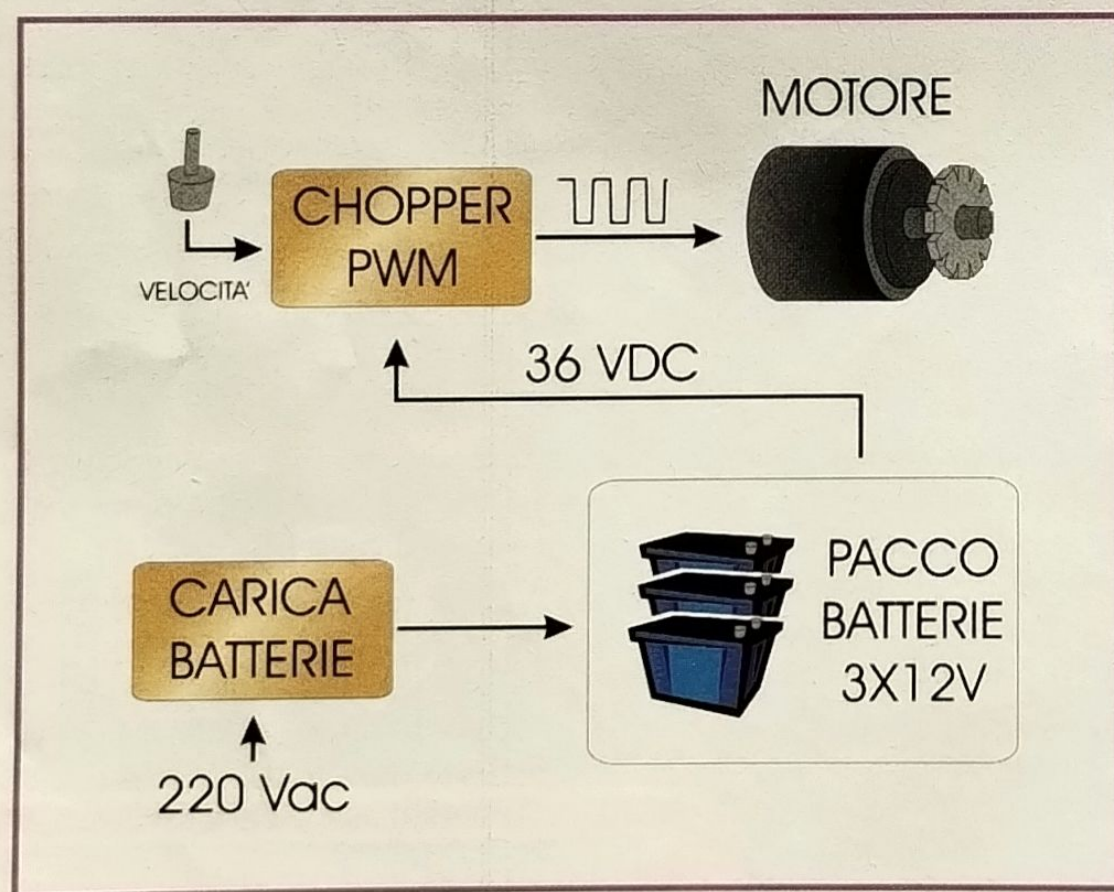


Costruiamo un monopattino elettrico

di Arsenio Spadoni



Pratico, simpatico, ecologico: ecco la nostra proposta per un monopattino elettrico con un'autonomia di 30 chilometri in grado di sfrecciare ad oltre 20 Km/h. Un mezzo facilmente realizzabile da tutti gli appassionati di elettronica con qualche nozione di meccanica e con un minimo di attrezzatura.

Monopattino che passione! Dopo decenni durante i quali tutti si erano dimenticati di questo mezzo di ... locomozione, da qualche anno è scoppiata una vera e propria mania per questo veicolo a due ruote: bambini, donne, anziani, tutti vogliono provare a sfrecciare su strade, marciapiedi e ovunque il terreno lo consenta. Addirittura sono già state organizzate delle gare di velocità e di slalom con tanto di campionati locali e nazionali. Non ci sorprenderebbe se, a breve, qualcuno organizzasse delle competizioni a livello mondiale.

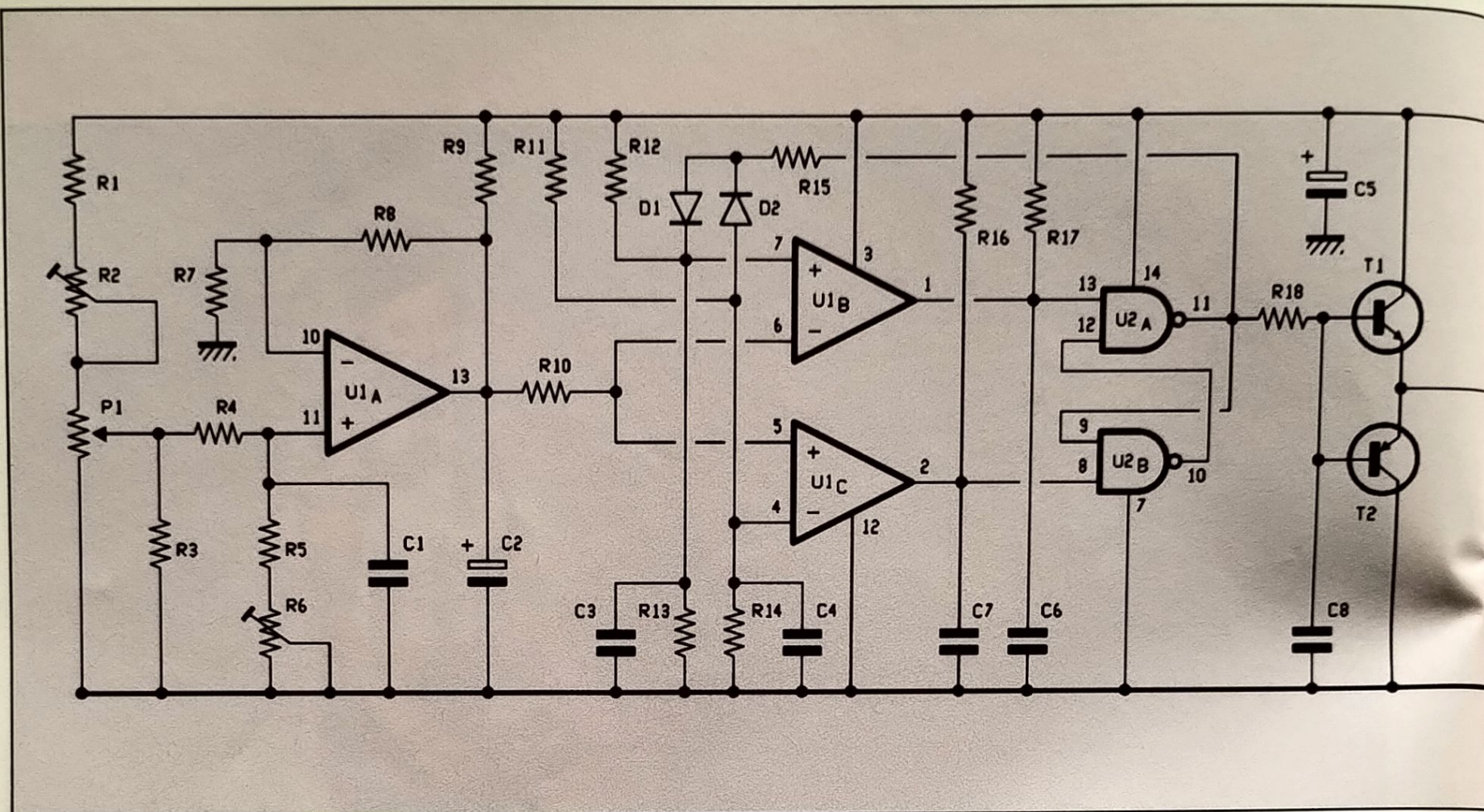
Ovviamente i monopattini utilizzati in queste gare, ma anche quelli comuni che troviamo normalmente nei negozi specializzati e nei centri commerciali, sono molto diversi da quelli cui eravamo abituati in passato e che, nella maggior parte dei casi, erano autocostruiti con due assi di legno incernierate tra loro e con due cuscinetti a sfera. Oggi il monopattino è diventato un prodotto industriale, è tutto cromato e ben sagomato, leggero ma anche molto robusto, non essendo più destinato unicamente ai giochi dei bambini. Non solo. C'è



stata anche l'evoluzione ... della specie con versioni motorizzate che stanno trovando impiego in moltissimi luoghi, dai porti ai villaggi turistici, dagli aeroporti ai parchi di divertimento. In effetti il monopattino elettrico è il mezzo ideale per spostarsi in questi luoghi, è pratico, per nulla ingombrante e consente in pochi secondi di giungere da un

capo all'altro senza fatica, senza inquinare e con una spesa irrisoria. A differenza del monopattino tradizionale, quello elettrico presenta un elevato concentrato di tecnologia ma nonostante ciò anch'esso può essere autocostruito: ovviamente da chi, oltre ad essere un appassionato di elettronica, ha qualche conoscenza di meccanica. Visto l'interesse

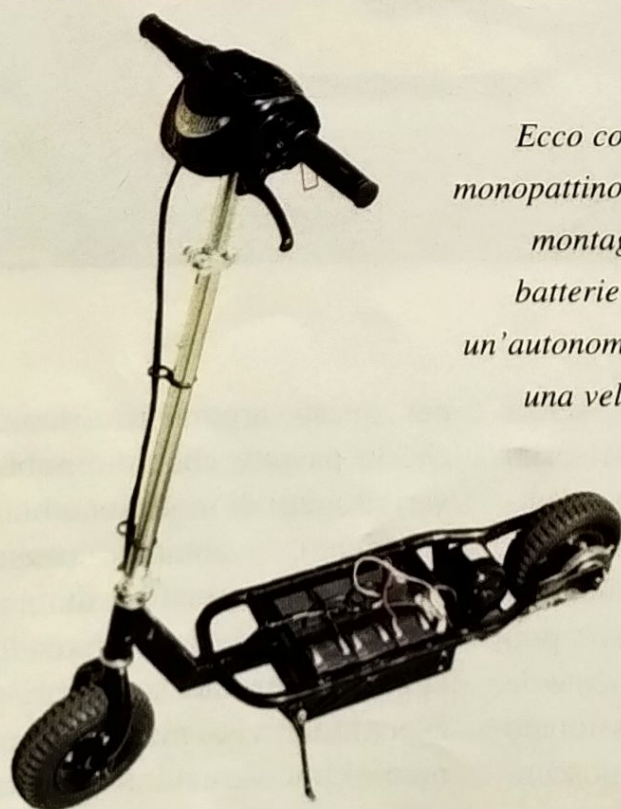
per questi argomenti (ricordiamo che in passato abbiamo pubblicato vari progetti di motorini e biciclette elettriche), abbiamo pensato di proporre la costruzione di un monopattino elettrico, descrivendo sia i circuiti elettronici necessari sia gli aspetti relativi al montaggio meccanico. La costruzione è senz'altro alla portata di tutti, basta possedere



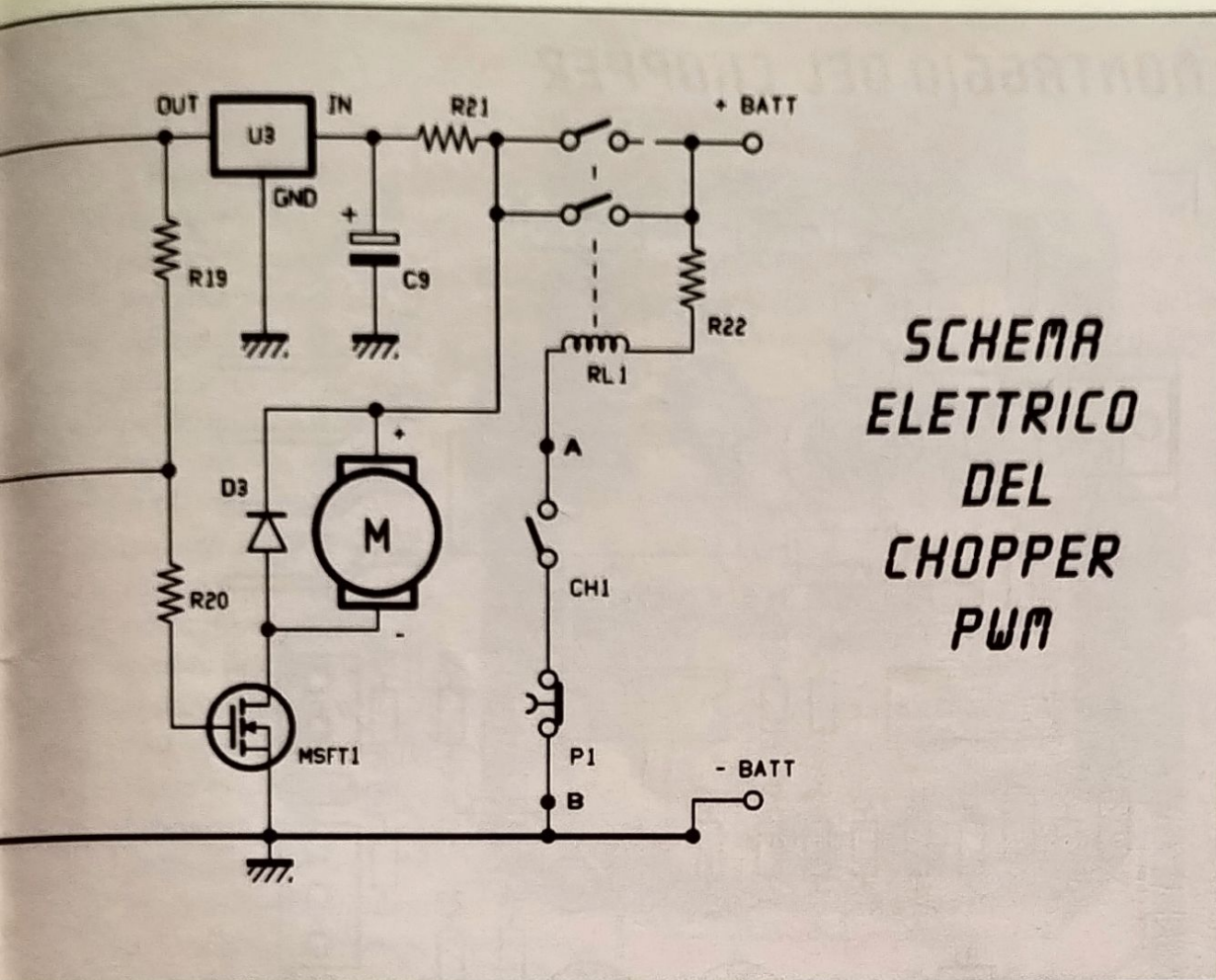
l'attrezzatura necessaria (ci riferiamo, ovviamente, a quella meccanica, dando per scontato che l'appassionato di elettronica disponga già di un laboratorio attrezzato). Alcuni elementi vanno acquistati presso i negozi specializzati (ci riferiamo, ad esempio, alle ruote, al motore elettrico o al freno) mentre altri (telaio, manubrio) possono essere

facilmente realizzati con dei tubolari di metallo. Per quanto concerne l'impianto elettrico/elettronico, la realizzazione del monopattino comporta l'impiego di un motore elettrico, di un set di batterie ricaricabili, di un regolatore PWM (chopper) e di un caricabatterie. Nel caso specifico abbiamo utilizzato un motore in corrente continua da 180 watt

con una tensione di alimentazione nominale di 36 volt ed un assorbimento di circa 5 ampere. Come fonte di energia abbiamo fatto ricorso a tre batterie al piombo da 12V-7Ah collegate in serie per complessivi 36 volt. Con un "serbatoio" del genere è possibile ottenere un'autonomia di quasi un'ora e mezza muovendosi "a manetta". Moderando la velocità l'autonomia supera le due ore. A proposito di velocità, abbiamo verificato che con un carico contenuto (30÷50 Kg), si possono raggiungere i 20÷25 Km/ora mentre con un carico maggiore (80÷100 Kg) la velocità massima è di circa 20 Km/h. Il cuore del nostro sistema è rappresentato appunto dall'insieme batterie/motore/chopper/ che, come si vede nelle immagini è fissato sotto la pedana del monopattino per abbassare quanto più possibile il baricentro del mezzo. Il circuito del regolatore di velocità, raffigurato in alto, genera un segnale PWM di potenza che viene applicato al motore. La durata degli impulsi positivi può essere regolata tra un



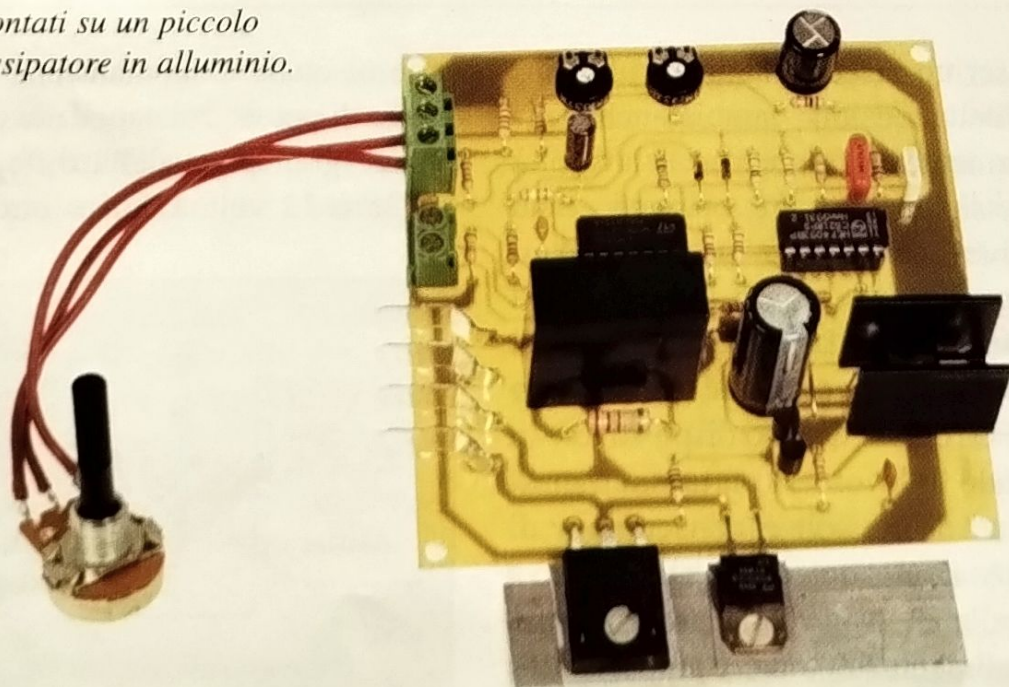
Ecco come si presenta il nostro monopattino elettrico senza carenatura a montaggio ultimato. Il pacco batterie da 36V-7A/h garantisce un'autonomia di quasi 30 chilometri ed una velocità di oltre 20 Km/h.



valore nullo ed un valore che (riferito al duty-cycle) rappresenta quasi il 100%. Ciò significa, in pratica, che al motore viene applicata una tensione efficace compresa tra 0 e 36 volt circa e di conseguenza la velocità di rotazione va da un valore nullo al valore massimo. La regolazione tramite PWM consente di ottenere una coppia costante, con

un rendimento ottimo anche ai bassi regimi ed uno spunto notevole. Nel nostro circuito vengono utilizzati tre comparatori di tensione che fanno capo all'integrato U1, un LM339. Il primo (U1a) funge da buffer e consente di ottenere una soglia di tensione compresa tra due valori adatti a pilotare gli stadi successivi. Con i trimmer R2 ed R6 si

*Il chopper a montaggio ultimato.
MOSFET e diodo FAST vanno
montati su un piccolo
dissipatore in alluminio.*



DESPY

Ideale per
la ricerca
di micro spie
fino a 3 Ghz



Bonifiche più facili!

CX100 breve raggio

Personal
cellular
killer



DS1 lungo raggio



Professional cellular killer

RP2

ripetitore per cellulari
GSM



60dB gain-30m di raggio

www.bias.sm

info@bias.sm

registrati!

Bias S.p.A.

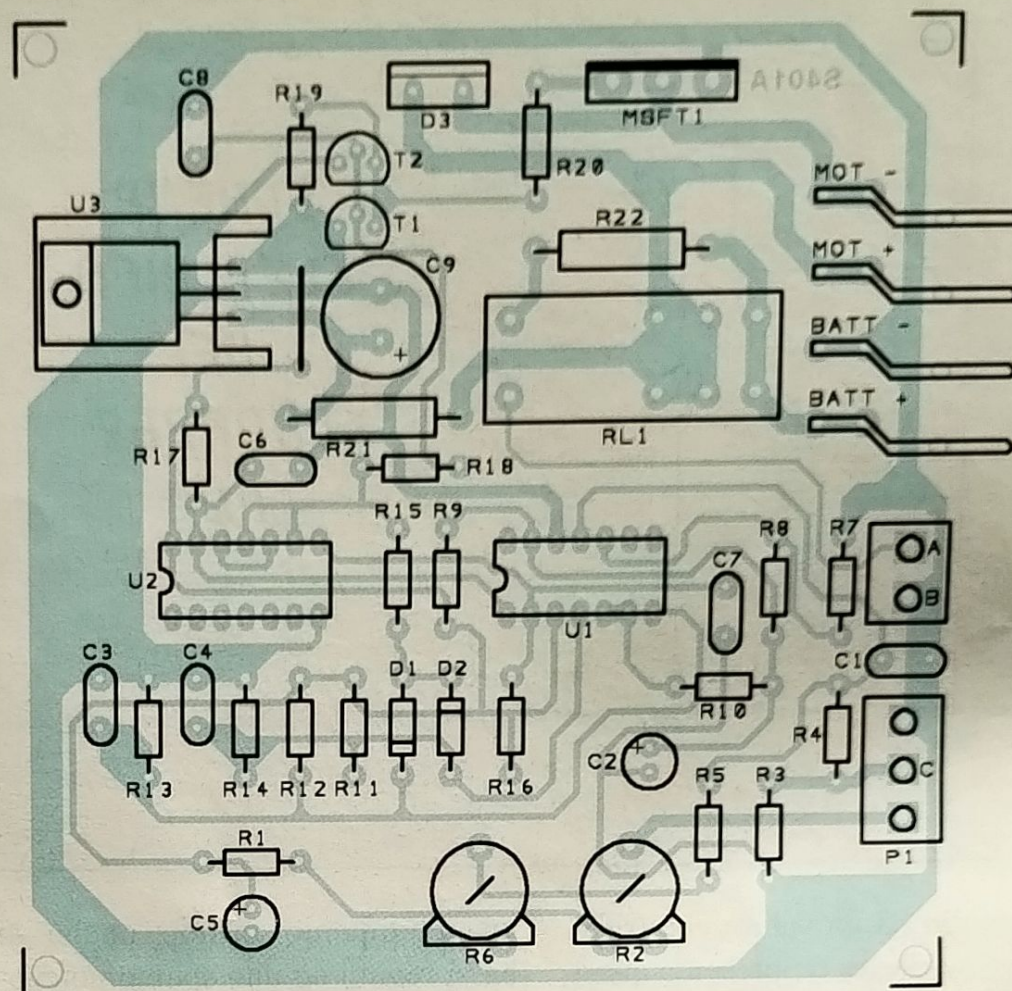
Strada del Lavoro, 33 - 47892 Gualdicciolo
REPUBBLICA DI S. MARINO
Tel. 0549.999408, Fax 0549.999431

PIANO DI MONTAGGIO DEL CHOPPER

COMPONENTI

- R1:** 1 KOhm
R2: 47 KOhm trimmer
R3: 10 KOhm
R4: 33 KOhm
R5: 270 KOhm
R6: 1 MOhm trimmer
R7: 330 KOhm
R8: 2,2 MOhm
R9: 2, 2 KOhm
R10: 39 KOhm
R11: 100 KOhm
R12: 470 KOhm
R13: 100 KOhm
R14: 5,6 KOhm
R15: 390 KOhm
R16: 100 KOhm
R17: 100 KOhm
R18: 4,7 KOhm
R19: 33 KOhm
R20: 10 Ohm
R21: 470 Ohm 2W
R22: 330 Ohm 2W
P1: 2,2 KOhm potenziometro lin.
C1: 100 nF multistrato
C2: 10 µF 16 VL el. elettr.
C3: 22 nF poliestere
C4: 47 nF poliestere
C5: 470 µF 16 VL elettr.
C6: 100 nF multistrato
C7: 100 nF multistrato
C8: 1.000 pF ceramico
C9: 470 µF 63VL elettr.
D1: 1N4148
D2: 1N4148

- D3:** BYW80-200
T1: BC547B
T2: BC557B
U1: LM339
U2: 4093
U3: 7812
MSFT1: RFG75N06
RL1: 24V 2 Scambi 10A
CH1: Interruttore a chiave
P1: Pulsante n.c.
M: 180W 36V DC



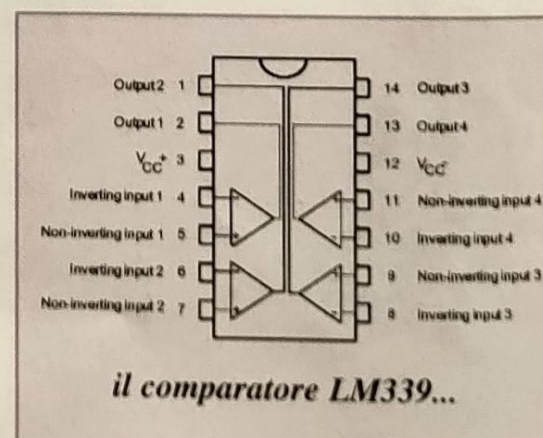
Varie:

- zoccolo 7 + 7 (2 pz);
- dissipatore per TO220;
- isolante siliconico TO3P;
- isolante siliconico TO220;
- barra in alluminio;
- contatti faston (4 pz);
- morsettiera 2 poli 5 mm;
- morsettiera 3 poli 5 mm;
- stampato cod. S401A.

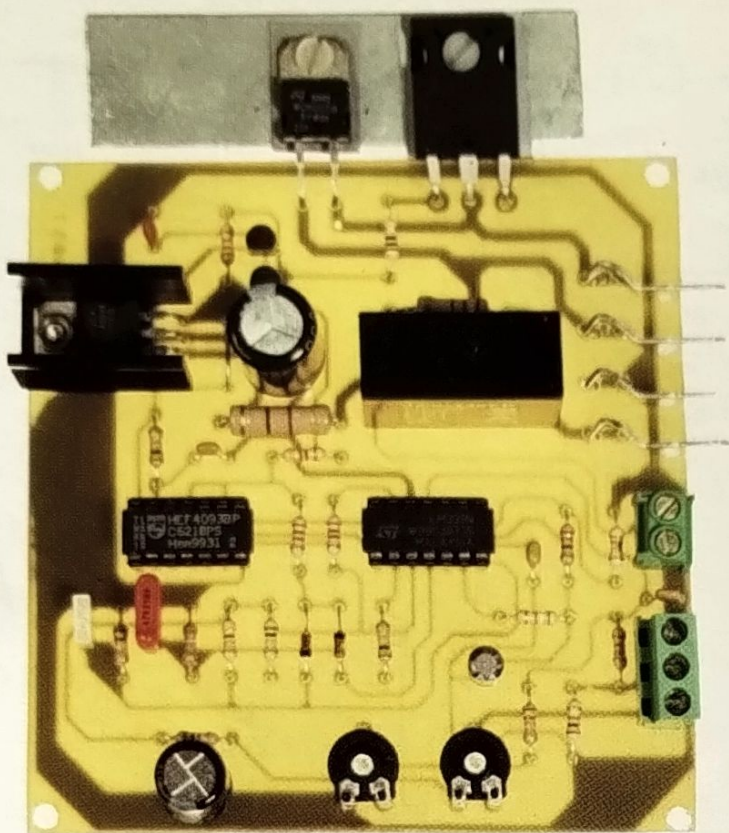
impostano i valori minimo e massimo in modo che la rotazione del potenziometro P1 consenta di ottenere una velocità via via crescente, dal completo arresto del motore fino alla velocità massima. I due comparatori successivi e le due porte NAND a trigger di Schmitt costituiscono il generatore di impulsi vero e proprio: i valori delle reti RC utilizzate determinano una frequenza di lavoro di circa 5÷6 KHz. Il duty-cycle cambia in funzione della tensione presente sul pin 13 nel modo che abbiamo

descritto precedentemente; al variare della tensione cambia anche leggermente la frequenza di lavoro. I transistor T1 e T2 operano come driver di piccola potenza ed il segnale presente in uscita pilota direttamente il gate del MOSFET di potenza a canale N tipo RFG70N06. Questo dispositivo è in grado di lavorare con tensioni massime di 60 volt e con correnti di 70A: risulta quindi più che idoneo a quelle che sono le nostre esigenze. L'alimentazione del chopper è affidata ad un regolatore a 12 volt in

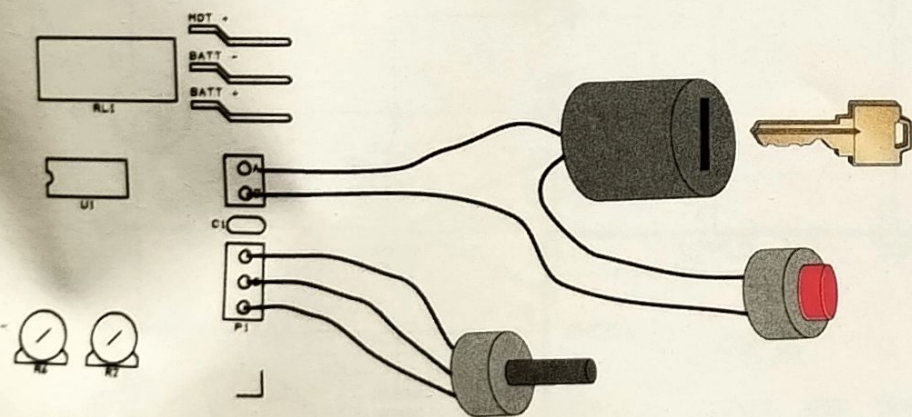
serie al quale è montata una resistenza di potenza ai capi della quale "cade" gran parte della differenza tra 36 e 12 volt. L'intero circuito,



Il montaggio del regolatore di velocità (chopper) non presenta particolari difficoltà. Il circuito utilizza un mosfet di potenza in grado di lavorare con tensioni di 60 volt e con correnti di 70 ampere che può pilotare senza problemi il motore in corrente continua da 36 volt 180 watt. Il disegno in basso evidenzia i collegamenti al potenziometro (col quale viene regolata la velocità) ed al circuito di accensione nel quale vengono utilizzati (collegati in serie) un interruttore a chiave ed un pulsante normalmente chiuso collegato alla leva del freno. In questo modo tutte le volte che si frena, viene tolta alimentazione al motore.

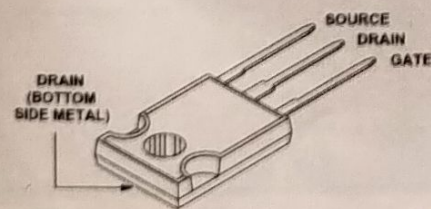


motore. Per quanto riguarda il montaggio del regolatore, abbiamo previsto un apposito circuito stampato raffigurato nella pagina a lato. La realizzazione della basetta potrà essere effettuata col sistema della fotoincisione, magari utilizzando, al posto delle piastre presensibilizzate, le più pratiche "pellicole blu". Il montaggio vero e proprio non presenta alcuna particolarità. Per il montaggio dei due integrati abbiamo utilizzato altrettanti zoccoli mentre per le connessioni con i componenti esterni abbiamo previsto due morsettiere, una per il



quindi anche il mosfet di potenza ed il motore, viene attivato mediante i contatti di un relè; allo scopo abbiamo utilizzato un elemento a

24 volt con doppi contatti da 10 A ciascuno. In serie alla bobina del relè abbiamo previsto, oltre ad una resistenza di caduta per compensare la differenza di tensione, anche una chiave di accensione generale ed un pulsante normalmente chiuso. Quest'ultimo componente va fissato alla leva del freno in modo da spegnere il motore ogni volta che si frena. Qualora questo circuito non venga montato, non bisogna frenare e accelerare contemporaneamente per evitare danni allo stadio di potenza del chopper o al

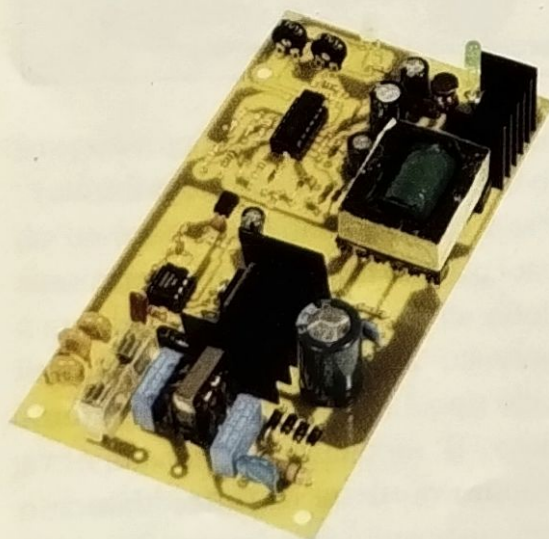


... e il mosfet RFG70N06

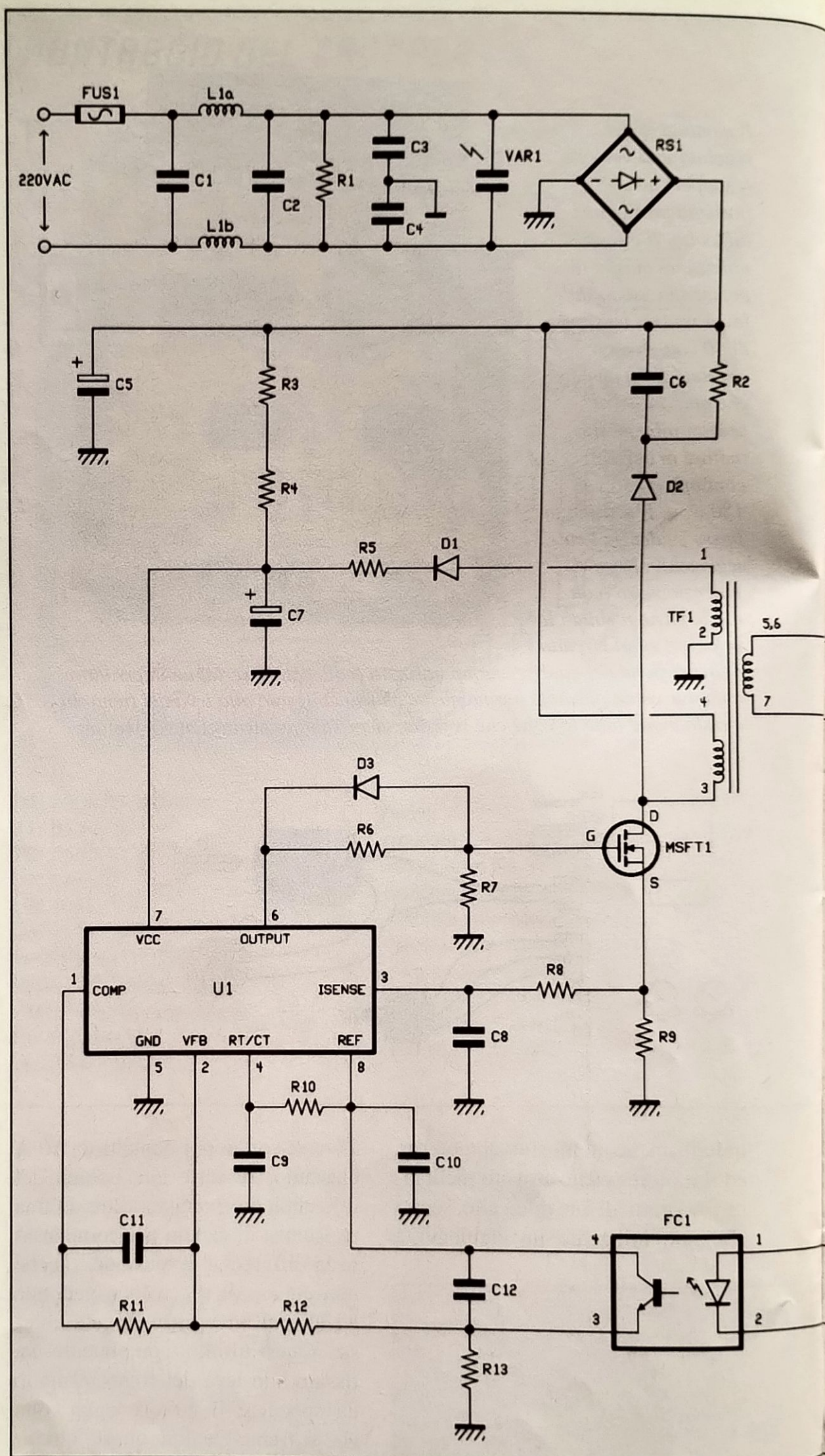


potenziometro e l'altra per il circuito di attivazione (chiave e pulsante). Per i collegamenti al motore ed al pacco batterie, in considerazione delle correnti in gioco, abbiamo previsto l'impiego di quattro contatti tipo faston femmina da stampato. Il regolatore di tensione va munito di aletta di raffreddamento per dispositivi con "case" TO-220. Anche per il MOSFET di potenza e per il diodo FAST va previsto un dissipatore. In questo caso abbiamo fatto uso di una barra di alluminio di dimensioni contenute alla quale

abbiamo fissato i due componenti con i relativi kit di isolamento. Per verificare il funzionamento del chopper è consigliabile in una prima fase non montare il MOSFET e verificare con un oscilloscopio che all'uscita di T1/T2 siano effettivamente presenti gli impulsi positivi con duty-cycle variabile. Regolate i trimmer R2 ed R6 in modo da ottenere una escursione lineare del potenziometro, ovvero assenza di impulsi col cursore completamente ruotato da un lato e impulsi con un duty-cycle di quasi il 100% col cursore in posizione opposta. Collegate ora il MOSFET ed il motore e fissate la carcassa di quest'ultimo al banco di lavoro in modo che non si muova. Date tensione al tutto e verificate che la velocità di rotazione del motore vari in funzione della posizione del potenziometro. Il secondo circuito elettronico utilizzato nel nostro monopattino è il caricabatterie destinato, appunto, a ricaricare il pacco batterie mediante la tensione di rete. Il circuito da noi messo a punto utilizza (per quanto riguarda la conversione CA-CC) un sistema PWM che consente l'eliminazione del trasformatore di potenza. Con



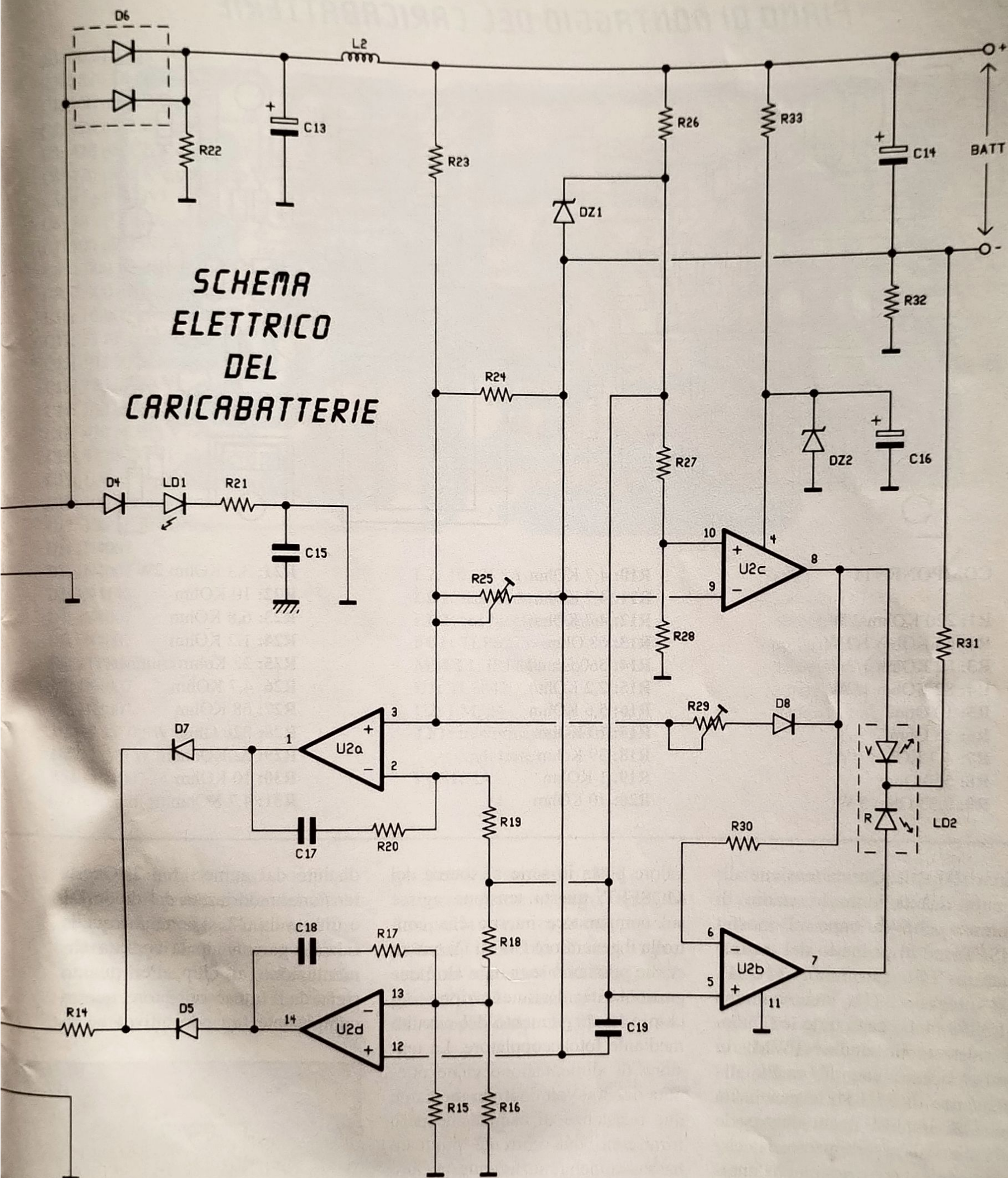
la tensione continua ottenuta ricarichiamo le batterie e verifichiamo, con un apposito circuito, lo stato di



carica interrompendolo quando le batterie sono cariche. Nel nostro caso la carica avviene con una cor-

rente di circa 1÷1,5A ampere per cui una ricarica completa avviene in circa 5 ore. Ma vediamo più da

SCHEMA ELETTRICO DEL CARICABATTERIE

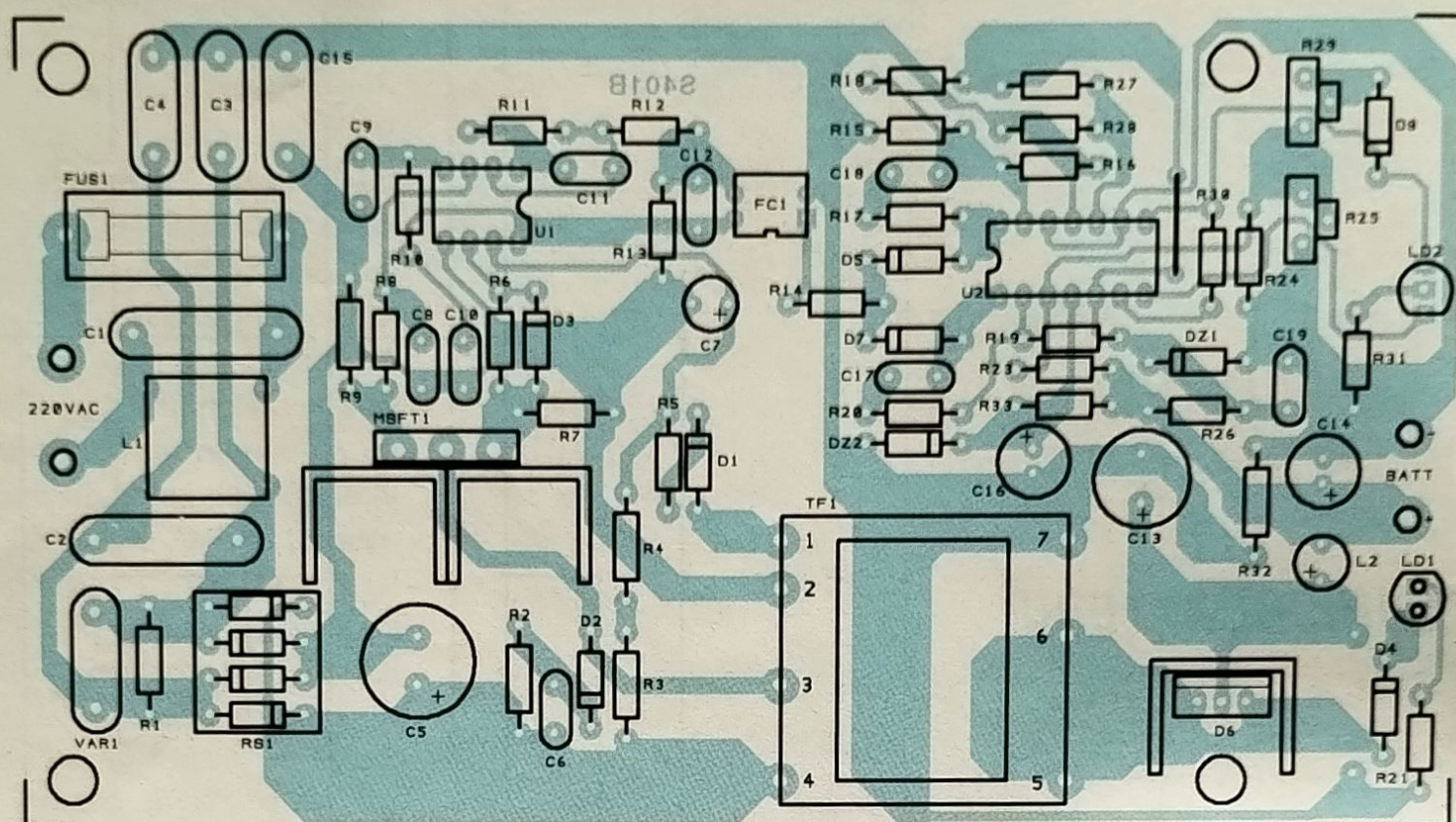


vicino il circuito. La tensione alter-
nata a 220 volt giunge al ponte rad-
drizzatore RS1 tramite un doppio

filtro LC che limita l'immissione in
rete dei disturbi generati dal circui-
to di commutazione. A valle del

ponte raddrizzatore è presente un
condensatore di filtro ai cui capi
troviamo una tensione continua di

PIANO DI MONTAGGIO DEL CARICABATTERIE



COMPONENTI

R1: 220 KOhm 2 W
R2: 68 KOhm 1/2 W
R3: 82 KOhm 1/2 W
R4: 82 KOhm 1/2W
R5: 10 Ohm
R6: 33 Ohm
R7: 4,7 KOhm
R8: 560 Ohm
R9: 0,33 Ohm 5 W

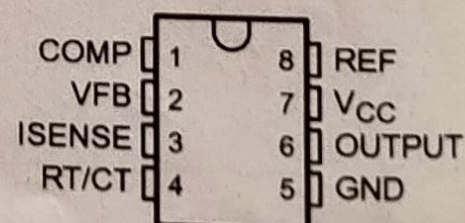
R10: 4,7 KOhm
R11: 4,7 KOhm
R12: 4,7 KOhm
R13: 68 Ohm
R14: 560 Ohm
R15: 2,2 KOhm
R16: 5,6 KOhm
R17: 10 KOhm
R18: 39 Kohm
R19: 1 KOhm
R20: 10 KOhm

R21: 3,3 KOhm 2W
R22: 10 KOhm
R23: 6,8 KOhm
R24: 1,2 KOhm
R25: 22 Kohm trimmer
R26: 4,7 KOhm
R27: 68 KOhm
R28: 820 Ohm
R29: 22 KOhm
R30: 10 KOhm
R31: 4,7 KOhm

circa 300 volt. Questa tensione alimenta direttamente lo stadio di potenza che fa capo al mosfet MSFT1 ed al primario del trasformatore TF1 (terminali 3 e 4). All'integrato U1, un comune TL3842 fanno capo tutte le funzioni relative allo stadio PWM. In pratica questo integrato oscilla alla frequenza di 57 KHz e genera un treno di impulsi il cui duty-cycle dipende dall'assorbimento del circuito alimentato; maggiore è l'energia richiesta, maggiore è la durata degli impulsi. Per verificare l'assorbimento del circuito è sufficiente misurare la tensione che cade ai capi della resistenza di bassissimo

valore posta in serie al source del MOSFET; questa tensione agisce sul comparatore interno che controlla il generatore PWM. Di questo stadio possiamo segnalare altre due particolarità: l'alimentazione del chip e lo spegnimento del circuito mediante fotoaccoppiatore. La tensione di alimentazione viene ottenuta dai 300 volt continui mediante due resistenze di caduta che però forniscono una corrente piuttosto bassa, appena sufficiente a fare entrare in funzione il chip ed ottenere l'oscillazione. Successivamente il circuito viene alimentato dalla tensione presente sull'avvolgimento di TF2 contradd-

distinto dai numeri 1 e 2. Questa tensione, raddrizzata dal diodo D1 e filtrata da C7, si somma a quella iniziale garantendo la corretta alimentazione al chip. Per quanto riguarda il fotoaccoppiatore, questo componente (quando attivo) ha lo



R32: 0,22 Ohm 5W

R33: 820 Ohm

C1: 100 nF 275V pol.

C2: 100 nF 275V pol.

C3: 470 pF 1 KV ceramico

C4: 470 pF 1 KV ceramico

C5: 47 µF 400VL elettr.

C6: 10 nF 1 KV ceramico

C7: 100 µF 35VL elettr.

C8: 1.000 pF ceramico

C9: 5.600 pF ceramico

C10: 10.000 pF ceramico

C11: 33 nF ceramico

C12: 10.000 pF ceramico

C13: 220 µF 63 VL elettr.

C14: 100 µF 63 VL elettr.

C15: 470 pF 1 KV ceramico

C16: 47 µF 50 VL elettr.

C17: 100 nF multistrato

C18: 100 nF multistrato

C19: 100 nF multistrato

D1: 1N4007

D2: 1N4007

D3: 1N4148

D4: 1N4007

D5: 1N4007

D6: STPR1620CT

D7: 1N4007

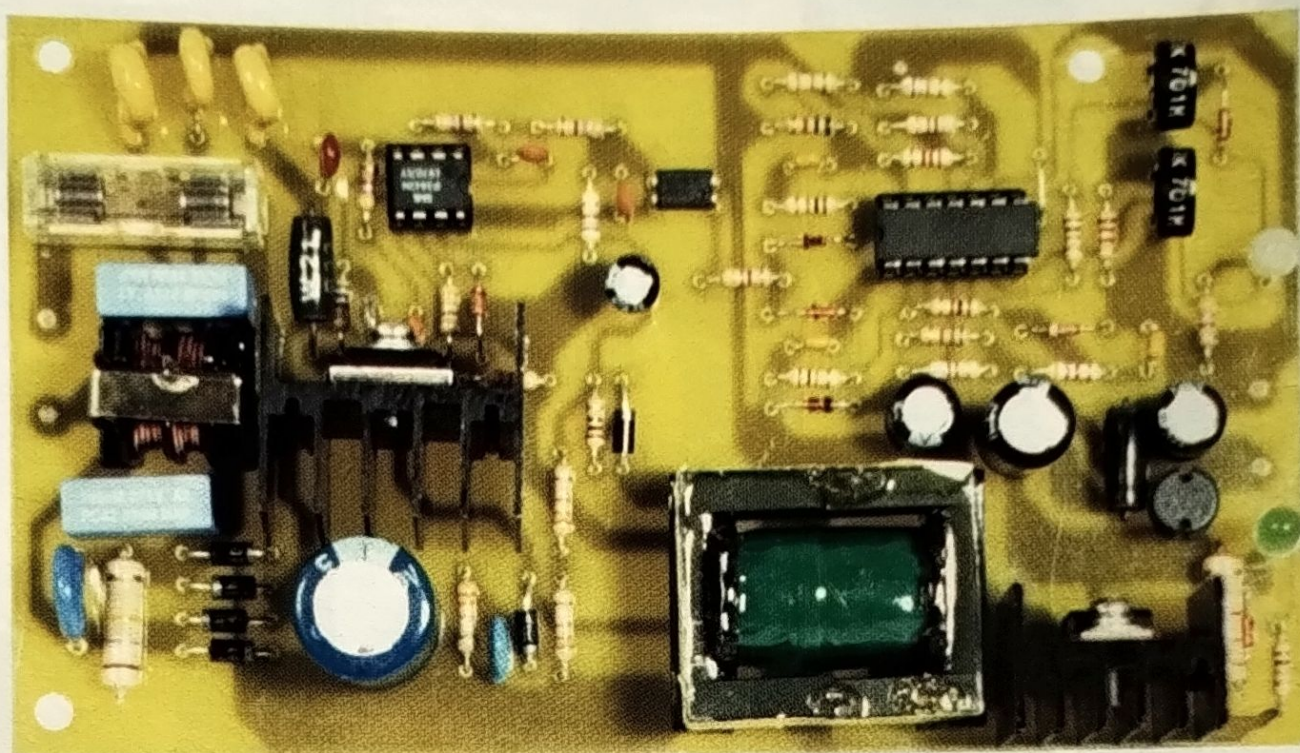
D8: 1N4007

DZ1: 5,6V 0,5W diodo zener

DZ2: 28V 1W diodo zener

RS1: 1N4007 (4 pz)

LI: bobina di filtro rete



L2: 10 µH 5A

LD1: led verde 5 mm

LD2: led bicolore 5 mm

FC1: TLP627 o eq.

MSFT1: IRF840 o eq.

U1: TL3842

U2: LM324

TF1: trasformatore switching
(vedi testo)

FUS1: 2A

Varie:

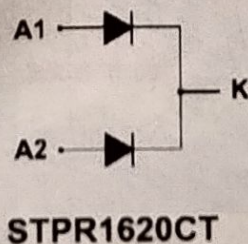
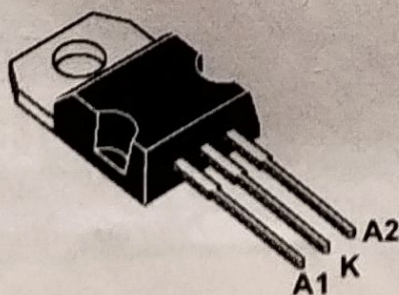
- zoccolo 7+7;
- zoccolo 4+4;
- portafusibile da c.s.;
- dissipatore per TO-220 (2 pz);
- stampato cod. S401B.

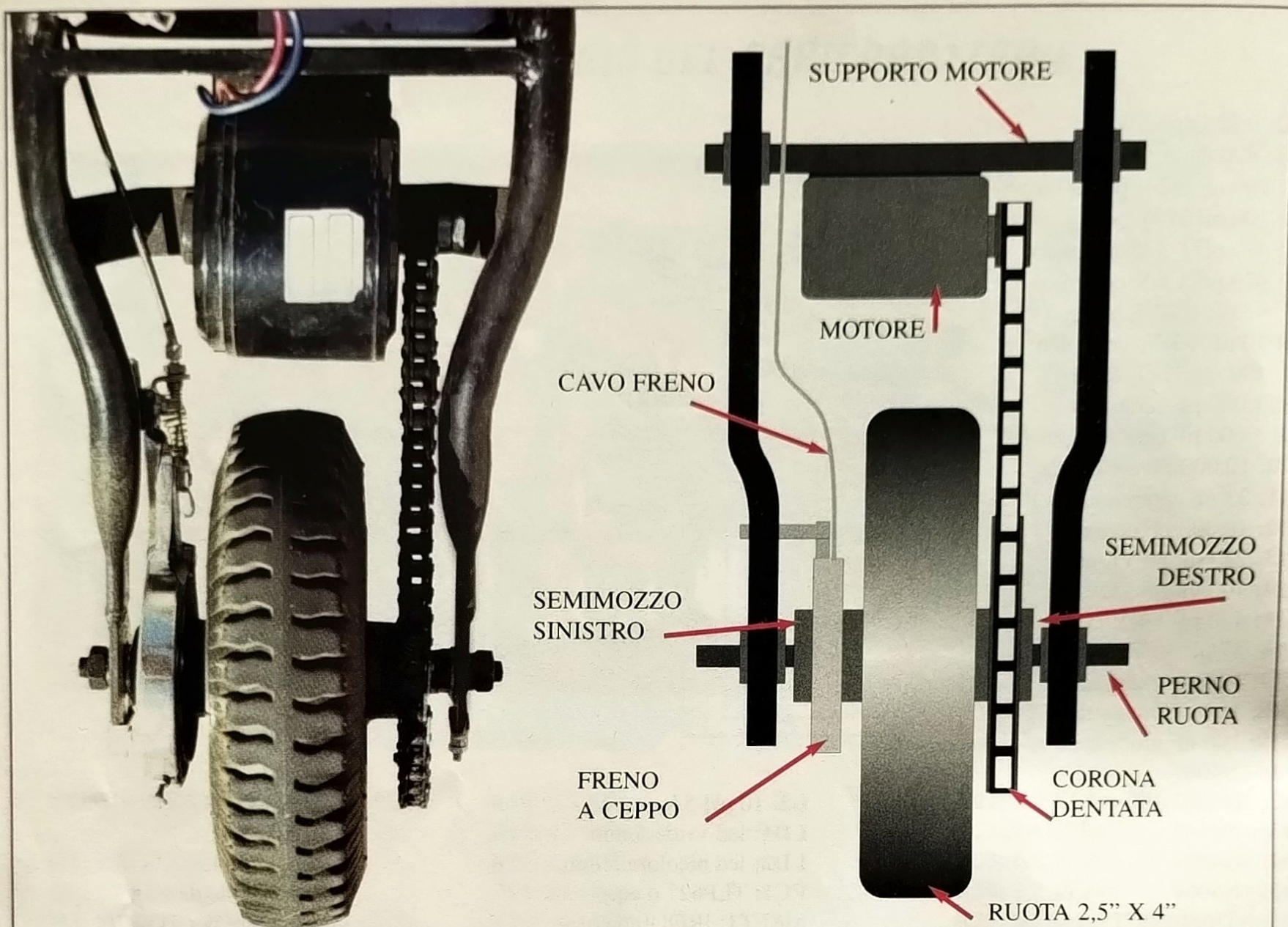
scopo di inibire quasi completamente il funzionamento del PWM ovvero di ridurre al minimo l'ampiezza degli impulsi generati. Da notare, infine, che lo stadio di alta tensione è galvanicamente isolato da quello di bassa grazie all'impie-

go del trasformatore TF2 e del fotoaccoppiatore. Ecco spiegata dunque la presenza di due masse e dei relativi simboli. Gli impulsi presenti sul secondario di TF2 (avvolgimento 5÷7) vengono raddrizzati dal doppio diodo FAST D6 e resi

perfettamente continui dal filtro LC di cui fanno parte C13 e L2. Ai capi del condensatore troviamo normalmente una tensione continua di circa 45 volt utilizzata per ricaricare le batterie e per alimentare il circuito di regolazione che utilizza i quattro operazionali contenuti nell'integrato U2, un comune LM324. Il led verde LD1 segnala con la sua accensione che c'è tensione sul secondario e che quindi tutto lo stadio a monte funziona correttamente. L'LM324 viene alimentato con una tensione stabilizzata di 28 volt fornita dallo Zener DZ2. Un altro zener (DZ1) fornisce la tensione di riferimento agli operazionali che

Pin-out del
regolatore PWM
TL3842 (a sinistra) e
del doppio diodo
veloce STPR1620CT
(a destra).





Le immagini e i disegni illustrano come abbiamo realizzato il sistema di trazione del monopattino. Come pianale abbiamo utilizzato un telaio realizzato con tubi saldati e sagomati opportunamente; al centro abbiamo previsto un alloggiamento per le tre batterie ed il chopper. La sezione più importante riguarda tuttavia la parte posteriore sulla quale sono fissati tutti gli elementi relativi alla trazione. Per realizzare il monopattino abbiamo utilizzato due ruote con camera d'aria da 2,5"x4" ovvero con una larghezza di circa 6 centimetri e con un diametro di 20. Alla forcella del telaio è fissato il perno della ruota posteriore: quest'ultima dispone ovviamente di un cuscinetto sul quale è libera di ruotare. Due semimozzi fissati alla ruota, uno da un lato e l'altro dall'altro, garantiscono la trazione e l'azione frenante. Sul semimozzo di destra abbiamo fissato una corona dentata collegata al motore mediante una catena metallica; sull'altro semimozzo è montato un freno a ceppo da 80 millimetri la cui parte statica è fissata al telaio del monopattino. Sullo stesso telaio, a circa 20 centimetri dalla ruota, è montato il motore il quale dispone anch'esso di una corona dentata per la trasmissione del moto.

La rotazione dell'albero del motore viene trasmessa alla ruota posteriore mediante una catena dentata.



Dal lato opposto è montato il freno a ceppo da 80 millimetri fissato al telaio e al semimozzo.



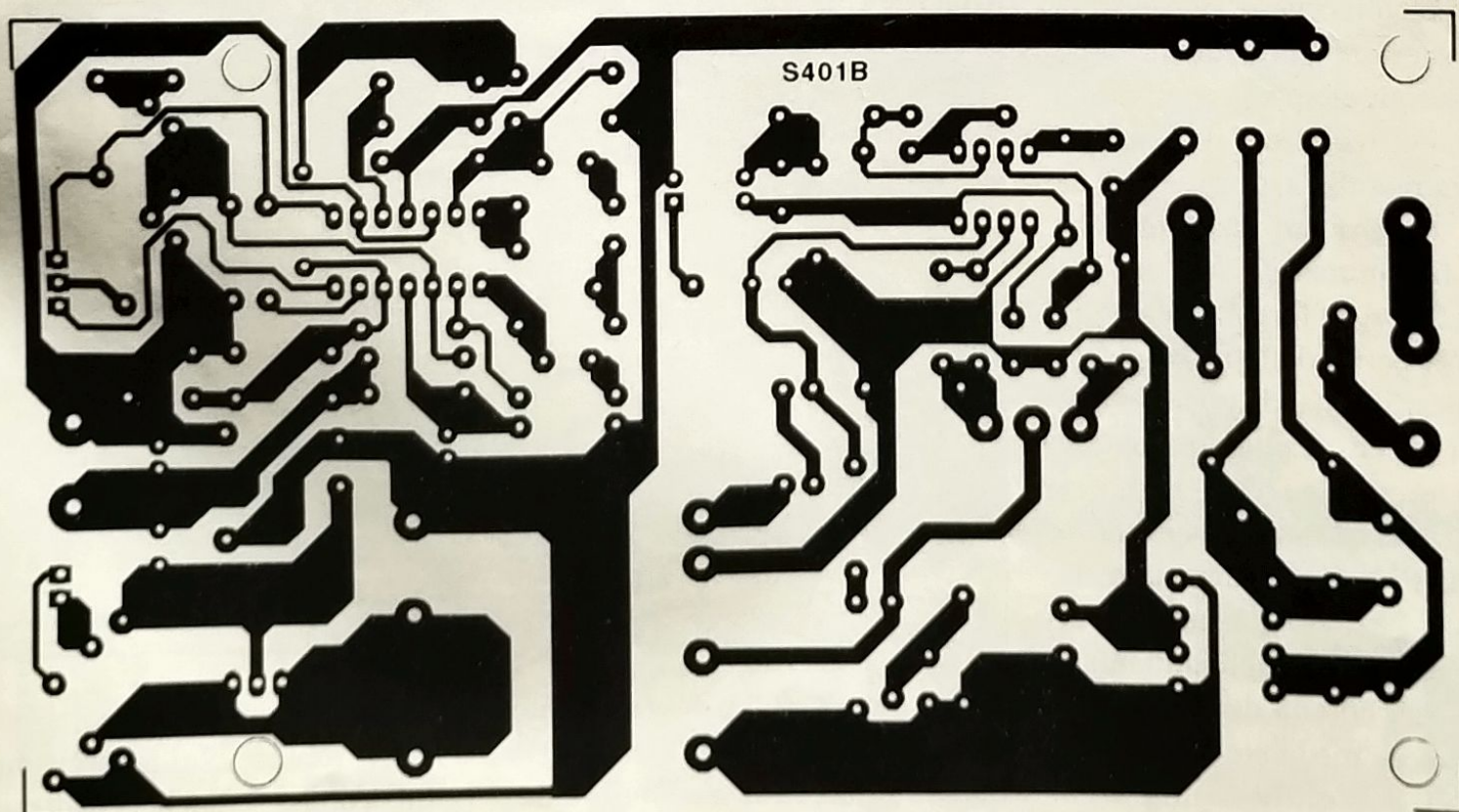
funzionano come comparatori di tensione. Per verificare lo stato di carica delle batterie viene misurata la corrente assorbita dalle stesse. A tale scopo in serie alle batterie è presente una resistenza di basso valore la cui caduta di tensione viene comparata con quella di riferimento. Quando la corrente di carica scende sotto i 100 mA, il led di segnalazione bicolore LD2 passa da rosso a verde segnalando che la carica è terminata. La stessa, tuttavia, non viene interrotta, mantenendo in "tampone" le batterie. Di questo circuito fanno parte gli operazionali U2c e U2b mentre agli altri due OP-AMP è affidato il compito di verificare se ai morsetti di uscita è presente o meno la batteria oppure se i due terminali sono in corto circuito. In entrambi questi ultimi due casi viene attivato il fotoaccoppiatore il quale, come abbiamo visto prima, limita il funzionamento del PWM. Mediante i trimmer R25 e R29 è possibile impostare le soglie di intervento del circuito. Anche per U2d (che controlla la soglia di intervento di corto circuito) è possi-



bile effettuare una sorta di taratura eliminando R15 ed aumentando così la soglia di intervento. Dal punto di vista pratico, anche la realizzazione del circuito di ricarica non presenta particolari difficoltà. L'unico componente da autocostruire è il trasformatore in ferrite le cui dimensioni debbono garantire

una potenza di almeno $80 \div 100$ watt. Tutti gli avvolgimenti sono realizzati con filo di rame smaltato del diametro di $0,30 \div 0,40$ millimetri; l'avvolgimento primario (punti 3 e 4) necessita di 100 spire, quello secondario (punti 5 e 7) di 25 spire mentre per quello che garantisce tensione al TL3842 (punti 1 e 2) sono sufficienti 8 spire.

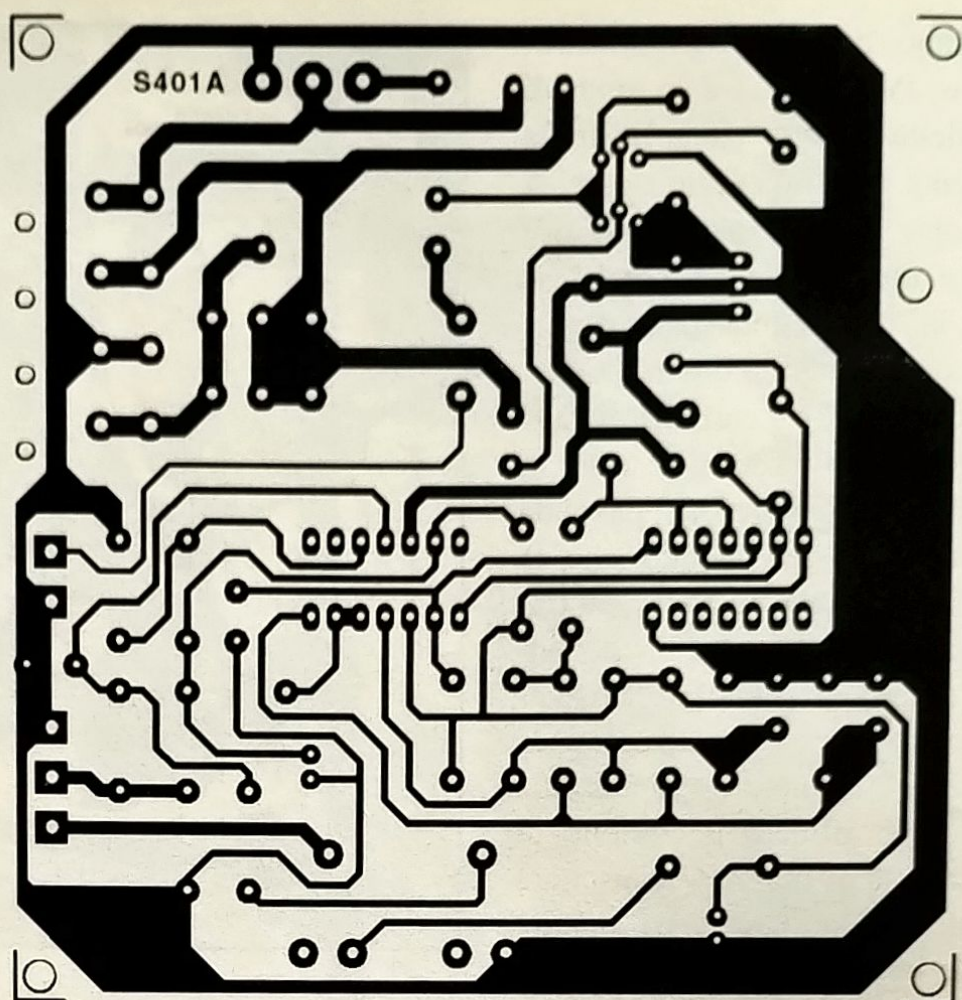
Il mosfet di potenza ed il doppio diodo FAST vanno muniti di dissipatore. Per verificare il funzionamento del circuito conviene in un primo momento non montare l'LM324 e misurare con un tester la presenza di 300 volt continui ai capi di C5 e di $40 \div 50$ volt ai capi di C13. Se disponete di un oscilloscopio potrete anche verificare le forme d'onda presenti nei vari punti del circuito di alta tensione. A questo punto montate l'LM324, collegate le batterie da ricaricare e misurate con un tester la tensione presente ai capi delle stesse. Regolate i trimmer R25 e R29 in modo che al raggiungimento di una tensione di 41,4 volt ($3 \times 13,8$) il led di segnalazione passi da rosso a



caricabatterie, traccia rame in scala reale

PER IL MATERIALE

Il progetto descritto in queste pagine può essere facilmente realizzato da chi abbia una discreta esperienza sia in campo elettronico che meccanico. Per accontentare quanti intendono costruire il monopattino ma non sanno dove reperire il materiale, abbiamo preparato un kit di montaggio con tutti i componenti necessari, molti dei quali già preassemblati. Il tutto come visibile nelle foto che illustrano l'articolo. Il prezzo del monopattino (Cod. MPE01) completo di batterie e ricaricatore è di Lire 820.000 IVA compresa. Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, V.le Kennedy 96, 20027 Rescaldina (MI), tel. 0331-576139, fax 0331-578200.



chopper, traccia rame in scala 1:1

verde. A questo punto possiamo ritenere conclusa l'analisi dei circuiti elettrici: possiamo quindi dedicare la nostra attenzione agli aspetti meccanici della realizzazione. Come pianale abbiamo utilizzato un telaio realizzato con tubi saldati e sagomati opportunamente; la sezione più importante riguarda la parte posteriore sulla quale sono fissati tutti gli elementi relativi alla trazione. Per realizzare il monopattino abbiamo utilizzato due ruote da 2,5"x4", ovvero con una larghezza di circa 6 centimetri e con un diametro di 20. Alla forcella del telaio è fissato il perno della ruota posteriore: quest'ultima dispone ovviamente di un cuscinetto sul quale è libera di ruotare. Due semimozzi fissati alla ruota, uno da un lato e l'altro dall'altro, garantiscono la trazione e l'azione frenante. Sul semimozzo di destra abbiamo infatti fissato una corona dentata collegata al motore mediante una catena metallica; sull'altro semimozzo abbiamo fissato un freno a ceppo da 80 millimetri la cui parte statica va

fissata al telaio del monopattino. Anche il motore è fissato al telaio a circa 20 centimetri dalla ruota e dispone anch'esso di una corona dentata per la trasmissione del moto. Tutti questi particolari meccanici possono essere acquistati a

allo scopo. Sul manubrio giunge il cavo del freno che deve essere fissato alla apposita leva e deve azionare anche l'interruttore di spegnimento. Dal lato opposto è necessario montare il potenziometro con la relativa manopola mediante la



prezzi contenuti presso i rivenditori di ricambi per cicli e moto. Per quanto riguarda il manubrio abbiamo utilizzato quello di un vecchio ciclomotore e lo abbiamo adattato

quale è possibile regolare la velocità del motore. Sul telaio va montato un robusto pianale ed il tutto può essere abbellito con una carenatura in legno o in plastica.