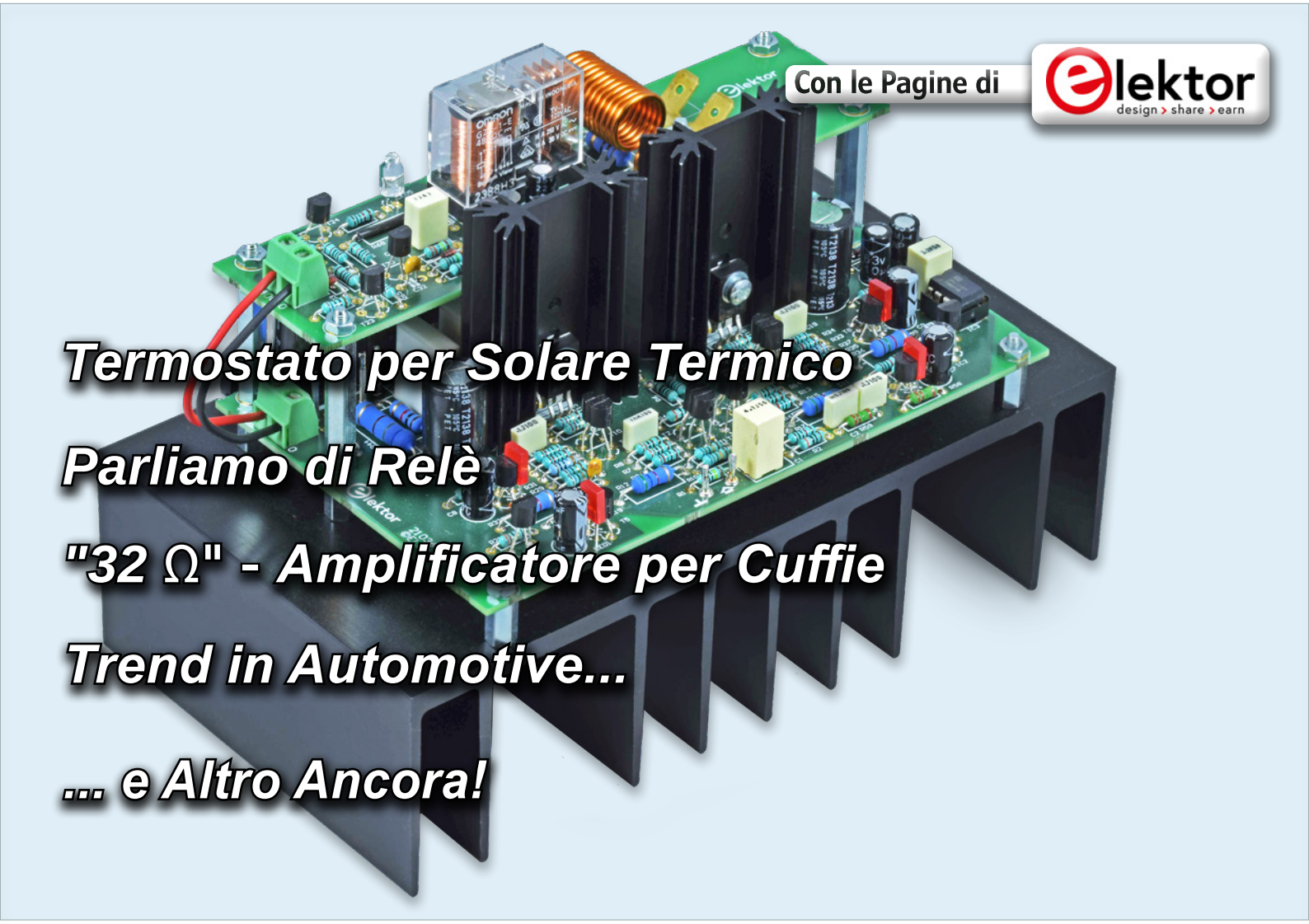
Elettronica & Maker

n° 30 - 2023



Con le Pagine di elektor design > share > earn

Termostato per Solare Termico

Parliamo di Relè

"32 Ω" - Amplificatore per Cuffie

Trend in Automotive...

... e Altro Ancora!

Amplificatore Audio Hi-End

"Fortissimo 100"

con Stadio di Uscita Totalmente Simmetrico

Sommario

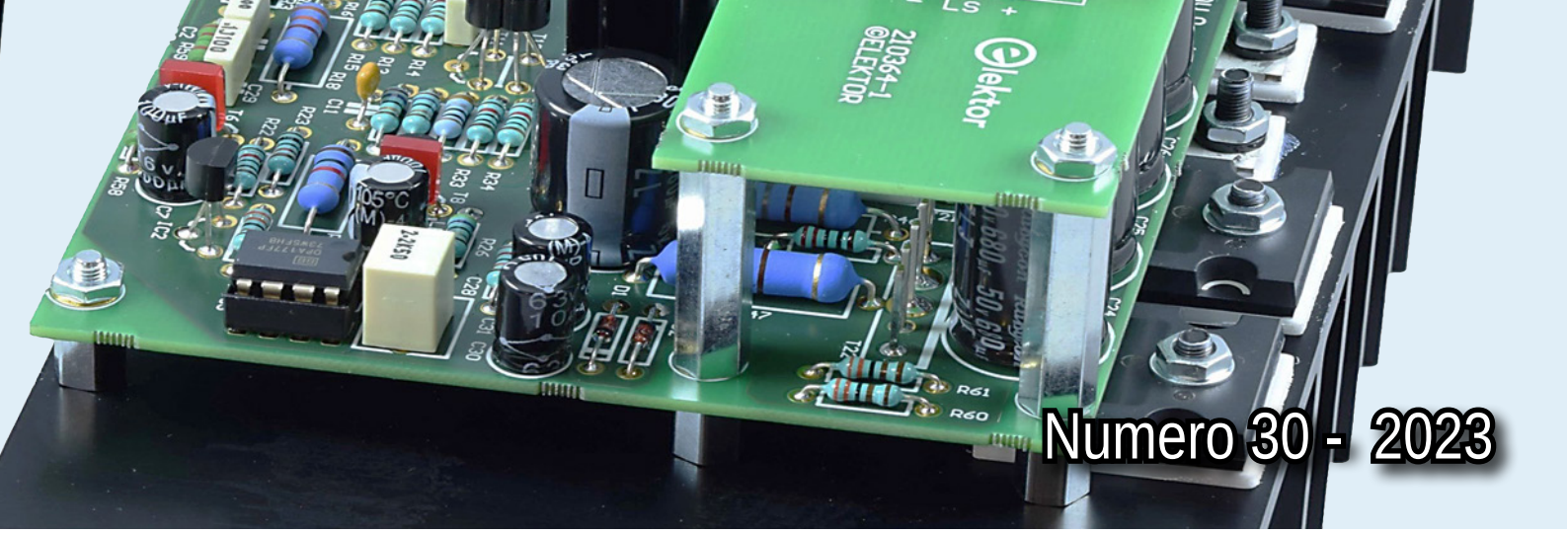
Elettronica & Maker

EDITORIALE

r.armani@elettronicaemaker.it

Homemade Hi-Fi...

...ovvero Alta Fedeltà fatta in casa. L'allestimento di questo numero di Elettronica & Maker, in particolar modo quello della copertina, ha inevitabilmente evocato dei ricordi. Il primo amplificatore audio, degno di esser definito tale, lo realizzai ai tempi del Liceo. Un età in cui di solito si hanno moltissime idee da sviluppare, altrettanta energia ma decisamente pochi soldi in tasca! L'occasione me la diede un kit di montaggio di Amtron, un'azienda dell'hinterland Milanese allora piuttosto nota, che i lettori di Elettronica & Maker (quelli con i capelli grigi...) sicuramente ricorderanno.
Si trattava di un circuito semplice; magari non era destinato a offrire prestazioni mirabolanti ma sicuramente il suo onesto lavoro, quello sì, lo faceva. Disponeva di uno stadio finale push-pull piuttosto classico, equipaggiato da una coppia di transistor finali al germanio, gli universalmente noti (per allora...) AC187K e AC188K. In qualche modo 2-3W di potenza riuscivano a erogarla e per quei tempi, vi assicuro, bastavano e avanzavano. Ricordo anche le interminabili discussioni tra amici per la decisione, più che critica, sulla scelta degli altoparlanti da utilizzare (vedi riga 2, al punto "pochi soldi"...) e soprattutto su come strutturare le casse per alloggiarli, in modo da ricavare il massimo risultato partendo da un budget più che risicato. Alla fine, dopo la consueta trafila di prove interminabili, allestimenti provvisori ma "quasi definitivi", il suono iniziava a farsi strada lungo la catena di segnale appena realizzata: grandissima emozione, soprattutto con la consapevolezza di aver realizzato qualcosa con le proprie mani! Nel corso dei tempi la storia si ripete e, come immagino, nelle nuove generazioni di appassionati si rinnovano le stesse emozioni che hanno "contagiato" quelle precedenti. Con una differenza sostanziale, però: gli strumenti attualmente a disposizione dei nuovi adepti dell'elettronica e del saldatore hanno potenzialità enormi. Piattaforme di sviluppo



e simulazione HW-SW, componentistica di livello superiore e ingombri minimi, tutto il necessario per una progettazione di eccellenza, realizzata con sforzo accettabile, che non richiede la fatica improba del passato. Una ragione ulteriore per uscire dal letargo invernale e stupire il mondo con le proprie invenzioni.
Non ci sono più scuse!

Buona Lettura.

Roberto Armani

Ora E&M è anche su:

Seguici!

Le Pagine di elektor

4 "Fortissimo 100" Amplificatore Hi-End

20 "32 Ω" Amplificatore per Cuffie

24 Inviare Dati a Telegram

Due parole...

28 Trend in Automotive...

36 Parliamo di Relè Elettromeccanici

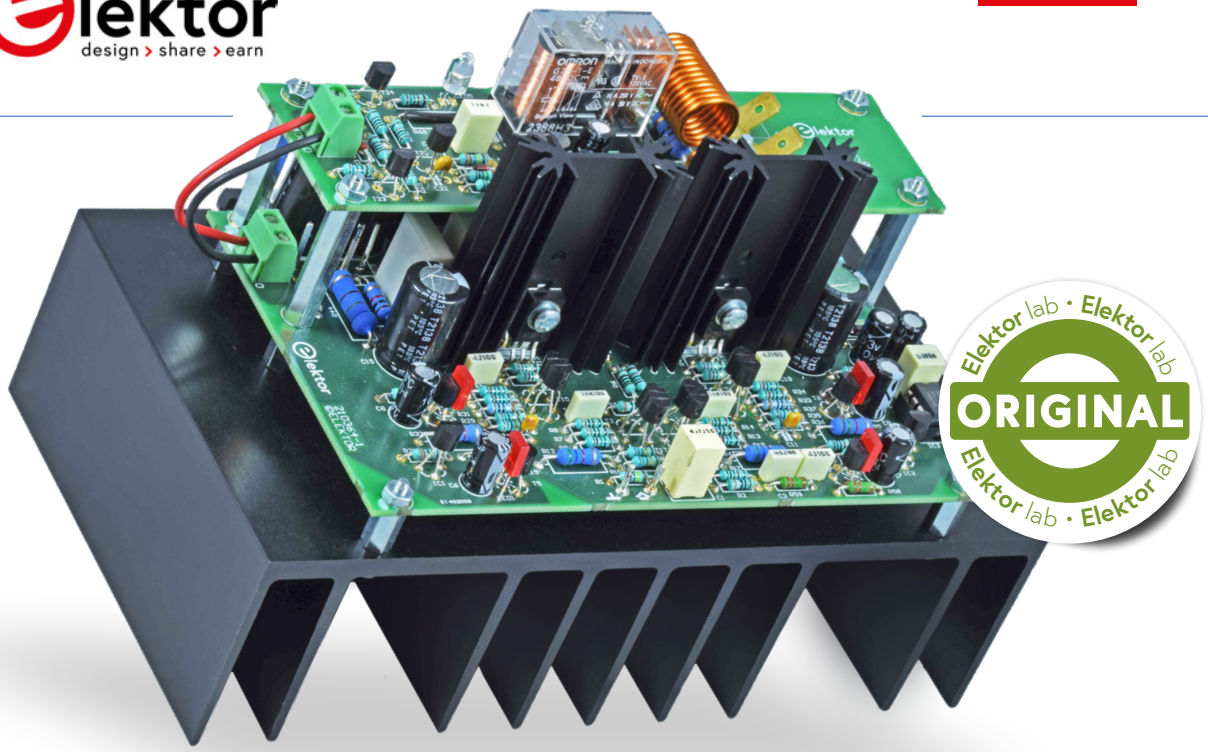
Arduino, Raspberry & Co.

50 Termostato per Solare Termico

Strumenti

62 Pic e AVR Semplificano lo Sviluppo degli Edge Node

70 Reti Mesh Wireless: Quale Scegliere?



"Fortissimo-100"
Amplificatore High-End

Con Stadio di Uscita Totamente Simmetrico e potenza di 100/190 W

Di Ton Giesberts (Elektor)

Oggi è possibile acquistare moduli di amplificatori digitali per pochi soldi, ma al loro ascolto gli appassionati dell'high-end storcono il naso. D'altra parte, la gente ama ancora costruire i progetti Elektor di decenni fa. Il nostro ultimo amplificatore, il Fortissimo-100, incuriosirà sia gli autocostruttori che gli appassionati dell'high-end: THD+N: 0,000,8 % a 50 W a 8 Ω, potenza massima 98 W a 8 Ω o 188 W a 4 Ω con THD ≤ 1 %. Gli amanti dell'autocostruzione troveranno conveniente l'utilizzo di soli componenti cablati. Siete curiosi? Continuate a leggere e iniziate a scaldare il vostro saldatore!

Durante lo sviluppo di questo amplificatore high-end, mi sono ispirato a un progetto Elektor che ha più di 30 anni, ma è ancora molto valido: l'*Amplificatore AF di media potenza* [1] dell'ottobre 1990. Grazie al suo sofisticato progetto completamente simmetrico, questo amplificatore è ancora oggi di tutto rispetto e può certamente essere considerato di fascia alta. La domanda è se il circuito possa essere effettivamente migliorato. La mia risposta è il "Fortissimo", che significa "sì, eccome!".

Le Basi

La **Figura 1** mostra la parte di potenza del vecchio stadio d'uscita (giallo chiaro) e del nuovo stadio d'uscita (blu chiaro). Come il vecchio circuito, anche il nuovo funziona nella collaudata modalità di Classe AB, ma ora con lo stadio driver implementato in una configurazione bootstrap simmetrica. Le differenze principali sono evidenziate in rosso. Sul lato destro della figura, i condensatori C15 (tra il nodo di R44/R45 e l'uscita) e C16 (tra il nodo di R46/R47 e l'uscita) forniscono tensioni significativamente più elevate alle basi di T17 e T18. Il vantaggio principale è che lo stadio di potenza costruito attorno ai transistor di uscita può essere pilotato più energicamente, per cui la tensione massima di uscita è superiore di oltre 2 V senza richiedere tensioni di alimentazione più

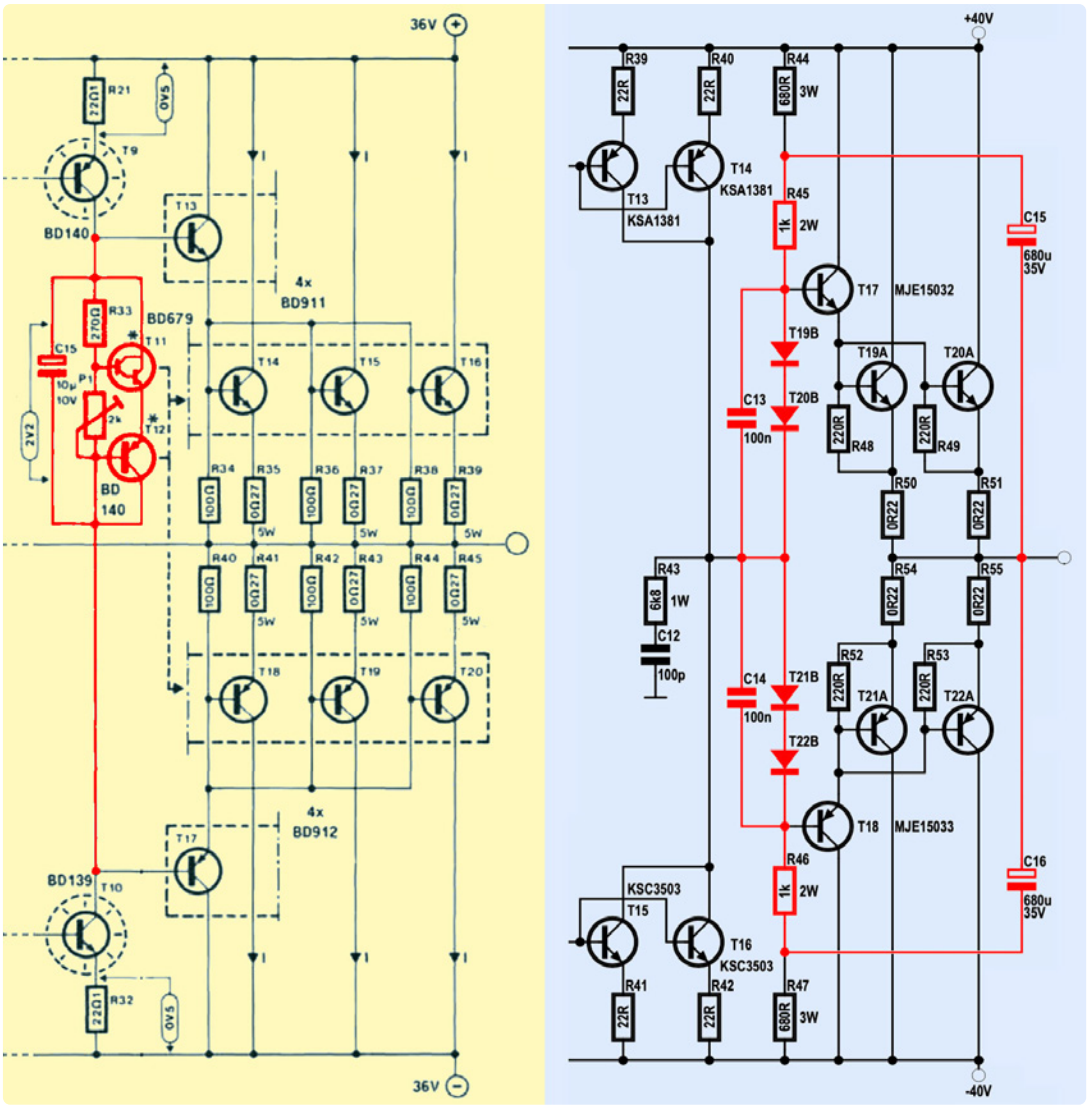
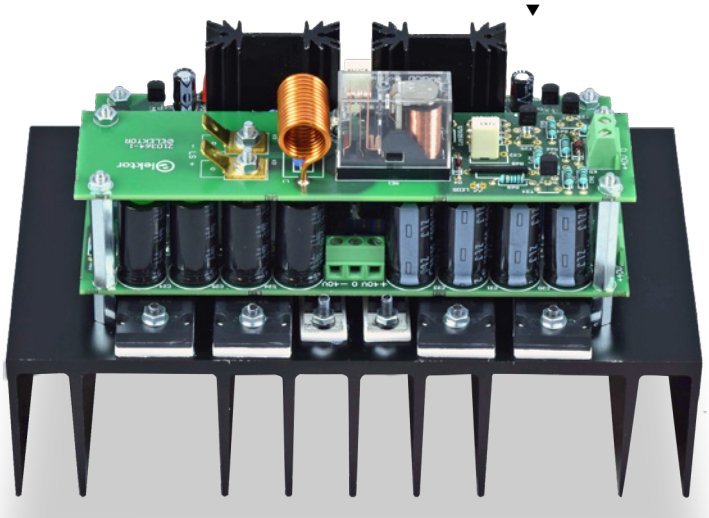


Figura 1: Differenze tra il vecchio (a sinistra) e il nuovo (a destra): impostazione della corrente a riposo e bootstrapping simmetrico.

elevate per gli stadi di amplificazione della tensione. Una caratteristica degna di nota del nuovo circuito è che non dispone di una tensione di polarizzazione regolabile per impostare la corrente di riposo. Al suo posto, sono stati semplicemente collegati in serie quattro diodi (T19B - T22B), la cui caduta di tensione corrisponde alla tensione sulle quattro giunzioni BE del circuito, composte da T17 a T22A. Come si può intuire dalla denominazione dei diodi, si tratta di diodi aggiuntivi integrati nei transistor di potenza da T19 a T22. L'accoppiamento termico di questi diodi è molto buono, il che si traduce in una corrente di riposo abbastanza stabile con un circuito estremamente semplice. Questo accoppiamento termico è il motivo per cui i transistor complementari, NJL3281D (NPN) e NJL1302D (PNP) [2], sono chiamati "ThermalTrak", ed è una notevole caratteristica. Per una potenza di uscita ottimale, l'amplificatore richiede tensioni di alimentazione simmetriche regolate di ±40 V. Con un carico di 8 Ω, la potenza massima con THD ≤ 1% è di quasi 100 W e, con un carico di 4 Ω, è quasi il doppio (si veda il **riquadro delle specifiche** alla fine dell'articolo). Inoltre, per semplificare la costruzione dell'amplificatore, la scheda è a doppia faccia a fori passanti placcati. I sei transistor di potenza dello stadio di uscita sono posizionati a metà del circuito stampato che, insieme al circuito di protezione, è montato sul dissipatore di calore. Il risultato è un modulo compatto (**Figura 2**). Per questa disposizione sono necessari solo sei fori da 3 mm nel dissipatore di calore per i transistor di potenza, più altri sei per i distanziatori. Se si utilizza il dissipatore di calore SK53-100-SA di Fischer Elektronik, non è necessario praticare alcuna filettatura M3, perché i dodici fori necessari si inseriscono perfettamente tra le alette del dissipatore. C'è persino un po' di margine per

Figura 2: Il compatto modulo amplificatore completamente assemblato.



le imprecisioni. Il lavoro meccanico è probabilmente la parte più complicata della costruzione dell'amplificatore. Se ne parlerà più avanti.

Progetto Circuitale

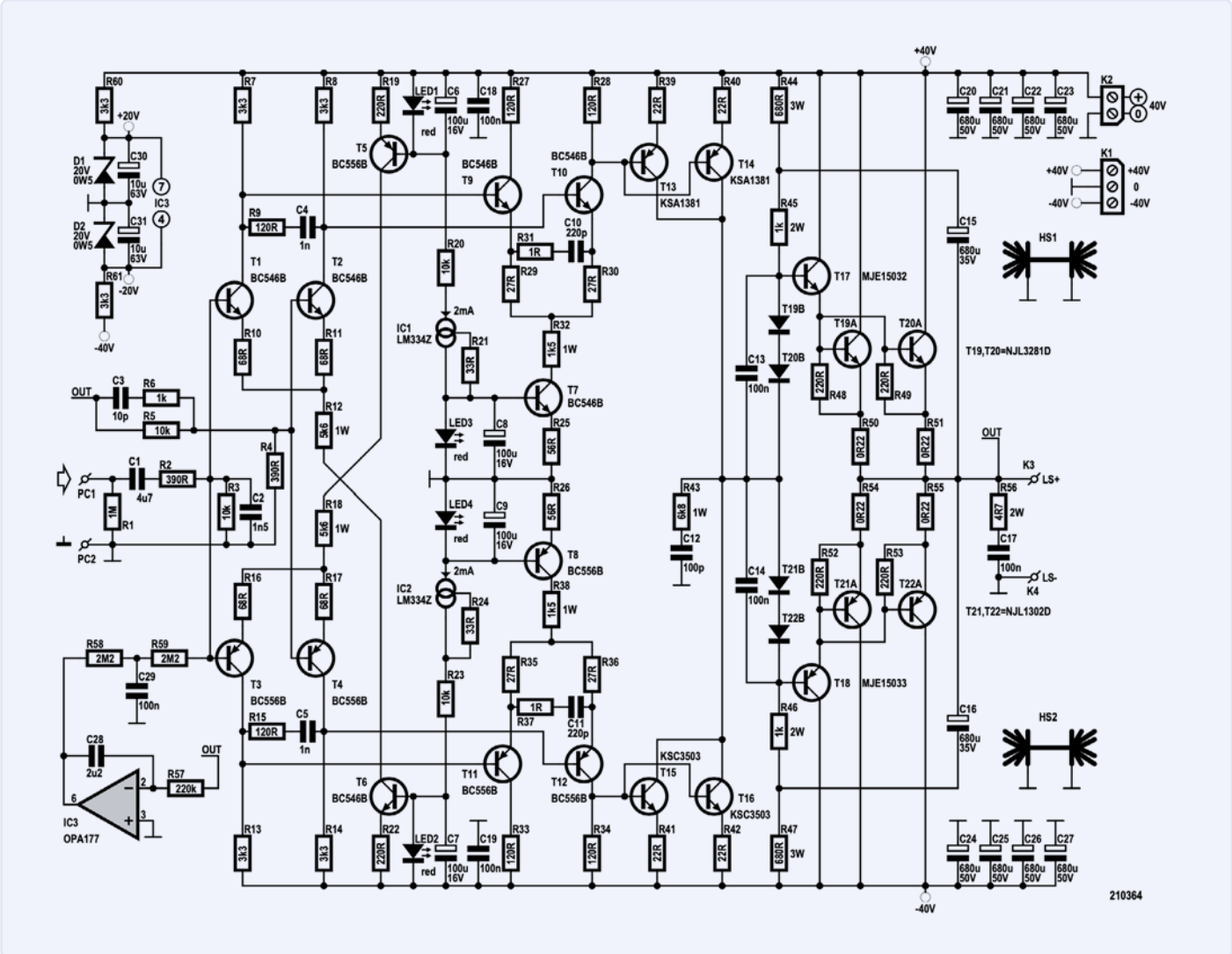
Il circuito di base dell'amplificatore (**Figura 3**) può essere suddiviso in tre parti. In primo luogo, c'è lo stadio di ingresso con amplificatori differenziali simmetrici, seguito dallo stadio push-pull che, a sua volta, pilota lo stadio di uscita. A questo si aggiungono le funzioni del circuito di protezione. Tutti questi aspetti sono discussi in dettaglio di seguito.

Amplificatori differenziali

Gli amplificatori differenziali costruiti attorno a T1/T2, T3/T4, T9/T10 e T11/T12 sono implementati utilizzando i noti transistor del tipo BC546B/BC556B. Questi hanno una frequenza di transizione più elevata rispetto ai tipi successivi, come la coppia KSC1845/KSA992. La sostituzione dei BC546B e BC556B con altri tipi può causare problemi, poiché le loro caratteristiche influenzano la stabilità e, in molti casi, altri tipi hanno una diversa assegnazione dei pin. Sarebbero quindi necessarie altre reti per la compensazione della frequenza e forse un layout completamente diverso.

I LED rossi rettangolari posti vicino ai singoli transistor forniscono tensioni compensate in temperatura per le sorgenti di corrente degli amplificatori differenziali. Per limitare la dissipazione di potenza dei transistor di corrente T5 - T8, le resistenze da 1 W (R12, R18, R32 e R38) sono poste in serie ai loro collettori. Le due sorgenti di corrente integrate, IC1 e IC2, insieme alle resistenze R21 e R24, stabilizzano la corrente attraverso i LED a 2 mA. Sebbene la tensione massima consentita dalle sorgenti di corrente integrate sia appena entro i limiti per i 40 V utilizzati in questo caso, per sicurezza le due resistenze da 10 kΩ, R20 e R23, sono state collegate in serie per ridurre la tensione applicata a meno della metà.

Figura 3: Il circuito del modulo amplificatore Fortissimo è completamente simmetrico.



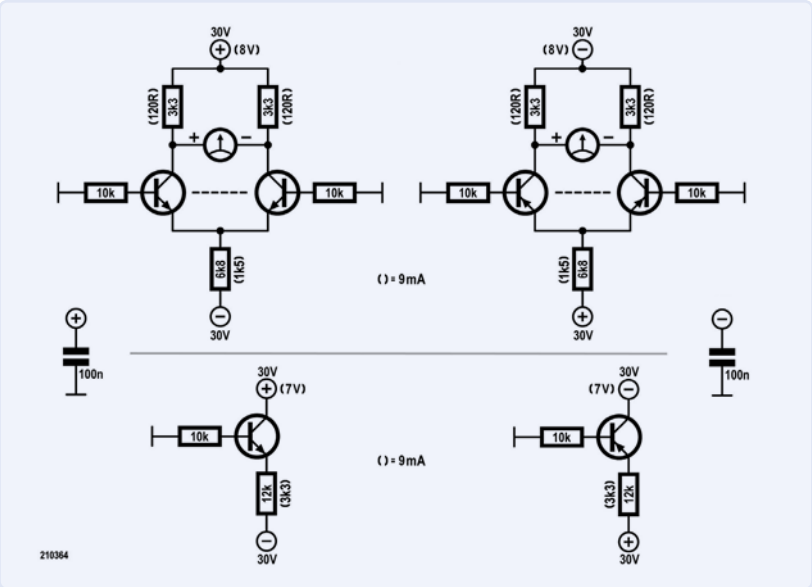
Il guadagno complessivo è impostato a 26,6 dalla rete di retroazione negativa R4/R5. A causa della piccola caduta di tensione su R2, si riduce a circa 25,6. Il condensatore C2, insieme alle resistenze R2 e R3, attenua i segnali ad alta frequenza che l'amplificatore non è in grado di gestire. La tensione massima d'ingresso per un segnale di uscita non attenuato è leggermente superiore a 1 V. C3 e R6 nell'anello di retroazione negativa garantiscono la stabilità alle alte frequenze.
Sempre per motivi di stabilità, le reti RC R9/C4 e R15/C5 sono collocate tra i collettori dei primi amplificatori differenziali costruiti intorno a T1/T2 e T3/T4 per fornire una compensazione di frequenza. Gli amplificatori differenziali a valle, costruiti intorno a T9/T10 e T11/T12, forniscono un guadagno aggiuntivo. Il loro compito principale è quello di fornire un pilotaggio a bassa impedenza al successivo stadio amplificatore push-pull costruito intorno a T13 - T16. Le reti R31/C10 e R37/C11 forniscono anche una compensazione di frequenza. Le resistenze di collettore R27 e R33 servono a mantenere uguali le tensioni collettore-emettitore dei due transistor del secondo amplificatore differenziale. La differenza di tensione tra R27 e R28 e tra R33 e R34 deve essere ≤ 0,35 V (meglio ancora, ≤ 0,1 V), altrimenti le U_{BE} e le h_{FE} dei transistor del primo amplificatore differenziale non sarebbero abbastanza vicine. Nonostante il posizionamento stretto, l'accoppiamento termico delle coppie di transistor non è buono come nel caso di un transistor doppio, poiché non si trovano nello stesso package sullo stesso die. Di conseguenza, possono verificarsi deviazioni misurabili.
Questi transistor non possono essere acquistati come coppie selezionate. Pertanto, è necessario prima misurare le loro caratteristiche e poi selezionare le coppie con una buona corrispondenza. La semplice misurazione dell'h_{FE}, ad esempio con un multimetro, non è sufficiente. I valori U_{BE} non dovrebbero differire di oltre 1 mV a parità di tensione collettore-emettitore e di corrente di collettore. Se l'U_{BE} della coppia NPN non è uguale a quella della coppia PNP, non è un problema. Il riquadro di **selezione dei transistor** (alla fine dell'articolo) descrive la procedura per la selezione delle coppie abbinate utilizzando il circuito di prova della **Figura 4**. Si noti che le misure dipendono fortemente dalla temperatura ambiente.

Stadio push-pull

T10 e T12 pilotano uno stadio push-pull. Due coppie di transistor driver collegati in parallelo - T13||T14 (PNP) e T15||T16 (NPN) in package TO-126 o SOT-32 - mantengono la corrente di collettore per transistor nella regione lineare anche alla massima uscita, e questa corrente a doppio driver migliora il pilotaggio rispetto alla capacità parassita dello stadio di uscita. In questo caso vengono utilizzati i tipi complementari KSC3503 e KSA1381 di ON Semiconductor (ex Fairchild Semiconductor). Sono molto adatti a questo scopo: con una V_{CEO} di 300 V non solo possono gestire tensioni elevate, ma hanno anche una bassissima capacità inversa C_{re} di 1,8 pF (NPN) o 2,3 pF (PNP) e un guadagno lineare con correnti di collettore fino a 50 mA (corrente di collettore massima 100 mA).
Questi transistor sono disponibili nelle classi h_{FE} C, D, E e F. Purtroppo, ON Semiconductor è in grado di fornire solo il KSC3503 di tipo NPN in classe D (h_{FE} 60 - 120) e il KSA1381 di tipo PNP in classe E (h_{FE} 100 - 200). I tipi NPN e PNP dovrebbero essere idealmente della stessa classe, ma le resistenze di emettitore R39/R40 e R41/R42 compensano ampiamente i diversi guadagni di corrente. La corrente attraverso ciascuno dei quattro transistor è impostata a circa 13 mA. Ciò è in linea con la funzione assegnata e a questa corrente la frequenza di transizione è massima.
In condizioni di assenza di segnale, la potenza dissipata da ciascun transistor è di circa 510 mW. Per smaltire il calore, ogni coppia di transistor paralleli è montata su un dissipatore termico. I dissipatori HS1 e HS2 sono del tipo SK104 di Fischer Elektronik, con fori per i package TO-220, SOT-32 o TO-3P. Sono adatti anche per il package TO-126. La resistenza termica dell'SK104, lungo 50,8 mm, è di 9 K/W, quindi la sua temperatura sarà di circa 10 K superiore alla temperatura ambiente quando i due transistor sono montati su di esso. A causa della resistenza termica del package (1
9 K più cal
potenziale
aggiuntivo
termica, dat

Stadio di u

Lo stadio di
tratta di una
per il funzio
degli ampli
citato ampl
riposo dei tr
montato su
simile a un
UBE) che fo



▲ *Figura 4: Il circuito di prova per la misurazione dei transistor per piccoli segnali per determinare le migliori coppie possibili può essere costruito su una scheda per prototipi.*

Questo è solo un estratto dell'articolo. Per continuare la lettura, vieni a conoscerci sul Web: potrai, visitare il sito, registrarti gratuitamente e scaricare i numeri completi della nostra rivista, oltre a poter consultare molti progetti di applicazione comune. Ti aspettiamo!

Partecipa alla Elektor Community

Sottoscrivi una elektor GOLD membership!

- Accesso all'archivio web Elektor dal 1974!
- 6x Rivista Elektor (Su Carta)
- 9x Rivista Elektor (PDF) compresa la rivista Elektor Industry (EN)
- Sconto del 10% nel nostro web shop e offerte esclusive
- DVD-ROM annuale di Elektor
- Un account online presso gli Elektor LAB, con accesso a oltre 1000 file Gerber e una linea di comunicazione diretta con i nostri esperti!
- Possibilità di pubblicare un proprio progetto o anche di metterlo in vendita sul nostro shop

---

Oppure puoi scegliere La Digital elektor GREEN membership!

- Accesso all'archivio web di Elektor
- Sconto del 10% nel nostro web shop
- 6x Rivista Elektor (PDF)
- Offerte esclusive
- Accesso a più di 1000 file Gerber

www.elektor.com/member

elektor
design > share > sell

32 Ω Amplificatore per Cu ie

Con una Semplice ma Qualitativa Soluzione a 3-Chip

Di Thierry Clinquart (Belgio)

In passato, le cuffie di qualità avevano in genere un'impedenza di 600 Ω. Oggi il mercato di prezzo medio-alto è dominato da versioni a 32 Ω. Perciò i moderni amplificatori per cuffie devono essere un po' più potenti.

Anche se, in linea di principio, un normale amplificatore operazionale è sufficiente per pilotare ad alto volume cuffie da 600 Ω, a un volume comparabile nei voice coil delle moderne cuffie da 32 Ω scorrono correnti significativamente più elevate, che potrebbero causare il blocco dei normali amplificatori operazionali. Di fatto, la soluzione classica con i vecchi ma validi opamp audio NE5532 e IC simili è obsoleta. Pertanto, affinché le cuffie moderne non producano distorsioni, il circuito classico a operazionali deve essere modificato. Al giorno d'oggi, questo è molto semplice, non solo in linea di principio, ma anche nella pratica. È sufficiente aggiungere un BUF634A per canale.

Il BUF634A

Si tratta fondamentalmente di un piccolo e veloce stadio amplificatore di potenza push-pull in un package da IC. Basta collegarlo in uscita da un amplificatore operazionale e includerlo nella retroazione negativa: il gioco è fatto!

La **Figura 1** mostra il circuito stereo completo. Un doppio operazionale audio del tipo OPA2134 [1] forma i due stadi di ingresso ed è responsabile dell'amplificazione di tensione. Due BUF634A gestiscono l'amplificazione della corrente. Il circuito di base interno può essere osservato nella **Figura 2**.

La particolarità di questo stadio di uscita push-pull integrato è l'elevata larghezza di banda, che può essere impostata tra 35 e 210 MHz tramite la corrente attraverso il Pin 1. Se il resistore Rx della Figura

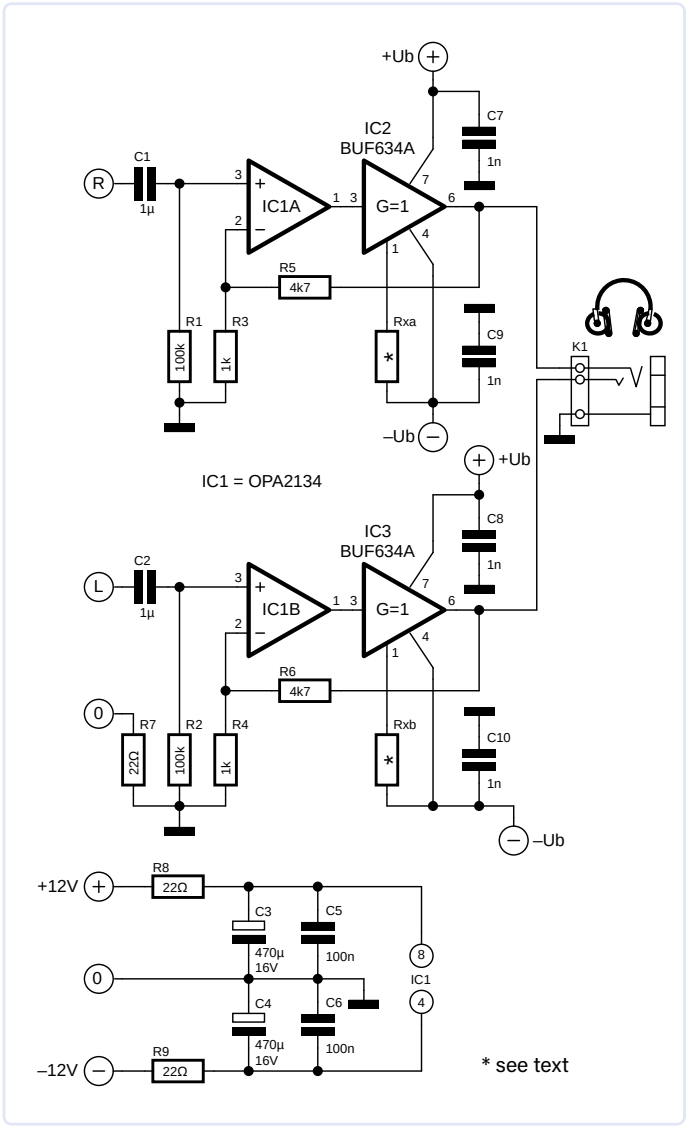


Figura 1: Il circuito dell'amplificatore per cuffie completo si basa su semiconduttori integrati.

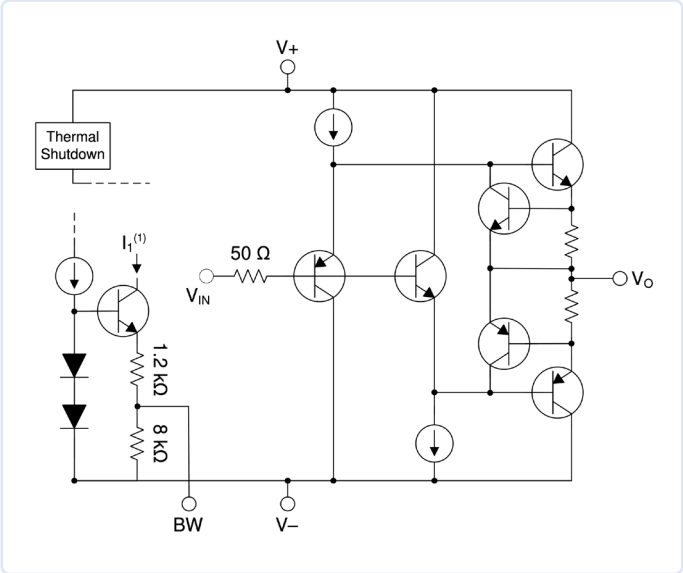


Figura 2: Schema di principio dello stadio di uscita push-pull integrato BUF634A. Fonte: [2].

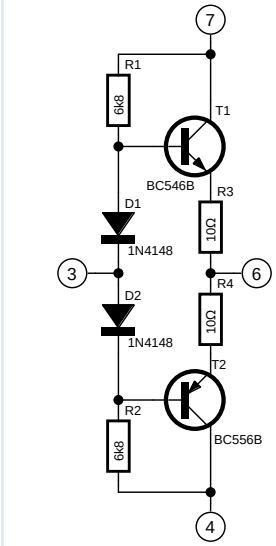


Figura 3: Per sostituire l'IC BUF634A si può utilizzare questo circuito discreto.

1 viene omesso (Pin 1 = aperto), la larghezza di banda è di 35 MHz e la corrente di riposo è di soli 1,5 mA circa. La larghezza di banda massima si ottiene selezionando un valore di 0 Ω per Rx. In questo caso, la corrente di riposo sale a un valore tollerabile di 8,5 mA. Lo stadio di uscita può erogare correnti fino a 250 mA, sufficienti per cuffie con impedenze fino a 8 Ω. Per informazioni dettagliate, consultare la scheda tecnica [2].

Quale larghezza di banda, e quindi quale corrente di riposo, è quella giusta? Per un'applicazione come amplificatore per cuffie di piccole dimensioni, normalmente la larghezza di banda ridotta dovrebbe andare bene e si può fare a meno della Rx. Per carichi capacitivi più elevati, tuttavia, la corrente di riposo più alta con Rx = 0 Ω è la scelta migliore. Quest'ultima considerazione vale anche per gli amplificatori operazionali, che non sono stabili a guadagno unitario. Le correnti di riposo tra gli estremi sono facilmente regolabili con altri valori di Rx.

Messa a Punto e Modifiche

Con i componenti SMD, è possibile costruire un superbo amplificatore per cuffie con una distorsione minima, un rumore molto basso e un'elevata larghezza di banda in uno spazio ridotto. Ma anche chi ama i componenti cablati sarà soddisfatto di questo circuito. IC1 è disponibile anche in versione DIP a 8 pin e per IC2 e IC3 si può facilmente utilizzare un sostituto del tipo BUF634. Questo IC è ancora disponibile in un package DIP a otto pin. Funzionerà, anche se è un po' più lento, ha una corrente di riposo leggermente più alta e non è più consigliato per i nuovi progetti.
Un'alternativa è quella di sostituire il BUF634A integrato con un circuito discreto equivalente di transistor a piccolo segnale, come mostrato nella **Figura 3**. La corrente di riposo dipende dalle caratteristiche combinate dei semiconduttori e può essere regolata tramite i valori di R1 e R2. Inoltre, per garantire la stabilità termica, è necessario assicurarsi che D1 e D2 siano in contatto diretto con T1 e T2. Se necessario, possono anche essere incollati. Poiché la corrente di riposo dipende anche dalla tensione di alimentazione, l'amplificatore deve funzionare con un'alimentazione stabilizzata a ±12 V, ad esempio utilizzando IC regolatori di tensione 7812 o 7912. Per cuffie da 32 Ω, è sufficiente un'alimentazione di ±100 mA. Per cuffie da 8

ELENCO COMPONENTI

Resistori
(salvo diversa indicazione: strato metallico, 1%)
R1,R2 = 100 k
R3,R4 = 1 k
R5,R6 = 4k7

Questo è solo un estratto dell'articolo. Per continuare la lettura, vieni a conoscerci sul Web: potrai, visitare il sito, registrarti gratuitamente e scaricare i numeri completi della nostra rivista, oltre a poter consultare molti progetti di applicazione comune. Ti aspettiamo!

elektor e-zine

La tua dose di elettronica

Ogni settimana che passi senza iscriverti a Elektor e-zine, ti sei perso sette giorni ricchi di progetti e articoli di grande interesse nel mondo dell'elettronica!

Quindi, perché aspettare? Iscriviti oggi stesso su www.elektor.com/ezine e riceverai gratuitamente un libro di progetti su Raspberry Pi!

Cosa ti aspetta?

Editoria
Ogni Venerdì riceverai i migliori articoli e progetti della settimana. Riguardano MCU, IoT, programmazione, AI, e molto altro!

Promozioni
Non perderti le promozioni migliori del nostro web-store: ogni Martedì e Giovedì ne abbiamo riservato alcune apposta per te.

Mailing
Desideri restare informato sulle più recenti attività industriali? Allora questa e-mail ti potrà dare le notizie più aggiornate. Sempre il Mercoledì, ma non regolarmente.

elektor
design > share > sell

Inviare Dati a Telegram

Tramite un ESP32 e Pochi Altri Componenti

Di Somnath Bera (India)

È sorprendentemente facile inviare dati a una chat su Telegram. Ma non solo: è anche piuttosto veloce, consentendo fino a 12 messaggi al minuto. Ecco come costruire rapidamente il proprio bot su Telegram.

La pubblicazione di dati su piattaforme IoT come ThingSpeak ha acquisito una popolarità immensa negli ultimi anni. In tutto il mondo sono nati milioni di canali che pubblicano dati utili e inutili. Un vantaggio di ThingSpeak è la possibilità di visualizzare i dati come una curva di tendenza temporale. Tuttavia, spesso non è necessario visualizzare i dati su una linea temporale. Invece, sono i dati grezzi in rapida successione a dirvi tutto ciò che vi serve sapere. Per questo un canale Telegram Bot è davvero utile.

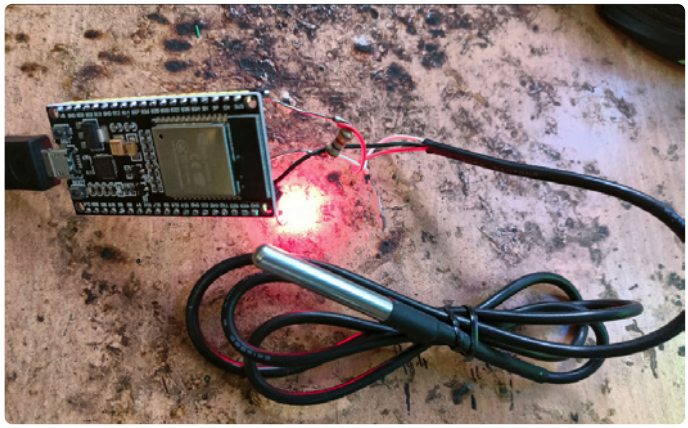


Figura 1: Il prototipo realizzato per i miei esperimenti con il Bot per Telegram.

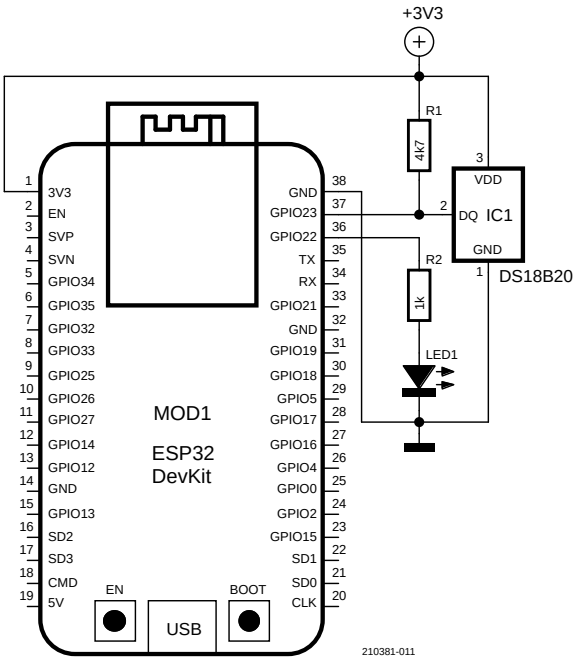


Figura 2: Il bot Telegram legge la temperatura ambiente da un sensore a singolo filo DS18B20.

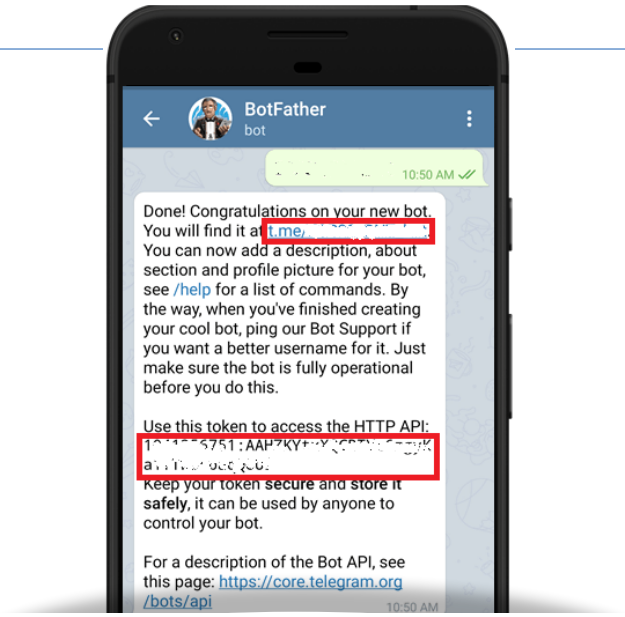


Figura 3: Utilizzate BotFather di Telegram per ottenere un token API per la vostra chat.

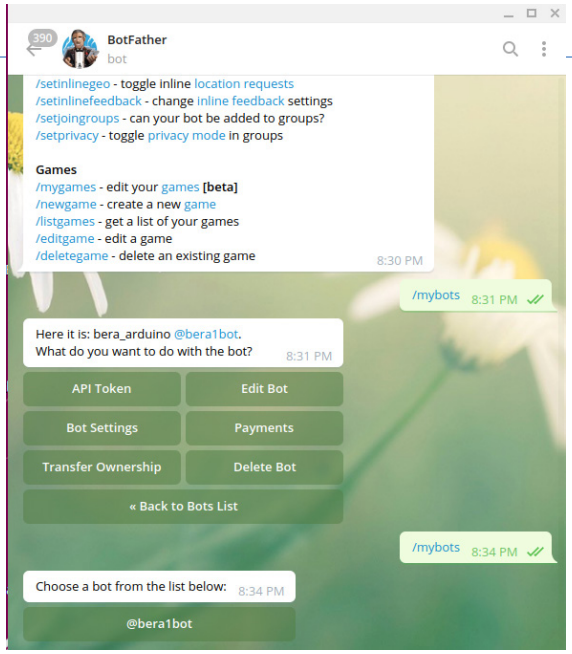


Figura 4: Utilizzate il comando `/mybots` per accedere all'elenco di tutti i vostri bot.

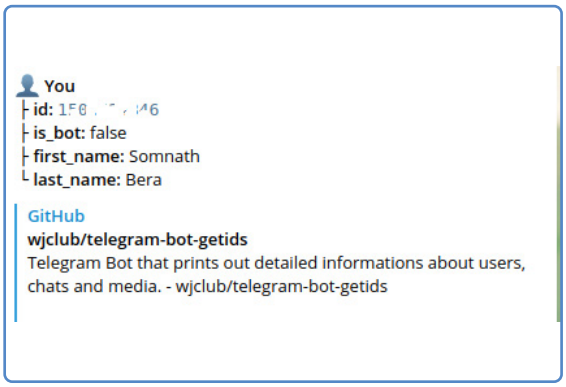
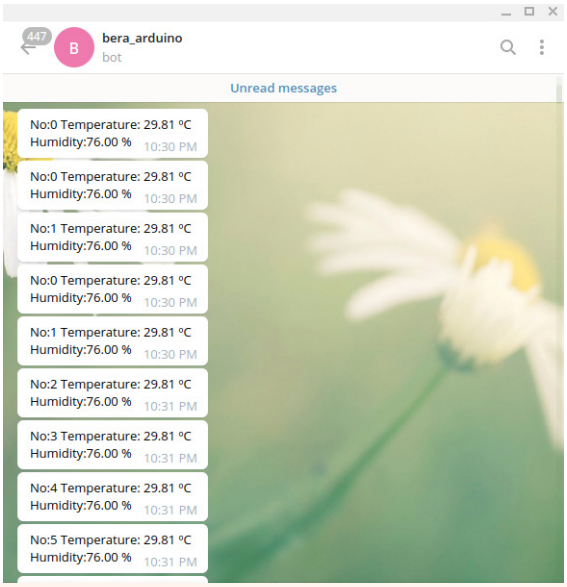


Figura 5: L'ID della chat si ottiene inviando un messaggio a un bot chat ID. Ne esistono diversi, questo è @GetIDsBot.



Mentre l'account gratuito di ThingSpeak consente un massimo di quattro caricamenti di dati al minuto, il canale Telegram permette di inviare fino a 12 pacchetti di dati grezzi al minuto. Ciò significa che ogni cinque secondi è possibile pubblicare un campione o una misura, il che è tre volte più veloce che su ThingSpeak. Naturalmente, per raggiungere una velocità così elevata, la connessione a Internet deve essere sufficientemente veloce.

Idea di Progetto

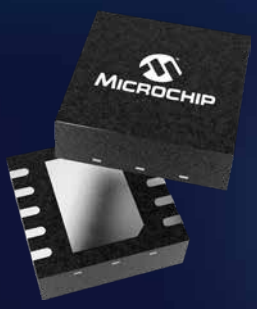
Con l'aiuto di un ESP32, a cui aggiungere un LED e un sensore di vostro interesse, possiamo trasformare questa idea in qualcosa di pratico. Il sensore deve ovviamente essere compatibile con l'ESP32 e deve essere in grado di produrre letture a una velocità superiore ai cinque secondi (>0,2 Hz). Io ho usato

Questo è solo un estratto dell'articolo. Per continuare la lettura, vieni a conoscerci sul Web: potrai, visitare il sito, registrarti gratuitamente e scaricare i numeri completi della nostra rivista, oltre a poter consultare molti progetti di applicazione comune. Ti aspettiamo!

Microchip is...

Power and Analog

Mixed-Signal ‹
Linear ‹
Power ‹



- Automotive
- Communications
- Computing
- Consumer
- Industrial

MICROCHIP

microchip.com/power-and-analog

The Microchip name and logo and the Microchip logo are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries. All other trademarks are the property of their registered owners.
© 2022 Microchip Technology Inc. All rights reserved.
MEC2463A-UK-12-22

Trend in Automotive...

di Mario Rotigni
m.rotigni@elettronicaemaker.it

...ovvero un giro nel mondo dell'elettronica per autoveicolo, osservando alcune delle trasformazioni in corso.

L'automobile sta probabilmente attraversando la fase di trasformazione più profonda della sua storia. Ogni aspetto dell'autoveicolo attraversa una vera e propria ridefinizione, ridisegnando la mobilità personale negli anni e decenni a venire. La cosa non può non avere vaste conseguenze e ripercussioni nelle nostre società e sui nostri stili ed abitudini di vita, considerando il peso delle attività legate all'auto. Alcune di queste trasformazioni sono già ben visibili dai concessionari e sulle nostre strade, quale la moltiplicazione di sistemi di propulsione offerti. Accanto alle tradizionali auto a benzina, gasolio e gas, aumenta la presenza sulle nostre strade di auto elettriche, nelle varie declinazioni "puro elettrico", ibrido, ibrido plug-in (vedi riferimenti da 1 a 6). Sono in fase di sperimentazione anche soluzioni più esotiche [7], basate su celle a combustibile alimentate ad idroge-

no, che per quanto interessanti da un punto di vista tecnico rappresentano solo piccole nicchie.

Varie fonti delineano uno scenario della mobilità personale 2050 che sembra uscito da un romanzo di fantascienza.

Veicoli completamente automatizzati, veri e propri robot su ruote, gestiscono il trasporto individuale, in particolare, ma non solo, nelle città. Si tratta di veicoli a noleggio, chiamati al momento del bisogno, tornano automaticamente in parcheggio quando non c'è bisogno di loro. Non richiedono alcuna operazione al passeggero, se non dichiarare la destinazione desiderata. Se un volante è previsto, è solo per semplificare operazioni di manutenzione in officina. L'abitacolo è un piccolo salottino dove i passeggeri possono svolgere qualsiasi attività durante il tragitto, lavorare, comunicare, guardare film, navigare in internet, anche dormire o mangiare. I veicoli sono ovviamente ad emissione zero, l'autonomia non è un problema per gli utenti essendo automaticamente gestita dal servizio di noleggio/ricarica/manutenzione/aggiornamento. I veicoli sono interconnessi ed in collegamento con stazioni a terra per gestire al meglio situazioni di elevato traffico e scelta dei percorsi ottimali.

L'integrazione con i servizi di trasporto pubblico è garantita. Le "automobili" non si acquistano più, si paga invece un servizio di trasporto su richiesta. Si tratta infatti di macchine troppo costose e complesse

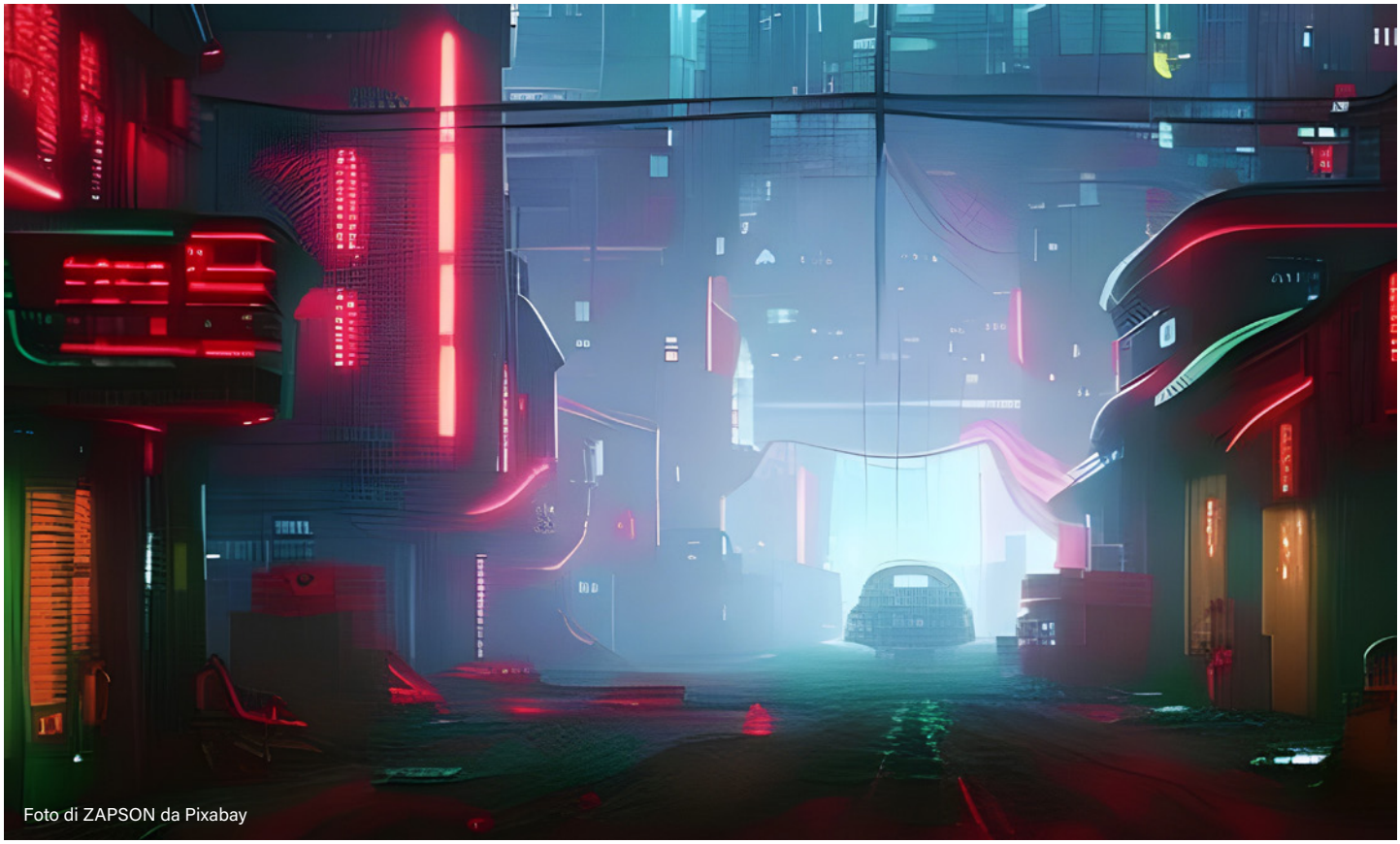


Foto di ZAPSON da Pixabay

per essere affidate ad utenti, richiedono una gestione e supervisione professionale continua. Circa nello stesso periodo, la metà del secolo in corso, diviene vietato guidare manualmente veicoli sulle strade pubbliche. Ci siamo finora concentrati sul trasporto persone ma evidentemente anche e forse ancor prima, il trasporto e la consegna capillare di merci va incontro ad altrettanti stravolgimenti.

Difficile dire se e quando un simile scenario sarà effettivamente realizzato. Questa visione ha origine nello scorso decennio e non tiene quindi conto degli effetti della pandemia, con il rinnovato desiderio di mobilità individuale a scapito dei trasporti collettivi che ne è scaturito. Gli effetti di smart working e il desiderio di migrazione dalle città ai piccoli centri non sono a loro volta considerati. La sostenibilità economica e sociale di una trasformazione cosi pesante dell'industria automobilistica, di tutto il suo indotto e dei settori economici investiti era stato appena tratteggiato.

Per farsi un'idea, si consideri che si è calcolato che oggi un auto privata passa l'80% del tempo parcheggiata. Nello scenario sopra delineato quindi poco più del 20% dell'attuale parco auto circolante sarebbe sufficiente a garantire gli stessi livelli di mobilità. Tuttavia, profonde motivazioni sono già da tempo all'opera per modificare radicalmente i trasporti su gomma come noi li conosciamo. Un primo potente motore di cambiamento viene da considerazioni di sostenibilità ambientale. Ci si aspetta dal settore trasporti una consistente riduzione dell'emissione di gas nocivi e del consumo di risorse energetiche non rinnovabili. Il costo umano e sociale degli incidenti stradali spinge il livello di automazione ed assistenza al guidatore dei veicoli [9]. Un robot non beve alcolici, non assume stupefacenti, non si distrae mai, non ha colpi di sonno, non deve dimostrare nulla a nessuno in strada, evita quindi stili di guida aggressivi e pericolosi [8]. Ci si aspetta quindi dal robot-veicolo (quando funzioni correttamente) una drastica riduzione degli incidenti stradali con conseguenze per gli esseri umani. La moderna tendenza economica ad offrire servizi come integrazione o alternativa del semplice acquisto di un bene è un altro motore di cambiamento.

La possibilità di evolvere ed aggiornare funzioni dei veicoli dopo la vendita, ricavandone un utile, offre una inedita prospettiva di business ad un settore poco incline all'after market. L'intento di mantenere la leadership e mettere in difficoltà la concorrenza da paesi emergenti svolge probabilmente a sua volta un ruolo, seppur non dichiarato, nel fermento di cambiamento. Esistono anche spinte interne all'evoluzione. Il peso dei cablaggi elettrici/elettronici in un moderno veicolo è il terzo contributore al peso del veicolo, dopo motore e carrozzeria. Questo influisce direttamente non solo sul costo di

produzione ma anche sulle prestazioni in termini di consumi ed autonomia.
Quale che sia il risultato, e quali siano i tempi richiesti, modifiche strutturali che tendono a scenari compatibili con quanto delineato sono già chiaramente visibili nella progettazione dei moderni veicoli. Esploriamo alcuni di questi aspetti nel resto dell'articolo.
E' anzitutto interessante notare che una moderna autovettura di classe media ha a bordo oltre un centinaio di microcontrollori, impegnati nella gestione di tutte le funzioni cui siamo ormai abituati, dall'alzacristallo motorizzato alla strumentazione del cruscotto, dalla gestione dei freni con ABS alla centralina di controllo del motore e cosi via. Ciascun microcontrollore è ospitato su un circuito stampato indipendente, racchiuso in un proprio contenitore, a costituire le cosiddette Electronic Control Unit (ECU nel seguito, per brevità). Una ECU è quindi un piccolo dispositivo elettronico responsabile del controllo di una specifica funzione o più funzioni similari.
L'acronimo "ECU" è in qualche caso usato per "Engine Control Unit", ad indicare in particolare il dispositivo di controllo del motore a combustione, familiarmente nota anche come "centralina". Questo caso particolare non inficia l'uso generale dell'acronimo per i nostri scopi. Ogni ECU ha tipicamente un firmware residente in memorie non volatili, connessioni di alimentazione, connessioni di segnale, connessione con gli attuatori e linee di comunicazione. Ogni ECU riceve ed elabora segnali da diverse parti del veicolo, a seconda della sua funzione. La ECU preposta alla gestione delle serrature riceve ad esempio segnali dai comandi di apertura portiere sul cruscotto o dal telecomando integrato nella chiave di accensione. Una ECU Airbag riceve input dai sensori di collisione e dai sensori di sedile occupato, per decidere quale airbag eventualmente attivare e quali no.
La ECU preposta alla frenatura di emergenza elabora input dai radar anticollisione frontali per decidere se ci si sta avvicinando troppo velocemente ad un ostacolo. Ogni ECU elabora gli input ricevuti e attiva, quando opportuno, gli attuatori opportuni. Proseguendo con gli esempi introdotti, la ECU coinvolta blocca o sblocca le serrature, gonfia l'airbag per proteggere il passeggero o genera una frenata per prevenire un urto.

Questo è solo un estratto dell'articolo. Per continuare la lettura, vieni a conoscerci sul Web: potrai, visitare il sito, registrarti gratuitamente e scaricare i numeri completi della nostra rivista, oltre a poter consultare molti progetti di applicazione comune.
Ti aspettiamo!

Parliamo di...
Relè Elettromeccanici

di Walter Ribbert
w.ribbert@elettronicaemaker.it

Cambiano i tempi e la tecnologia si evolve vertiginosamente ma...
...i relè sono sempre lì!
Un componente il cui funzionamento spesso viene "dato per scontato", ma che non dev'essere sottovalutato e che vale la pena conoscere meglio.

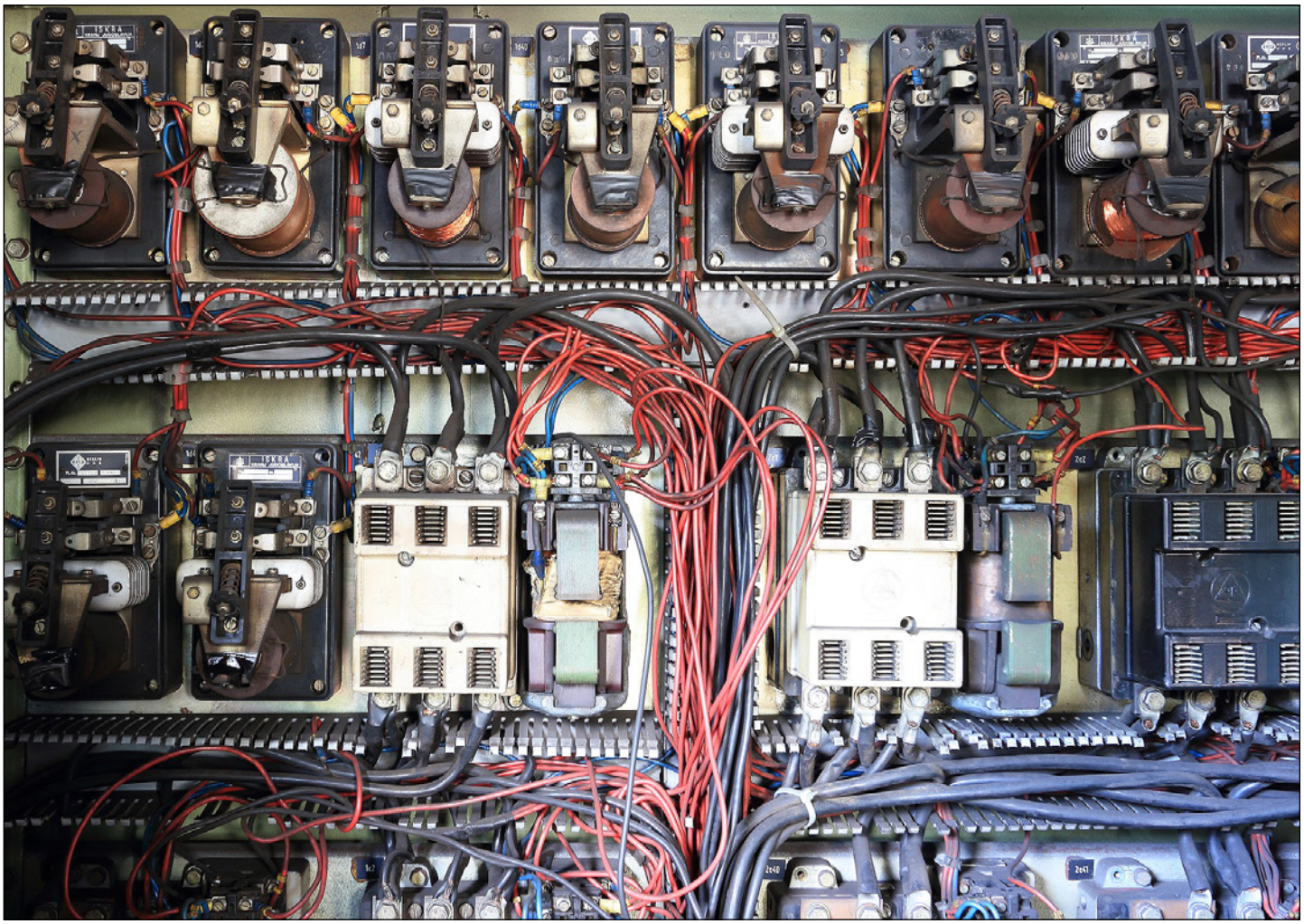
In italiano è relè, internazionalmente è relay (inglese) e deriva dal francese relais, dal nome delle stazioni di posta, dove si cambiavano i cavalli ormai esausti per il viaggio. In italiano una volta si chiamava anche soccorritore. Già l'origine del nome ci fa pensare alla funzione iniziale, nelle linee telegrafiche serviva a "rinvigorire" il segnale originario dopo molti chilometri di linea e poterlo così fare arrivare anche molto, molto lontano. Perché parlare del relè?
È un componente concettualmente molto semplice, sovente considerato marginale nella realizzazione del progetto. Però, come si sa, le cose che sembrano semplici viste sotto una lente d'ingrandimento svelano complicazioni imprevedibili.
Analizziamo quindi questo componente dal punto di vista dell'utilizzatore e vediamo come si sceglie, seguendo come traccia i fogli tecnici forniti dal costruttore.

PERCHÉ SI USA E COM'È FATTO UN RELÈ?

Il relè è stato inventato da Joseph Henry nel 1885, come già accennato è un dispositivo che pilotato a distanza consente di commutare più circuiti, sia separatamente sia in gruppo o in sequenza. Le principali caratteristiche per le quali il relè è utilizzato sono:

- Alto isolamento elettrico fra il circuito di comando (bobina) e i circuiti di potenza (contatti)
- Possibilità di pilotare diversi dispositivi con un solo comando
- separazione dei circuiti in c.a. e in c.c. (tra bobina e contatti e fra contatti)
- interfacciamento fra circuiti elettronici diversi

É quindi un dispositivo in grado di pilotare in uscita un circuito di maggiore potenza rispetto al circuito di ingresso, e dunque possiamo distinguere generalmente i relè in due grandi famiglie: i relè propriamente detti che possono pilotare a seconda del tipo da pochi milliampere a decine di ampere e i contattori per potenze più elevate. In Figura 1 vediamo uno spaccato di entrambi, a sinistra il tipico relè: (1) una bo-



Il quadro elettrico di un apparato vintage, densamente popolato da relè e contattori.

bina di filo di rame isolato, avvolta su un nucleo di materiale ferromagnetico (un'elettrocalamita) che attirando (2) un'ancora anch'essa ferromagnetica muove la (3) lamella del contatto mobile, tramite un rinvio isolato, portandolo a toccare il (4) contatto fisso. Nella stessa figura a destra si vede l'interno semplificato di un contattore: (1) Bobina, (2) Circuito magnetico con l'ancora mobile con su (3) il blocco isolante che sostiene i tre contatti mobili e (4) i contatti fissi. Come si vede seppur diversi sono basati sullo stesso principio di funzionamento. Per definizione il contattore (anche detto teleruttore) differisce dal relè perché realizzato per pilotare carichi importanti, induttivi e capacitivi con corrente e tensione elevate. Questo si intuisce dalla figura, dove si può notare che il contatto presenta due interruzioni e non solo una come il classico relè. Ci sono anche relè che vengono definiti contattori, perché presentano appunto queste caratteristiche pur avendo una sola interruzione ma a riposo hanno una notevole distanza di apertura fra i contatti. Oltre ai contatti di 'potenza', Il contattore è in genere dotato anche di contatti 'ausiliari', almeno uno nella sua esecuzione di base ed altri che possono essere aggiunti all'occorrenza. L'utilizzo di questi contatti permette di testare lo stato del contattore e realizzare delle logiche di controllo aggiuntive.

RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA

Schematicamente i relè e i contattori si rappresentano con simboli standardizzati da norme, nel Centro-Nord America (Messico, USA e Canada) si usano le NEMA, in Europa e nel resto del mondo le IEC (International Electrotechnical Committee). Nella Figura 2 si vedono i simboli usati dai costruttori europei per i relè, contattori ausiliari e contattori di potenza, come si vede sono tutti simili fra loro. La sigla da utilizzare per identificare il relè elettromeccanico è la K seguita da un numero (K1, K2, . . K14, ecc.). Nei contattori i morsetti dei contatti di potenza sono numerati con una sola cifra mentre gli ausiliari e i contatti dei relè con doppia cifra. Questa tipo di numerazione è anch'essa normata, nei cataloghi dei costruttori sono spesso riportate in

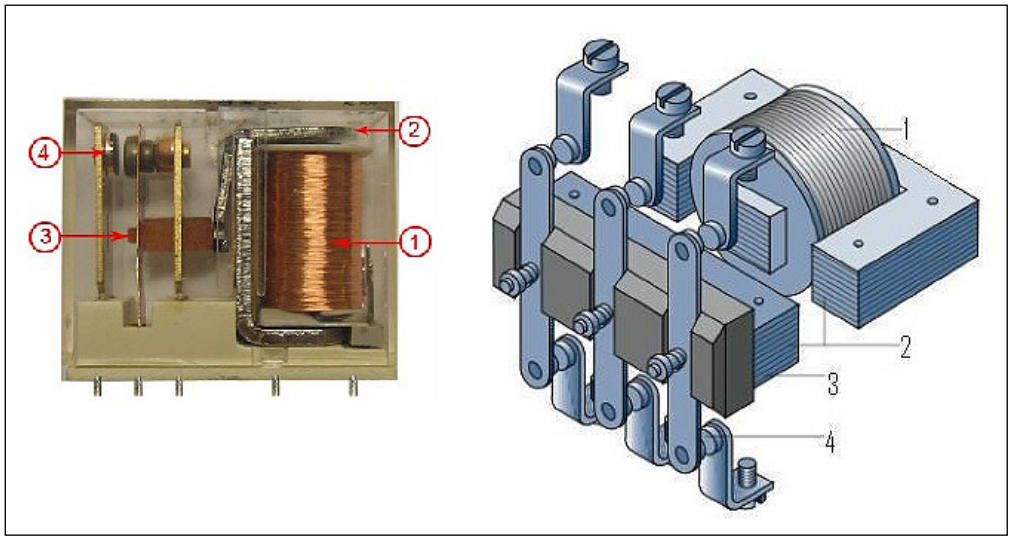


Figura 1: Vista interna di un relè e di un contattore

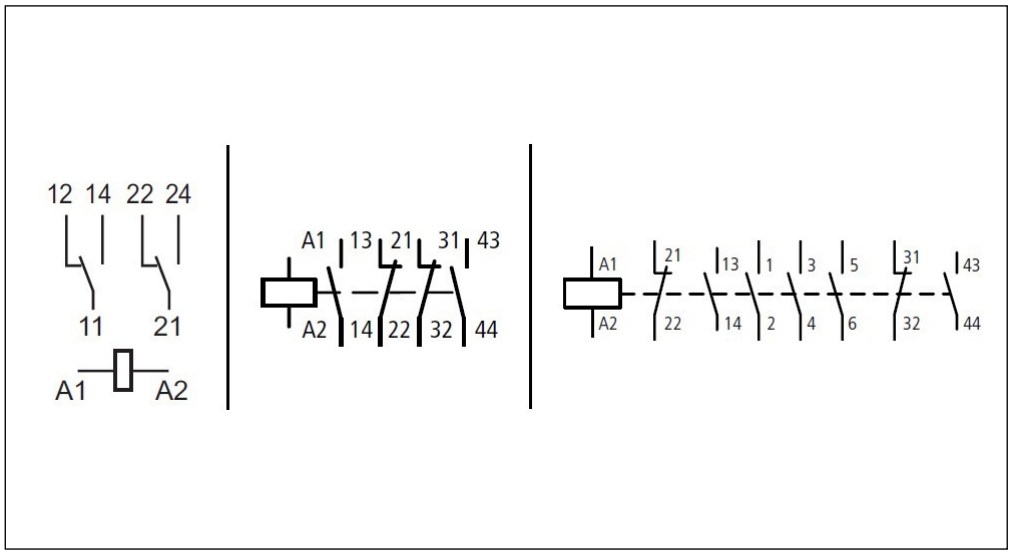
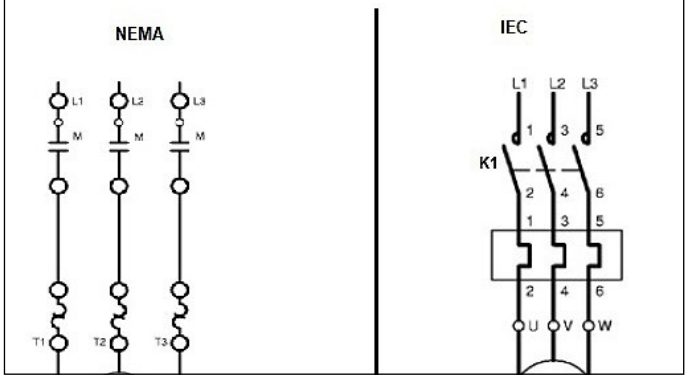


Figura 2: Schemi IEC di relè e contattori

appositi capitoli estratti di queste norme (es. al fondo del catalogo dei relè FINDER). In Figura 3 c'è la comparazione tra schemi a norme Americane e Internazionali (il classico circuito di comando marcia/arresto per motore trifase). Si noti, in basso a sinistra, la somiglianza tra lo schema di un classico programma di PLC (Ladder diagram, letteralmente diagramma a scala) e la versione a norme Americane. Da qui si deduce l'origine della simbologia dei primi PLC "moderni" dotati di schermo e stampante (telescrivente) in grado di riprodurre solo caratteri che poi è rimasta nel tempo. Importante: negli schemi i contatti dei relè (così come per tutti gli altri dispositivi, es. pulsanti e sensori) devono essere sempre disegnati nello stato di riposo, a bobina non alimentata, per questo vengono anche definiti N.A. (Normalmente Aperto) e N.C. (Normalmente Chiuso), in inglese N.O. e N.C. (Normally Open e Normally Closed).

CARATTERISTICHE DEI RELÈ

Proseguiamo ora nel nostro intento, analizziamo le caratteristiche dei relè dal punto di vista dell'utilizzatore. Partiamo da un'applicazione pratica così da individuare le caratteristiche dell'ambiente in cui il relè dovrà operare. Ho usato il termine ambiente perché, come per qualsiasi altro componente, oltre ai parametri elettrici è necessario prendere in considerazione anche altri parametri quali ad es. temperatura, umidità, inquina-



Questo è solo un estratto dell'articolo.
Per continuare la lettura,
vieni a conoscerci sul Web: potrai,
visitare il sito, registrarti gratuitamente e
scaricare i numeri completi della nostra
rivista, oltre a poter consultare molti
progetti di applicazione comune.
Ti aspettiamo!

Termostato per Solare Termico

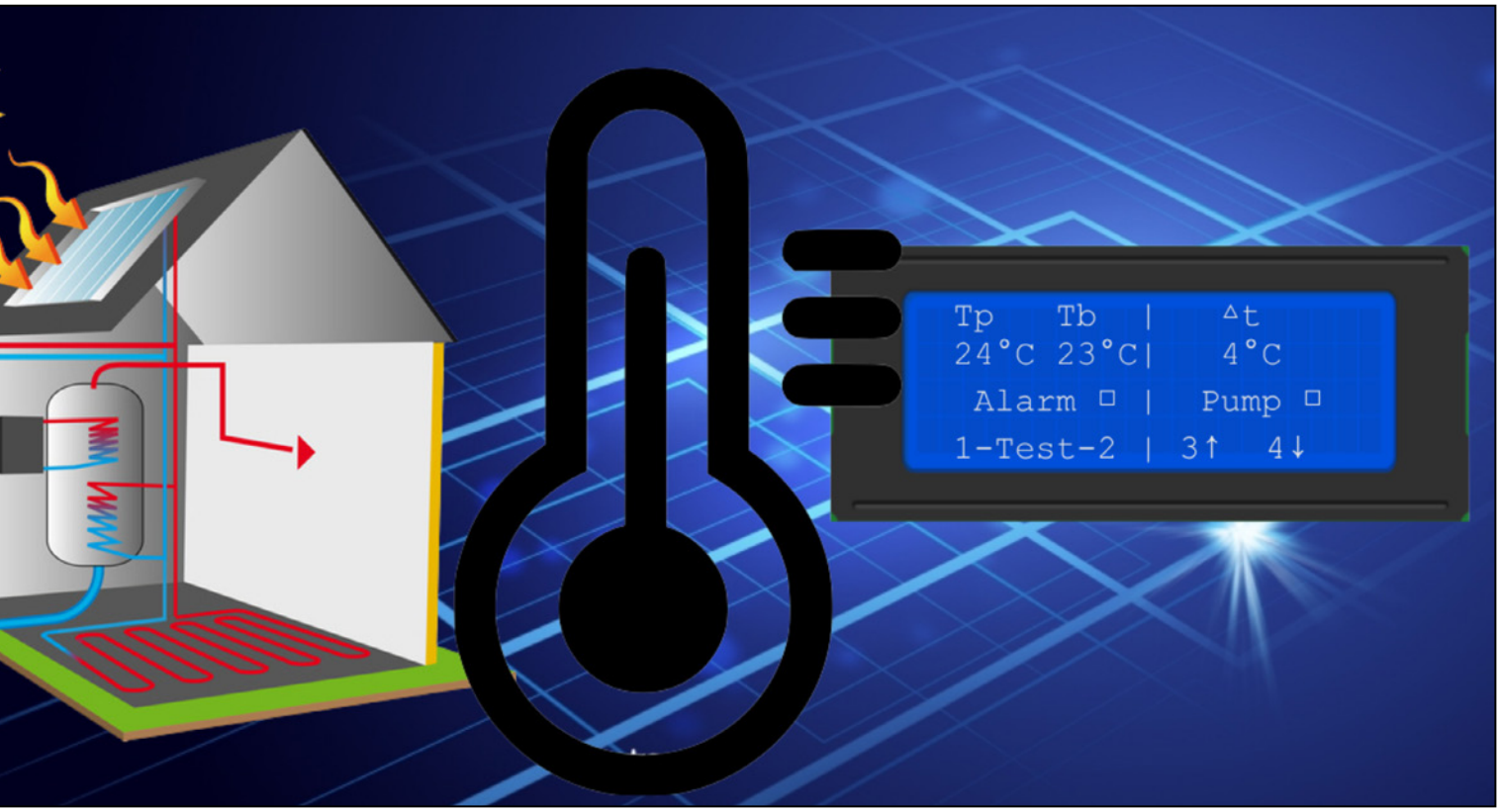
di Giuseppe La Rosa
g.larosa@elettronicaemaker.it

In questo articolo proponiamo un Termostato Differenziale per il controllo di impianti solari termici, in grado di ridurre i costi per la produzione dell'acqua sanitaria: il dispositivo è dotato di un Display LCD alfanumerico 20x4 e dispone di quattro pulsanti per le impostazioni del differenziale di temperatura tra il collettore solare e il serbatoio d'accumulo, oltre a disporre della possibilità di test per la verifica della pompa di circolazione.

Nei periodi di perdurante crisi energetica globale, come quello che stiamo vivendo, la diffusione dei sistemi di recupero energetico cresce esponenzialmente. Gli impianti per l'utilizzo dell'energia solare sono veloci da installare, hanno un costo relativamente contenuto e si rivelano alleati preziosi nel ridurre in modo drastico la spesa per la bolletta del gas. Nella Figura 1 è rappresentato lo schema di un impianto solare termico tipico, per il quale è stato progettato il nostro Termostato Differenziale. Come si desume dallo schema, in un impianto di questo genere troviamo un collettore solare, composto da una serie di tubi sotto vuoto, posizionato sul tetto. Nel sottotetto (solaio) è sistemato il circuito idraulico col-

legato al serbatoio da accumulo. Il circuito idraulico primario, realizzato in tubi in rame, è composto da una pompa di circolazione, un vaso di espansione e una valvola di sicurezza. Il circuito idraulico è riempito con liquido antigelo a base di glicole, specifico per impianti solari, con caratteristiche anticongelanti e temperatura di esercizio fino a 120°C; l'impianto è pressurizzato a 2 Bar per evitare l'ebollizione. La funzione di questo Termostato Differenziale è principalmente quella di confrontare le due temperature, che vengono lette da due sensori di temperatura DS18B20, dislocate nel pannello solare e nel serbatoio di accumulo.

Non occorre conoscere il valore esatto delle temperature, ma sappiamo che la temperatura del pannello può raggiungere anche i 120°C (in piena estate) ed arrivare a -10°C di notte in inverno inoltrato. Se la temperatura del glicole circolante all'interno del pannello solare (Tp) è superiore a quella dell'acqua nel serbatoio di accumulo (Tb), viene attivata la pompa di circolazione, così da trasferire il calore al serbatoio di accumulo dell'acqua sanitaria. In carenza di energia solare, quando la temperatura di quest'ultimo è superiore a quella del pannello solare, o la temperatura del pannello scende a un valore inferiore a quella del serbatoio, la pompa viene fermata. In caso contrario, nelle ore più calde il Termostato Differenziale spegne la pompa di circolazione anche quando la temperatura del serbatoio raggiunge i 70°C, per una maggiore sicurezza di esercizio dell'impianto. Tramite due pulsanti, "incrementa e decrementa", possiamo regolare il differenziale di temperatura (Δt) che vogliamo ci sia



tra la temperatura del pannello e quella del serbatoio. Ad esempio, se impostiamo Δt a 2°C e abbiamo la temperatura del serbatoio a 30°C, quando il pannello solare avrà raggiunto la temperatura di 32°C, la pompa di circolazione verrà accesa per trasferire il calore al serbatoio. L'intervallo Δt che è possibile impostare tramite i pulsanti va da 1°C a 15°C. La caldaia che si vede nello schema ha il compito di mantenere la temperatura al valore desiderato quando ciò non è possibile solo attraverso il calore generato dal pannello solare termico. Nel successivo paragrafo analizzeremo il funzionamento dello schema elettrico.

IL CIRCUITO ELETTRICO

Nella Figura 4 vediamo il complesso elettronico del Termostato Differenziale con i due DS18B20. Il circuito di alimentazione funziona con una tensione di alimentazione di 5 V e assorbe una corrente di circa 0,5 A; pertanto è necessario che la sorgente di alimentazione sia in grado di fornire un'intensità di corrente adeguata. Per questo progetto è stato usato un alimentatore da PCB (AL1), il quale fornisce la tensione a 5 V necessaria ad alimentare il Microcontrollore IC1, il Display J5, le sonde DS18B20 J3 e il Relè K1. Il Microcontrollore IC1 (ATMEGA328P Arduino UNO) gestisce tutte le operazioni di comunica-

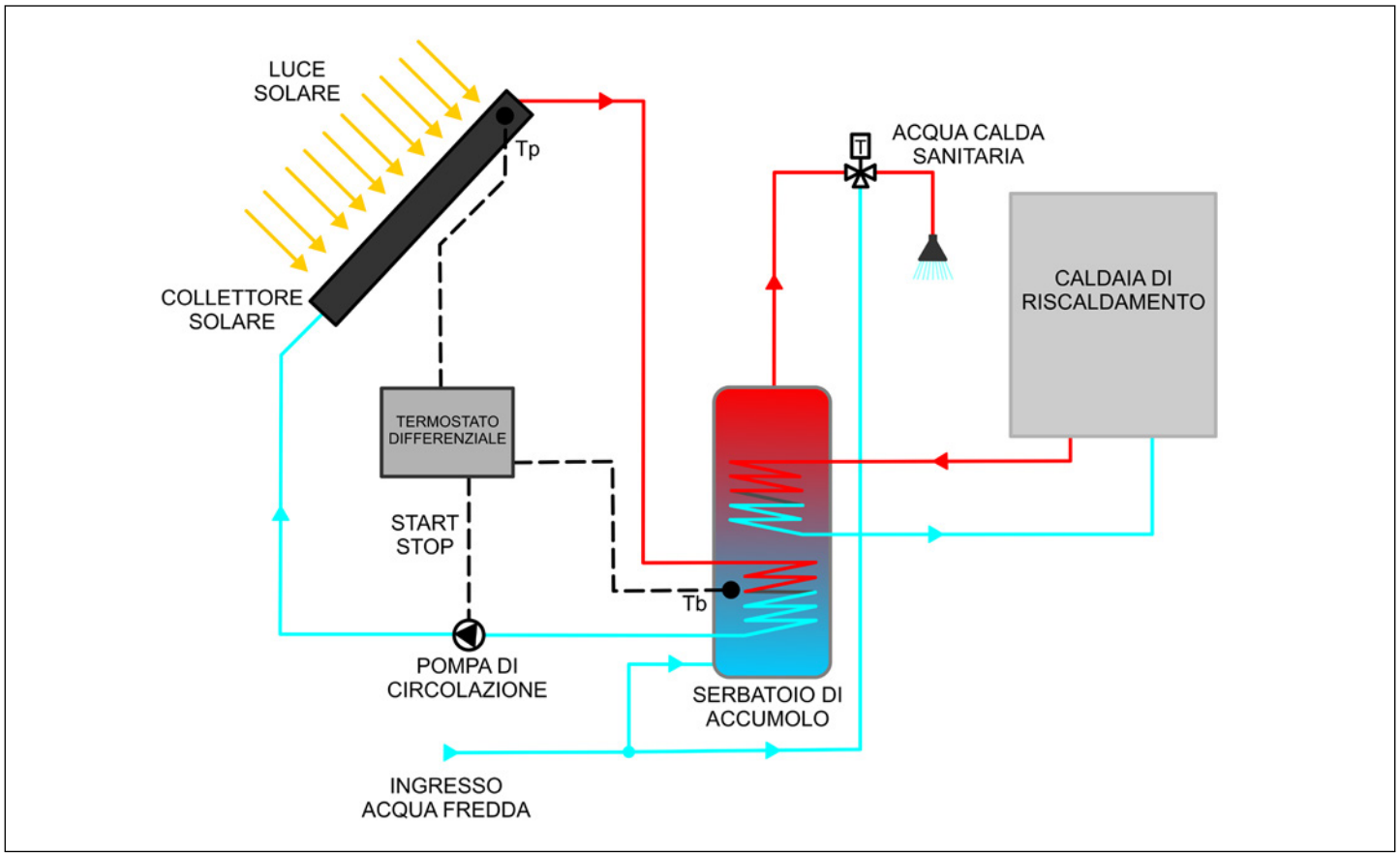


Figura 1: Schema di un impianto solare termico

zione con il Display e la sonda DS18B20. Il Display LCD 20x4 (collegato al connettore J5) viene messo in comunicazione con il microcontrollore tramite un modulo d'interfaccia I²C, che consente al Display (con sole 2 linee di comunicazione, AD4 e AD5) di essere controllato tramite interfaccia I²C, quindi di ridurre il numero di I/O richiesti da questi Display LCD. L'I²C è un Bus bidirezionale di tipo Seriale - Multi Master in cui più dispositivi possono assumere il controllo del Bus. La trasmissione dei dati avviene per mezzo di due sole linee, denominate rispettivamente SDA (Serial Data, pin AD4) e SCL (Serial Clock, pin AD5). Sulla prima linea viaggiano i Bit d'informazione effettivi che microcontrollore e Display si scambiano; sulla seconda linea viaggia il segnale di Clock, generato sempre ed esclusivamente da un Master (IC1), il cui scopo è quello di sincronizzare i dispositivi stabilendo la validità e il significato dei Bit presenti sulla linea dati. I sensori di temperatura DS18B20 (connessi al connettore J3) s'interfacciano al microcontrollore tramite una sola linea di comunicazione (il pin AD0) mediante il protocollo di comunicazione One-Wire di Dallas. Per rendere stabile il Bus One-Wire è necessario usare una resistenza di Pull-Up (R2) connessa tra il piedino D e +5 V del sensore DS18B20 (vedi Pinout di Figura 3). Il circuito di attuazione è composto dal Relè K1 pilotato

Questo è solo un estratto dell'articolo.
Per continuare la lettura,
vieni a conoscerci sul Web: potrai, visitare il sito, registrarti gratuitamente e scaricare i numeri completi della nostra rivista, oltre a poter consultare molti progetti di applicazione comune.
Ti aspettiamo!

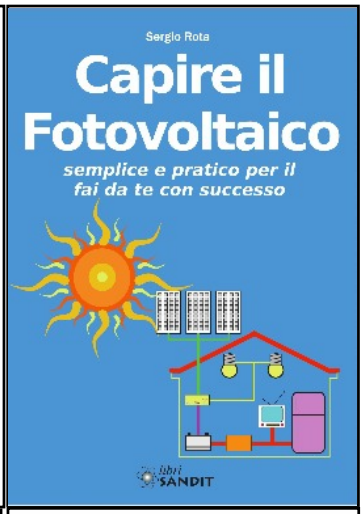
LIBRI E MANUALI TECNICI

libri SANDIT

OLTRE 650 LIBRI A CATALOGO

Cod. 5683 - Pag.128 - **€ 12,90**
ISBN 9788869284793
Elettricità con il Fotovoltaico

Cod. 5684 - Pag.84 - **€ 10,90**
ISBN 9788869284823
Inverter



Cod. 5571 - Pag.110 - **€ 9,90**
ISBN 9788869282867
Capire il Fotovoltaico

Cod. 5597 - Pag.236 - **€ 17,90**
ISBN 9788869283239
Capire e usare LoRa e LoRaWAN

Cod. 5674 - Pag.164 - **€ 14,90**
ISBN 9788869284694
Stazioni di misurazione del tempo

Cod. 5651 - Pag.156 - **€ 14,90**
ISBN 9788869284083
Stazioni Meteo con Arduino IDE, ESP32...

Cod. 5682 - Pag.386 - **€ 22,90**
ISBN 9788869284762
Tecnologia dei componenti elettrici ed elettronici

Cod. 5686 - Pag.178 - **€ 17,90**
ISBN 9788869284847
Macchine Magnetiche Meravigliose

Cod. 5673 - Pag.228 - **€ 16,90**
ISBN 9788869284397
Guida al progetto di un Robot

Cod. 5634 - Pag.190 - **€ 17,90**
ISBN 9788869283833
Sensori ed elementi di robotica con Arduino...

Cod. 5653 - Pag.198 - **€ 16,90**
ISBN 9788869284113
Arduino, LoRa e la difesa dell'ambiente

Cod. 5583 - Pag.92 - **€ 11,90**
ISBN 9788869283048
Serra con Arduino

Libri per sapere e saper fare

PIC© e AVR© Semplificano lo Sviluppo degli Edge Node

di Ross Satchell
Engineer II - Marketing Applications MCU8
Microchip Technology Inc.

Lo spostamento del carico computazionale verso il margine di rete sta cambiando le filosofie di progettazione dei nodi.
In questo articolo vengono illustrate alcune oportunità di scelta che riducono le difficoltà della loro implementazione.

Quando si intende progettare dei robusti nodi edge, il progettista di sistemi embedded ha spesso questi quattro punti importanti da tenere bene a mente:

- Interfaccia sensore
- Basso consumo
- Dimensioni fisiche
- Sicurezza

Microchip Technology offre microcontroller (MCU) con un ampio intervallo di tensione di ingresso compreso tra 1,8 e 5,5 V che li rende preziosi in ambienti rumorosi poiché tutti i segnali possono essere separati dal rumore di fondo, la capacità di erogare o dissipare fino a 50 mA su singoli pin GPIO, nonché intervalli di temperatura industriali (da -40°C a +85°C) ed estesi (da -40°C a +125°C). Diamo un'occhiata più da vicino a questi quattro punti da tenere in considerazione.

INTERFACCE SENSORE

Le interfacce di sensore sono disponibili in diverse varietà comuni. Di solito, il progettista del sistema embedded utilizza: Sensori Analogici, che emettono una tensione o una corrente in continua variazione, Sensori Digitali che possono utilizzare livelli logici o flussi di dati come comunicazioni seriali, Variable Pulse Width Modulation (PWM) come sensori di posizione dell'acceleratore o sensori del tempo di volo utilizzati nel rilevamento della portata.
Diamo un'occhiata ad alcuni di questi in modo più dettagliato.

INTERFACCE ANALOGICHE DI SENSORE

La possibilità di scegliere tra analogico Discreto e analogico integrato on-chip significa che l'utente può selezionare lo strumento analogico giusto per la destinazione d'uso prevista. L'utilizzo di una tecnologia di processo più ampia sui nostri wafer di silicio, significa che la periferica analogica on-chip è molto meno sensibile alla diafonia e al rumore induttivo o capacitivo, che aumenta man mano che i produttori passano a tecnologie di processo molto più piccole. Le periferiche analogiche integrate on-chip di Microchip sono configurabili

proprio come l'utente configurerebbe qualsiasi altra periferica. Avendo periferiche integrate l'utente può anche leggerle come input, ad esempio potrebbe voler sapere quali sono gli input del comparatore durante una particolare fase del programma. Diamo un'occhiata ad alcune di quelle periferiche analogiche, iniziando dagli amplificatori operazionali.

OP-AMP INTEGRATI

Gli op-amp integrati Microchip hanno anche la circuiteria passiva associata sul chip, come la scala di resistenze interna che consente di impostare il guadagno programmabile e persino di modificarlo durante il funzionamento. Inoltre, anche la configurazione degli op-amp può essere modificata durante il runtime, il che significa che l'utente può commutare tra inverting, non-inverting, unity gain (inseguitore di tensione) e configurazioni discrete personalizzate durante il funzionamento, offrendo una flessibilità molto maggiore rispetto all'utilizzo di solo hardware discreto e riducendo al minimo i costi associati a quest'ultimo.

Di solito quando si utilizza hardware discreto, il progettista è costretto a progettare la propria applicazione mixed signal in modo che possa gestire gli scenari peggiori, quindi si rendono necessari alcuni sacrifici in termini di prestazioni. Tuttavia, l'utilizzo di periferiche analogiche integrate consente all'utente di aggiungere intelligenza all'applicazione, dove il sistema embedded può cambiare il guadagno degli op-amp, la loro configurazione o persino metterli in cascata al volo. Ciò significa che l'utente può progettare la propria applicazione per gestire in modo ottimale ogni diverso scenario, sfruttando al contempo il minor consumo energetico delle periferiche rispetto alle soluzioni incentrate sul software.

Va detto che l'amplificatore operazionale integrato non rappresenta una "bacchetta magica", e come tale non sarà sempre il più adatto per ogni possibile applicazione. Ad esempio, se l'utente si trova a sviluppare un'applicazione in cui ha bisogno di prestazioni analogiche superiori, configurazione a doppia alimentazione o una variante speciale, dovrebbe dare una occhiata alla vasta gamma di op-amp discreti di Microchip.

CONVERTITORE ANALOGICO-DIGITALE (ADC) CON FUNZIONALITÀ AVANZATE

Le funzionalità periferiche ADC avanzate di Microchip includono funzioni hardware che tradizionalmente erano disponibili solo utilizzando driver incentrati sul software, quali accumulation, burst mode, averaging, window comparison, e filtering. Come sempre, queste periferiche ADC possono utilizzare tensioni di riferimento esterne, ma possono anche utilizzare più tensioni di riferimento interne diverse insieme all'attivazione della conversione automatica. Ciò consente all'utente di accedere alle funzio-

ni hardware che possono essere utilizzate mentre la CPU è in modalità a basso consumo. Ad esempio, l'utente può configurare un confronto della finestra ADC che riattiva la CPU solo quando il segnale di input è all'esterno di quella finestra in modo che la CPU possa elaborare quel segnale di input in maniera appropriata. Ciò significa che la CPU è soggetta a molte meno riattivazioni, il che si traduce in un significativo risparmio energetico, vitale nelle applicazioni a basso consumo. Ciò ha l'ulteriore vantaggio di ridurre il rumore del sistema, e quindi del sensore, poiché i componenti digitali come clock e PWM possono essere disabilitati quando non sono in uso.

INTERFACCE DIGITALI DI SENSORE

Di solito, quando un progettista di sistemi embedded inizia a sviluppare un'applicazione tenterà, per quanto ragionevolmente possibile, di unire i propri sensori e dispositivi attorno ad un singolo dominio di tensione. Questo per ridurre la complessità aggiuntiva, l'aumento del ritardo di propagazione e i costi di superficie legati alla distinta dei materiali e al PCB associati all'utilizzo di circuiti di level-shifting.

MULTI-VOLTAGE I/O

Il Multi Voltage I/O (MVIO) consente all'utente di impostare una porta full I/O utilizzando un secondo dominio di tensione compreso tra 1,62V e 5,5 V. La periferica MVIO utilizza solo 500nA quando è in uso, il che la rende ideale per applicazioni a basso consumo. Tutto il comportamento digitale nei protocolli seriali (I2C, SPI, USART), PWM e GPIO funziona solo sul secondo dominio di tensione con i livelli di Trigger di Schmitt in ingresso scalati in base al secondo dominio di tensione. Inoltre, la seconda linea di alimentazione può essere scalata in modo da essere fruibile come riferimento di tensione per l'ADC.

Configurable Logic Cell (CLC)

L'utente può configurare questa periferica come una delle diverse configurazioni logiche, che a seconda del dispositivo include le seguenti configurazioni di porta: AND, NAND, AND OR, AND OR INVERT, OR XOR, OR XNOR. L'utente può anche scegliere tra i seguenti latch e flip-flop: S-R Latch, J-K Flip Flop con Reset, Clocked D-Latch con Set e Reset, Transparent D-Latch con Set e Reset. L'utente può sfruttare gli strumenti di configurazione grafica di Microchip per creare più facilmente periferiche personalizzate sulle proprie esigenze applicative.

Questo è solo un estratto dell'articolo. Per continuare la lettura, vieni a conoscerci sul Web: potrai, visitare il sito, registrarti gratuitamente e scaricare i numeri completi della nostra rivista, oltre a poter consultare molti progetti di applicazione comune.

Ti aspettiamo!

Reti Mesh Wireless: Quale Scegliere?

di Cato Skibsted Fagermo
Business Development Manager
NeoCortec

Esiste un'ampia gamma di reti mesh wireless, basate su protocolli quali Zigbee, Z-Wave, Thread, Bluetooth Mesh, Wirepas e NeoMesh. L'esempio probabilmente più noto di rete mesh è l'impianto di illuminazione intelligente Philips Hue. Tuttavia, la scelta del protocollo e della topologia dipende da vari fattori. Il presente articolo illustra diverse strutture mesh e i parametri di progettazione che devono essere considerati al momento di selezionare un tipo di rete e introduce NeoMesh, un nuovo sistema non gerarchico che offre bassissimo consumo di potenza, affidabilità e flessibilità.

Una rete mesh è un sistema di trasmissione e ricezione dati fra i vari dispositivi, collegati l'uno all'altro, di cui è costituito. I dispositivi, detti anche nodi, possono instradare con efficienza i dati fra due nodi o verso un gateway, consentendo connessioni con il cloud, l'edge computing o l'elaborazione da parte di un software applicativo. Gli impieghi tipici sono molteplici; i seguenti sono solo alcuni di questi: reti di sensori wireless per impianti utilizzati nell'automazione di edifici e strutture residenziali, automazione industriale, sistemi di allarme e impianti antifurto, rilevamento di beni in locali chiusi e monitoraggio in ambienti agricoli e forestali.

STRUTTURA MESH

Tradizionalmente, un nodo riceve dati intesi per tale nodo oppure genera e invia dati. In una rete mesh, un nodo può utilizzare un nodo vicino per trasmettere dati a un altro

nodo. Quindi, non è necessario che un nodo di origine sia collegato direttamente con il nodo finale a cui devono essere inviati i dati – si possono impiegare altri nodi interposti fra il nodo di origine e quello di destinazione per trasmetterli. Il vantaggio di questo approccio è ovvio: la zona coperta dalla rete può essere estesa semplicemente aggiungendo nodi. Inoltre, in una rete mesh tradizionale è necessario un coordinatore per organizzare quali nodi sono vicini l'uno all'altro. Se si aggiunge un nodo o se ne perde uno, questi rapporti devono essere riconfigurati per rimuovere nodi inattivi e assicurare che tutti i rapporti consistenti di nodi vicini l'uno all'altro contengano nodi attivi. In una tale topologia di rete gerarchica, il coordinatore è un singolo punto di possibile guasto. Una volta creati rapporti consistenti di nodi vicini l'uno all'altro, è necessario un algoritmo per determinare il piano di instradamento, che viene memorizzato in un'apposita tabella. Vari protocolli hanno approcci diversi. Z-Wave, per esempio, utilizza il coordinatore per creare una tabella d'instradamento che elenca il percorso dei nodi dall'origine alla destinazione. Zigbee, d'altro canto, utilizza una tecnica d'instradamento 'Ad-hoc On-demand

Una rete mesh per il controllo domotico degli edifici semplifica enormemente i cablaggi.

Distance Vector' (AODV) che 'inonda' la rete con richieste d'instradamento. Quando il nodo di destinazione riceve una richiesta, seleziona il percorso ottimale e invia tale informazione al nodo di origine come voce da inserire nella tabella d'instradamento. Pertanto, una rete mesh tradizionale consiste di nodi che svolgono ruoli diversi – nodo finale, coordinatore o nodo d'instradamento ('instradatore'); vedere la Figura 1. Nell'impianto di illuminazione intelligente Philips Hue summenzionato, che è basato su Zigbee, gli interruttori delle luci corrispondono ai nodi finali, il cui unico compito consiste nell'inviare i comandi di regolazione dell'illuminazione. I comandi vengono instradati al gateway, che li elabora e poi li invia alle sorgenti ottiche per produrre i colori e la luminosità richiesti. Le lampade sono nodi d'instradamento perché trasferiscono dati ad altre lampade più lontane dal gateway. Quest'ultimo svolge il ruolo di coordinatore, stabilendo quale nodo è accanto a ciascun altro e quale invia i comandi. Un esempio di ciò durante il funzionamento sarebbe il caso in cui un comando di accensione di cinque diverse sorgenti ottiche viene inviato ogni volta che si preme un pulsante su un dispositivo finale.

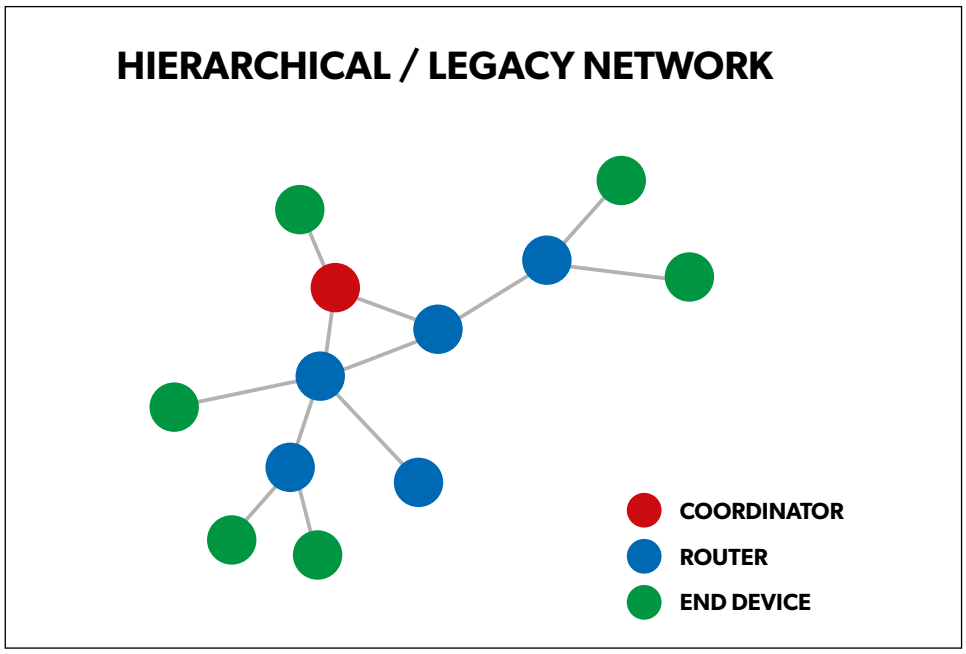


Figura 1: Topologia di una rete mesh di tipo tradizionale.

NEOMESH

Invece, la NeoMesh di NeoCortec è basata su un approccio decentralizzato in cui non vi sono tipi di nodi individuali (Figura 2). In essa, tutti i nodi sono autoregolanti – non dipendono da un coordinatore; funzionano tutti da instradatori e nessuno svolge uno speciale ruolo cruciale, per cui non c'è alcun singolo punto di possibile guasto che interromperebbe il funzionamento della rete se un coordinatore diventasse inattivo. Nel protocollo NeoMesh la tabella d'instradamento è alquanto differente. Ciascun nodo stabilisce rapporti reciproci con fino a sei nodi adiacenti. Quando un nodo riceve un messaggio, sa solo a quale dei nodi adiacenti deve inoltrarlo ma non sa qual è l'intero percorso; sa solo qual è il 'salto' successivo. La tabella d'instradamento quindi riporta solo i nodi adiacenti ai quali inviare il segnale. Inoltre, vi sono variabili dinamiche che influiscono sul salto successivo per cui il percor-

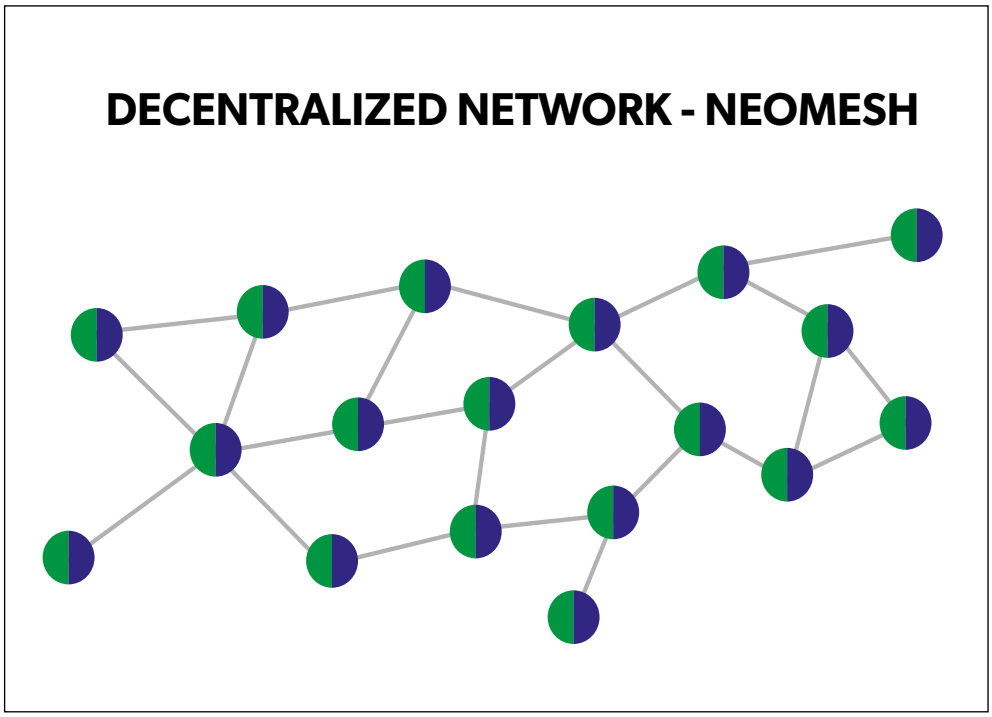


Figura 2: Struttura della rete NeoMesh di NeoCortec

so viene generato al volo. Se si seguissero vari messaggi inviati fra gli stessi due nodi, si vedrebbe che i messaggi non seguiranno tutti necessariamente lo stesso percorso.

Mentre questo approccio elimina il ruolo del coordinatore e consente di ottenere una rete più affidabile, perché ora tutti i nodi funzionano da instradatori, esiste il problema di mantenere il consumo di potenza al minimo affinché la rete possa funzionare per anni utilizzando batterie di ridotta capacità; per risolverlo, la NeoMesh attua una sincronizzazione di grande precisione fra i nodi, che possono così restare inattivi e attivarsi con efficienza.

Per la maggior parte del tempo i nodi sono inattivi, ossia con la connessione radio – la parte del modulo che consuma la maggior parte della potenza – inattiva. Ma a intervalli programmati le connessioni radio si attivano per rilevare messaggi e inviarli se necessario prima di ritornare inattive. Ciò è possibile solo se tutti i nodi sono sincronizzati in modo che si attivino simultaneamente. Questo approccio comporta un consumo di potenza medio pari in genere a solo alcuni decimi di microampere, consentendo il funzionamento a batteria, che potrebbe essere critico per l'impiego sul campo, in remoto.

SCELTA DELLA CORRETTA TOPOLOGIA DELLA RETE

Quando si inizia a creare una rete mesh, va tenuto presente che l'applicazione influirà su molti parametri del progetto, illustrati di seguito. La scelta della topologia dipenderà

Questo è solo un estratto dell'articolo. Per continuare la lettura, vieni a conoscerci sul Web: potrai, visitare il sito, registrarti gratuitamente e scaricare i numeri completi della nostra rivista, oltre a poter consultare molti progetti di applicazione comune.

Ti aspettiamo!

Hai la passione dell'elettronica e della sperimentazione?

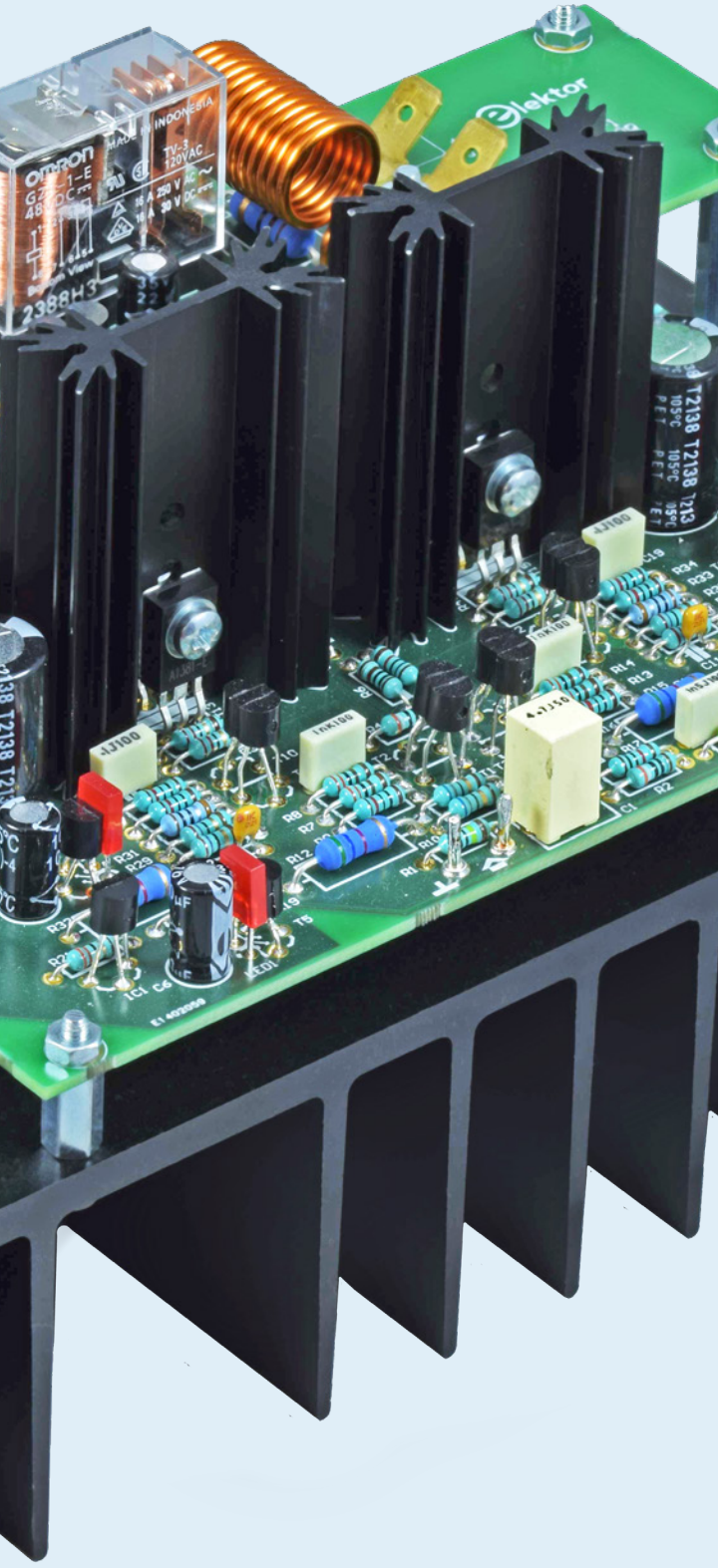
Ti senti anche piuttosto portato a "mettere nero su bianco" i tuoi progetti ed esperimenti in forma chiara e comprensibile? Ti piacerebbe pubblicare un tuo articolo su queste pagine e sul sito web di EM?

Scrivi a

redazione@elettronicaemaker.it

indicando i tuoi campi d'interesse e allegando un elaborato sull'argomento d'elettronica preferito: ci risentiremo!

Elettronica & Maker



DIRETTORE
Roberto Armani

Art Director
Shylock-58

Hanno collaborato a questo numero:
Ton Giesberts
Thierry Clinquart
Somnath Bera
Mario Rotigni
Walter Ribbert
Giuseppe La Rosa
Ross Satchel
Cato Skibsted Fagermo

AVVERTENZE
Chiunque decida di fare uso delle nozioni riportate in questi articoli o decida di realizzare i circuiti esposti, è tenuto a prestare la massima attenzione in osservanza alle normative in vigore sulla sicurezza. Gli Autori di Elettronica&Maker sopracitati, che hanno collaborato alla realizzazione degli articoli pubblicati in questo numero, declinano ogni responsabilità per eventuali danni causati a persone, animali o cose derivante dall'utilizzo diretto o indiretto del materiale, dei dispositivi o del software presentati. Si avverte inoltre che quanto riportato negli articoli viene fornito così com'è, a solo scopo hobbistico, senza garanzia alcuna di correttezza e di funzionamento certo. L'editore e gli autori ringraziano anticipatamente per la segnalazione di ogni eventuale errore.

Su Elettronica & Maker
Elettronica&Maker è una testata pubblicata in formato esclusivamente elettronico e sfogliabile elettronicamente, sul sito web https://www.elettronicaemaker.it, diffusa esclusivamente per via telematica, non soggetta all'obbligo di registrazione presso il Tribunale, né al R.O.C. né agli obblighi dell'AgCom n° 666/08 del 26/11/08, a fronte del D.L. n° 63 del 18 Maggio 2012.

© Copyright 2023
Tutti i diritti di riproduzione o di traduzione degli articoli pubblicati sono riservati. Manoscritti, disegni e fotografie sono di proprietà di E&M
È vietata la riproduzione anche parziale degli articoli, salvo espressa autorizzazione scritta dell'editore. I contenuti pubblicitari sono riportati senza responsabilità, a puro titolo informativo.

Collaborare con Elettronica & Maker
Le richieste di collaborazione vanno indirizzate all'attenzione di Roberto Armani (r.armani@elettronicaemaker.it e accompagnate, se possibile, da una breve descrizione delle vostre competenze tecniche e/o editoriali, oltre che da un elenco degli argomenti e/o progetti che desiderate proporre.