

Elettronica & Maker

n° 28 - 2022

Con le Pagine di



Generatore Segnali I²S

Primi Passi con l'Oscilloscopio

Teoria dei Filtri - 3° Parte

Ardu-Altmetro con Arduino

... e Altro Ancora!

Un ATmega328P-PU per un

Disco Orario E-paper

Elettronica & Maker

EDITORIALE

r.armani@elettronicaemaker.it



Energie Preziose

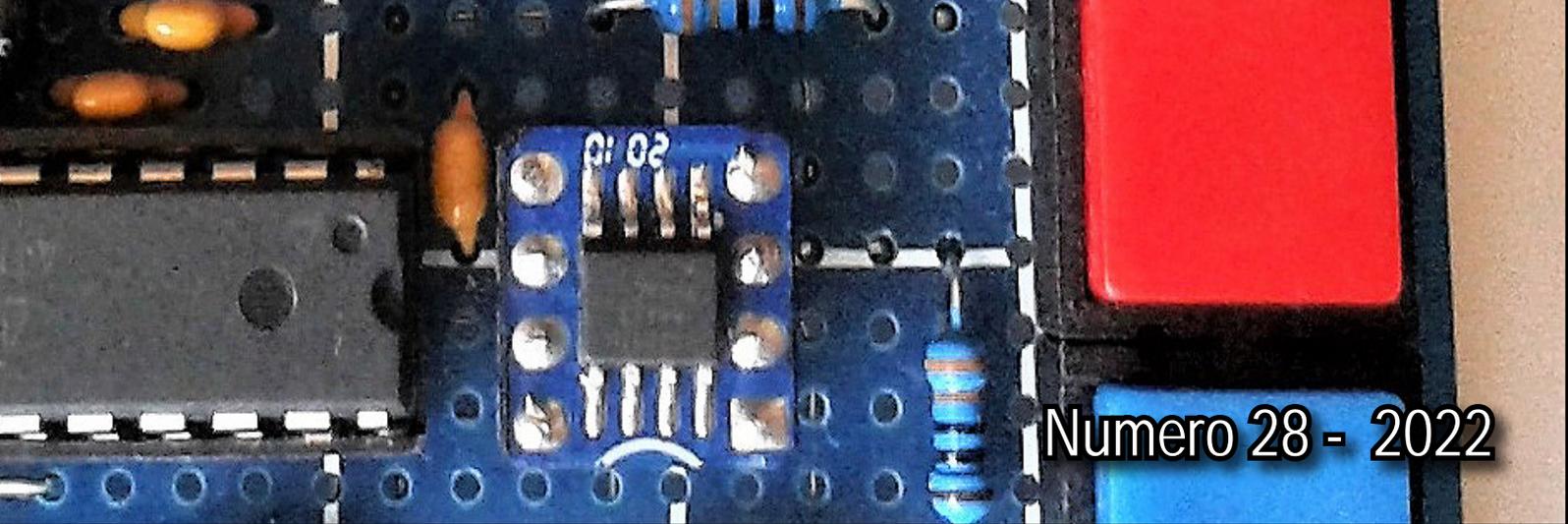
Alla maggior parte di chi ci legge è ben nota la definizione tecnica di "Low-Power". In elettronica esiste quasi da sempre e il suo impiego tende a sottolineare lo sforzo compiuto dai progettisti di un componente per ridurre al minimo l'energia assorbita durante il suo funzionamento. Per quanti, come me, collezionano in modo maniacale i data-book cartacei di una vita di lavoro, non è difficile trovarla anche in volumi risalenti agli anni '80. È sempre stata del tutto relativa; Ad esempio, se rispetto all'ENIAC (vedi box a lato) la riduzione di assorbimento di un computer "Low-Power" a transistor degli anni '60 si quantificava in kW, quello di un microcontrollore dei giorni nostri si esprime in una manciata di μW , che per la pila a bottone di un oggetto IoT, sul lungo periodo a volte si rivelano anche troppi! Sotto questo profilo, la crisi energetica Globale ha ulteriormente aumentato la sensibilità generale verso un utilizzo razionale delle risorse, anche di coloro che non sembravano essere particolarmente inclini al risparmio.

Se non altro, quantomeno a fronte del costo smisurato raggiunto da gas e petrolio.

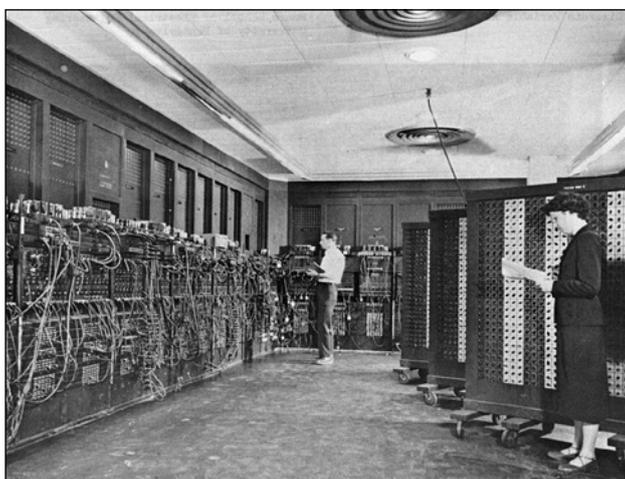
A chi fosse interessato a conoscere quanta energia viene consumata in questo momento e da quali fonti è ricavata, suggerisco due ottime App: una di Snam che trovate [qui](#) e un'altra di Terna, relativa ai volumi elettrici, scaricabile [qui](#). Con la prima potrete valutare la composizione della produzione energetica Europea e dei singoli Paesi, raffrontandone le percentuali di fossile, rinnovabile e nucleare, mentre nella seconda scoprirete quanta energia elettrica viene assorbita dalla rete Nazionale (anche in tempo reale) e quanta ne viene scambiata con l'Estero.

Potreste anche sorprendervi.

Roberto Armani



Numero 28 - 2022



L'ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer, 1946) fu il primo computer per usi generici della Storia.

Non esattamente "Low-Power", con 18.000 valvole termoioniche, uno sviluppo di 180 m² e un peso di 30 tonnellate, portava la temperatura ambiente a 50 °C!

Alla sua prima accensione causò un black-out nell'intero quartiere ovest di Filadelfia.

Ora E&M è anche su:



Seguici!

Le Pagine di  **elektor**
design > share > sell

- 4 **Generatore di Prova I²S**
- 10 **Iniziate a Usare il Vostro Oscilloscopio**
- 14 **Progettazione di Filtri Analogici Parte Terza**

Maker

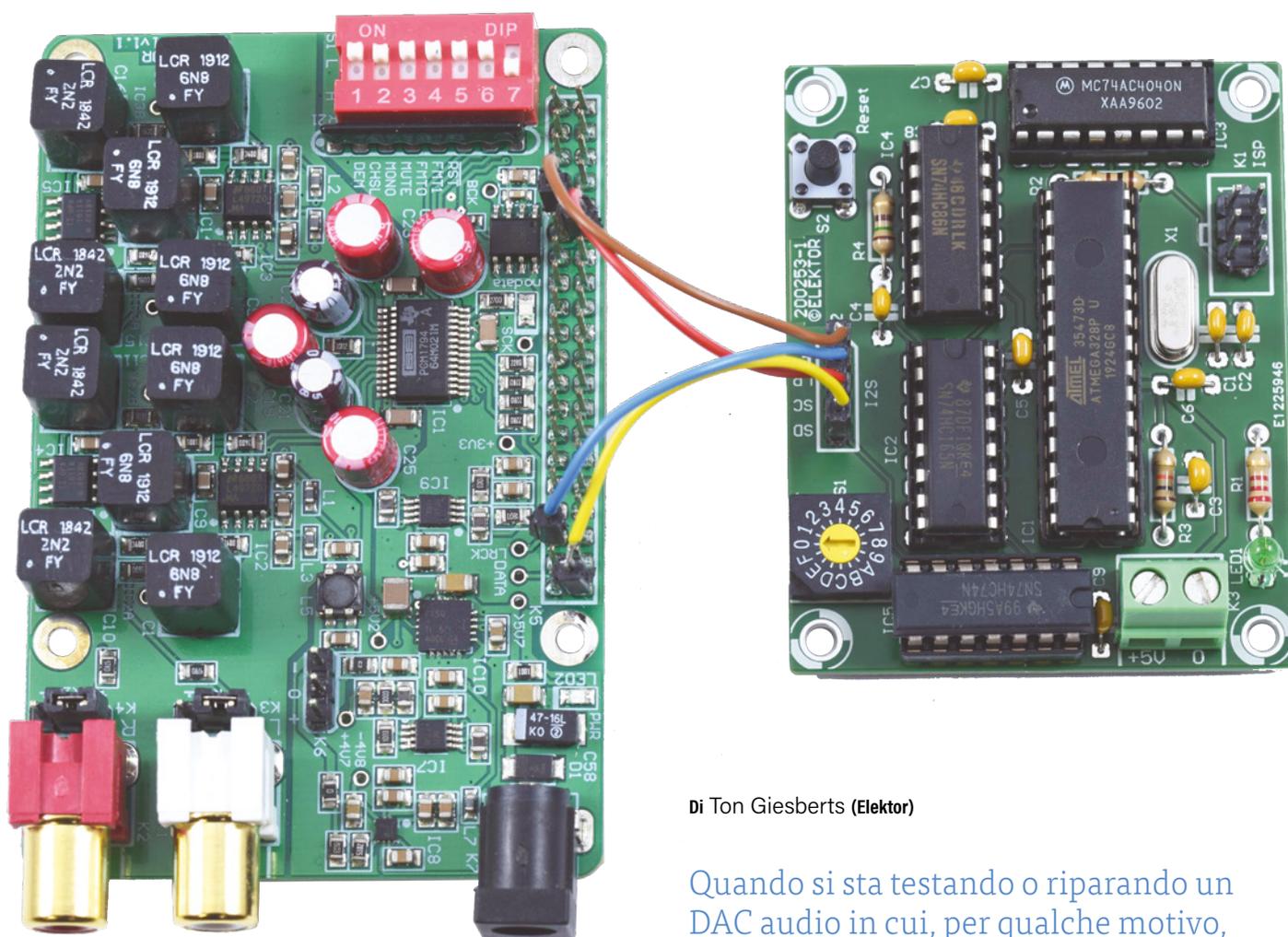
- 24 **Un Ardu-Altimetro con Arduino**
- 42 **Disco Orario con Display E-Paper**

Strumenti

- 58 **Controllo Motori con IC Bridgeswitch™**
- 62 **La Funzione di un Driver ADC**
- 68 **Perché i Dispositivi FieldBus Richiedono un S.O. Real Time?**

Generatore di Segnali di Prova I²S con Microcontrollore AVR

Sinusoide Digitale a 32-Bit 1-kHz, f_s 192 kHz,
Livello Regolabile da 0 a -110 dB



Di Ton Giesberts (Elektor)

Quando si sta testando o riparando un DAC audio in cui, per qualche motivo, manca o è distorto il segnale analogico in uscita e non si sa se il problema (software e/o hardware) risiede nella sorgente del segnale o piuttosto nel circuito del DAC stesso, questo progetto può fornire la risposta. Il segnale di prova a onda sinusoidale digitale, estremamente accurato, è ideale anche per misurare le prestazioni analogiche del DAC.

DECODER DI PROGETTO

Tag

Digital audio, Raspberry Pi, DAC, I²S

Livello

livello base – livello intermedio – per esperti

Tempo

Circa 4 ore

Strumenti

Per saldatura (foro-passante), AVRISP

Costo

Circa 15€

Dalla sua introduzione nel 1986, il bus Inter-Integrated Circuit Sound (I²S) è stato lo standard "de facto" per la trasmissione di segnali audio digitali seriali. Durante lo sviluppo e il collaudo del nostro "DAC audio per Raspberry Pi" [1], ci è venuta l'idea di progettare un circuito dedicato che genera un segnale I²S per testare il DAC senza collegare l'RPi come sorgente. Questo circuito può ovviamente essere utilizzato anche per testare altri DAC audio con ingressi I²S, a condizione che siano in grado di gestire la frequenza di campionamento di 192 kHz e dati audio a 24 o 32 bit.

Opzioni di progetto

Per costruire un generatore di segnali di test I²S, si potrebbe utilizzare un ADC a 24 bit con uscite I²S e un generatore di segnali (sinusoidali) come ingresso. Tuttavia, per verificare se i segnali analogici in uscita dal DAC sono effettivamente impeccabili, l'onda sinusoidale del segnale I²S deve essere perfetta per eseguire correttamente le misure di distorsione. Il segnale di prova non deve essere in alcun modo degradato da una sorgente analogica o da un ADC di qualità inferiore. In alternativa, è possibile utilizzare un microcontrollore per generare il segnale I²S, utilizzando una tabella con campioni a 32 bit che possono essere calcolati con precisione per

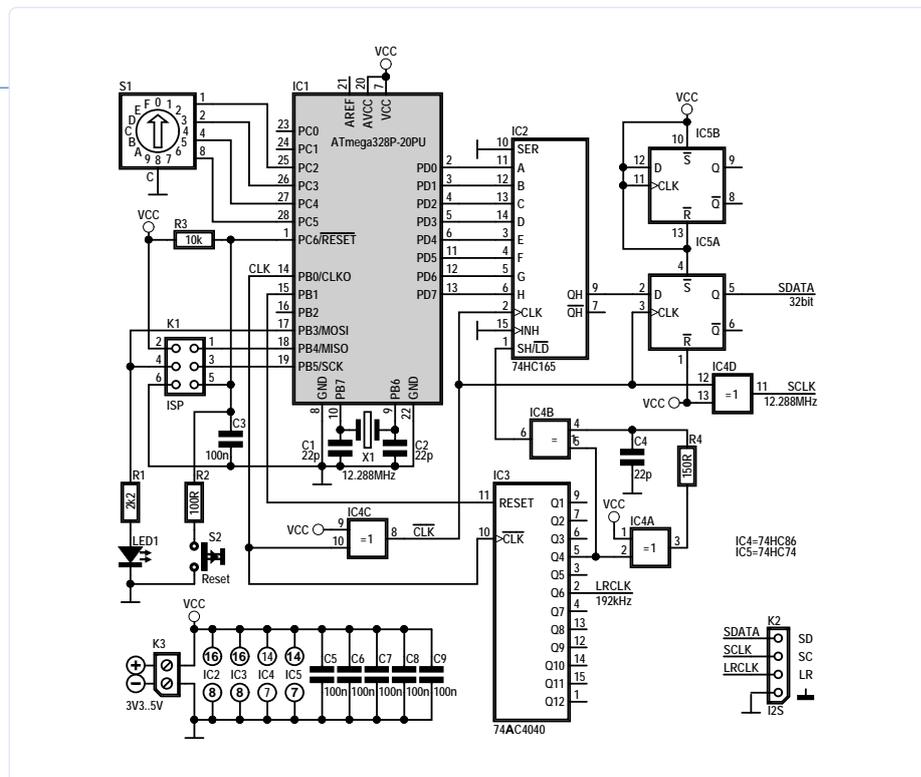


Figura 1: Schema elettrico del generatore di segnali I²S.

garantire la qualità dei dati audio. In questo modo si genera un segnale perfetto per le misure di distorsione, in questo caso un'onda sinusoidale di 1 kHz con frequenza di campionamento di 192 kHz. Sarebbe ovvio utilizzare un microcontrollore che supporta I²S per questo compito, ma perché non utilizzare un microcontrollore molto comune come l'ATmega328P? Il problema è che non supporta l'I²S. È stata una bella sfida costruire un generatore digitale di onde sinusoidali con uscita I²S utilizzando questo microcontrollore e un po' di hardware aggiuntivo, ma questo progetto dimostra che si può fare! Il firmware dell'ATmega è sviluppato in BASCOM-AVR.

È necessario dell'hardware aggiuntivo

L'obiettivo è creare un segnale I²S con dati a 32 bit a una frequenza di campionamento di 192 kHz, che è vicina alla frequenza massima di campionamento del PCM1794A utilizzato nel nostro DAC audio RPi. Il clock seriale (SCK o SCLK) deve essere di 12,288 MHz (2 canali * 192 kHz * 32 bit). Poiché la frequenza massima di clock del microcontrollore è di 20 MHz, l'unico modo per produrre dati seriali (SD o SDATA) più velocemente è quello di utilizzare un registro shift parallelo serial-out e utilizzare il clock del microcontrollore per il clock del registro shift. PB0 deve essere configurato come CLKO (Clock Out) quando si program-

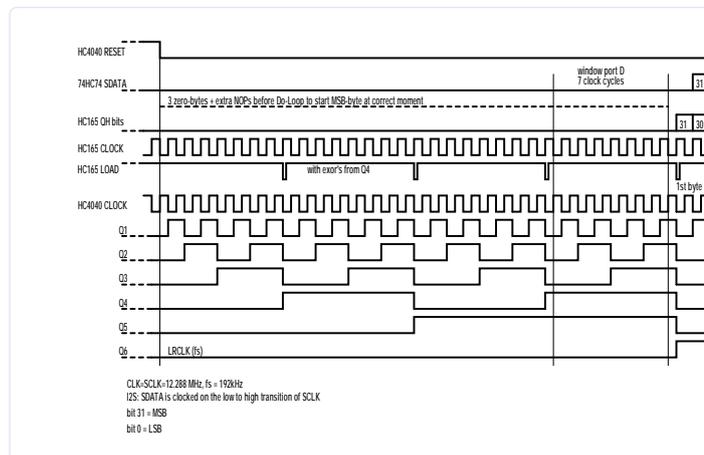


Figura 2: Diagramma dei tempi.

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.



Iniziate a Usare il Vostro Oscilloscopio

Trovate la Strada Giusta tra Manopole e Pulsanti

Di Clemens Valens (Elektor)

Quando si armeggia con l'elettronica da un po' di tempo e i progetti diventano più seri, è probabile che si abbia bisogno di un oscilloscopio. Si tratta di uno strumento che visualizza l'evoluzione di una o più tensioni nel tempo. Ma come si fa a sceglierne uno? E come si usa?

Naturalmente avete già investito in un multimetro, il che è un'ottima cosa, ma un oscilloscopio può fare cose che con un multimetro non si possono fare. Tuttavia, gli oscilloscopi sono anche strumenti molto più complessi dei multimetri, per cui è necessario un po' di tempo e di pratica per poterli utilizzare al meglio.

Cosa vi Serve?

Un tempo gli oscilloscopi erano costosi, ma oggi i prezzi sono scesi così tanto che quasi tutti possono permettersene uno. Per la maggior parte delle applicazioni di hobbisti, smanettoni e maker, un oscilloscopio di base è più che sufficiente. Se si tratta di progetti basati su Arduino o Raspberry-Pi o di costruire e riparare amplificatori audio, strumenti musicali o effetti per chitarra, non è necessario investire in un oscilloscopio a quattro canali (o più) con centinaia di MHz di larghezza di banda e molti gigasample. Un oscilloscopio a due canali, da 20 a 50 MHz, andrà benissimo (Figura 1).

Non Troppo Piccolo, per Favore

Tuttavia, anche se può sembrare allettante, non consiglio di spendere soldi per quei

piccoli kit di oscilloscopi fai-da-te a basso costo che si possono trovare online (Figura 2). Non offrono il comfort e le funzioni di un oscilloscopio da banco a basso costo, ma reale. Possono essere pratici quando si viaggia o quando si ha poco spazio, ma probabilmente non servono ad altro. Desidero che il mio oscilloscopio resti al suo posto quando tiro un cavo di prova e deve avere manopole e pulsanti che posso trovare rapidamente. Per me, un oscilloscopio senza manopole per gli assi orizzontale e verticale non è un vero oscilloscopio.

Oscilloscopi da Computer

Naturalmente esistono oscilloscopi da computer con specifiche eccellenti (Figura 3), ma richiedono un tablet o un computer e un mouse. Questi dispositivi sono ottimi per effettuare misure a distanza, per la documentazione o per il monitoraggio costante, per la registrazione e la post-elaborazione dei dati (o per fare cose molto precise che richiedono un sacco di armeggi). Nella mia configurazione di laboratorio, il computer è necessario per mostrare gli schemi, modificare il firmware, leggere le schede tecniche e fare ricerche su Internet. Non voglio che

 Guarda il video del Progetto!





sia anche un oscilloscopio. E non voglio un secondo computer perché occupa troppo spazio sul banco. E, naturalmente, perché voglio delle vere manopole.

DSO, MSO, Analogico?

Gli oscilloscopi odierni sono digitali e si chiamano DSO, acronimo di Digital Storage Oscilloscope. In passato erano analogici. Gli oscilloscopi analogici sono ingombranti e limitati, e non ne vorrete uno a meno che non abbiate esigenze molto particolari. Sono stati realizzati oscilloscopi ibridi, in grado di svolgere entrambe le funzioni, ma anche questi non vi interessano. A proposito, non confondete questi oscilloscopi con i cosiddetti oscilloscopi a segnali misti, o MSO, in quanto si tratta di DSO con funzioni speciali per i segnali digitali e i bus di comunicazione.

Proviamo a Usarlo

Ora che sappiamo qualcosa di più sugli oscilloscopi, possiamo passare a imparare a usarli. Se siete stati bravi e ne avete comprato uno economico, non avrà troppe funzioni e quindi sarà facile iniziare a usarlo. Come detto all'inizio, un oscilloscopio visualizza l'evoluzione di una tensione nel tempo, un "segnale", e lo fa sotto forma di un grafico bidimensionale con il centro in mezzo allo schermo. Si noti che ho scritto "tensione" e non "corrente". Un oscilloscopio è un voltmetro di lusso.

lizza l'evoluzione di una tensione nel tempo, un "segnale", e lo fa sotto forma di un grafico bidimensionale con il centro in mezzo allo schermo. Si noti che ho scritto "tensione" e non "corrente". Un oscilloscopio è un voltmetro di lusso.

Sezioni di Controllo Principali

Poiché visualizza i segnali in forma di grafici, un oscilloscopio dispone di controlli per regolare gli assi orizzontali e verticali. In tutti gli oscilloscopi moderni che conosco, questi controlli sono raggruppati in una sezione denominata Orizzontale e un'altra Verticale (**Figura 4**). La sezione orizzontale è nota anche come Base dei Tempi, poiché l'asse orizzontale di solito rappresenta il tempo. Vi è poi una terza sezione, denominata Trigger. Questa è probabilmente la sezione più importante, poiché determina come e quando viene visualizzato un segnale. Spesso è abbastanza facile far rientrare sullo schermo il segnale che si sta misurando regolando gli assi orizzontali e verticali, ma far sì che l'oscilloscopio visualizzi la parte del segnale a cui si è interessati può essere molto più difficile.

La sezione trigger consente di controllare questo aspetto ed è quindi importante capire cosa fa e come.

Verticale

Ma prima di tutto esaminiamo la sezione Verticale. Questa sezione consente di amplificare o attenuare la tensione o il segnale in ingresso, ovvero di regolarne l'ampiezza e di spostarlo verso l'alto e verso il basso. Questo può essere impostato in modo indipendente per ogni canale di ingresso. A proposito, nel linguaggio degli oscilloscopi, un segnale è chiamato anche traccia. Per traccia singola si intende un segnale o un canale, per traccia doppia se ne intendono due, ecc. .

Modalità XY

Un altro punto di confusione può essere rappresentato dal fatto che i connettori di ingresso, oltre a essere etichettati come canale 1 e 2, sono talvolta indicati anche come X e Y (**Figura 5**). Ciò si riferisce a una modalità di funzionamento speciale dell'oscilloscopio in cui l'ingresso X controlla l'asse orizzontale anziché quello verticale. Questa è la modalità con cui si creano le

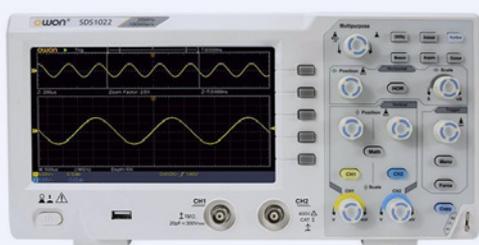


Figura 1: Nella maggior parte dei casi, un oscilloscopio da 20- to-50 MHz è più che sufficiente.



Figura 4: Le tre principali sezioni di controllo di ogni oscilloscopio: Verticale, Orizzontale e Trigger.



Figura 5. Gli ingressi X e Y sono usati in modalità XY e vi permettono di creare, ad esempio, le figure di Lissajous.



Figura 2: Anche se sembra utile averne uno, l'oscilloscopio in miniatura non è molto pratico da usare.

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!

Progettazione di Filtri Analogici (Parte 3)

Filtri Passivi

Di **Alfred Rosenkränzer (Germania)**

La terza e ultima parte di questa serie sulla progettazione di filtri analogici tratta le particolarità dei filtri passivi. Poiché in questo caso si utilizzano solo componenti puramente passivi come resistenze, bobine e condensatori, l'amplificazione non è possibile. Non è quindi possibile ottenere alte impedenze di ingresso e basse impedenze di uscita. Tuttavia, le alte frequenze nella gamma dei MHz a tre cifre e oltre sono meno problematiche.

L'impedenza di ingresso dei filtri attivi può aumentare molto aggiungendo un buffer all'ingresso; un buffer all'uscita può renderla molto bassa. Di conseguenza, non è più necessario preoccuparsi della

corretta "terminazione" o dell'adattamento di impedenza in ingresso e uscita. Tuttavia, spesso i filtri passivi vengono ancora utilizzati a frequenze molto elevate. Questi sono progettati per specifiche

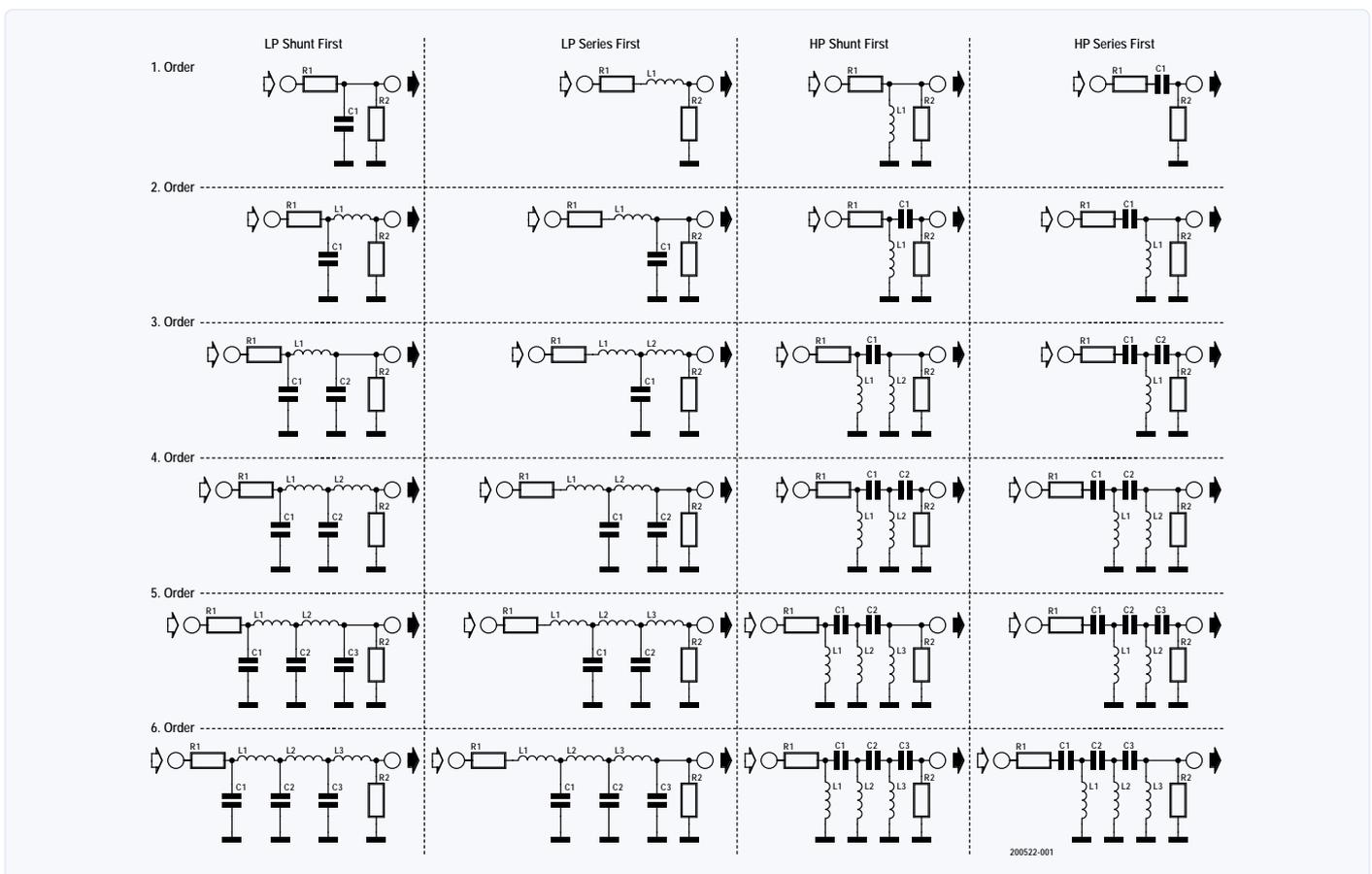


Figura 1: Schemi di base per filtri passivi passa-basso e passa-alto con strutture PI e T dal primo al sesto ordine. Sia la frequenza di taglio che la caratteristica di frequenza dipendono dai valori dei componenti. Le strutture illustrate sono adatte per filtri Bessel, Butterworth e Chebyshev.

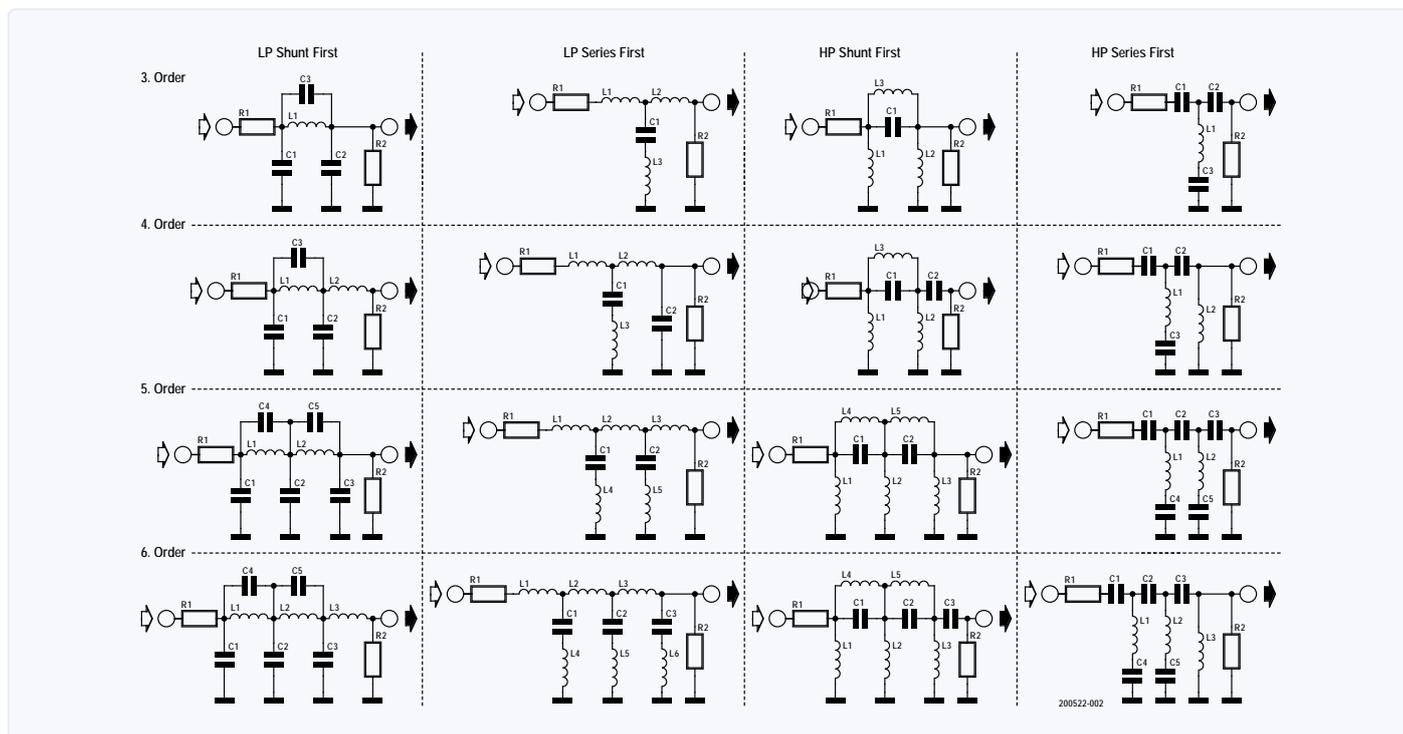


Figura 2: Schema di base per filtri passa-basso e passa-alto dal terzo al sesto ordine con caratteristiche di Cauer o Chebyshev inverso in configurazioni PI e T.

impedenze di ingresso e di uscita (che non devono necessariamente essere identiche). Va notato che le variazioni rispetto all'impedenza prevista della sorgente o del carico possono avere una forte influenza sulla caratteristica del filtro. In questo articolo esamineremo i tipi di filtri passivi comunemente utilizzati e gli aspetti da tenere in considerazione.

Strutture

Nella **Figura 1** è riportata la struttura di base dei filtri passa-alto e passa-basso dal primo al sesto ordine. Scegliendo i valori corretti dei componenti, queste strutture consentono di realizzare filtri con caratteristiche di Bessel, Butterworth e Chebyshev. È possibile scegliere se un filtro inizia con un componente in serie agli altri (struttura T) o con un componente a terra (struttura PI).

Nella colonna più a sinistra della **Figura 1** sono riportati i filtri passa-basso PI che iniziano tutti con un condensatore a terra all'ingresso. Nella seconda colonna si trovano i filtri passa-basso T che iniziano con un induttore in serie.

I filtri passa-alto sono esattamente il contrario. Nella terza colonna troviamo i filtri passa-alto PI con un induttore a terra e, nella colonna più a destra, i filtri passa-alto T con un condensatore in serie.

Agli ordini superiori si aggiungono componenti alternati longitudinali (in serie) e trasversali (verso terra). Questi componenti aggiuntivi hanno valori diversi dai primi. Per la funzionalità desiderata non importa se si sceglie una struttura a T o a PI. Tuttavia, poiché gli induttori non sono molto apprezzati dai progettisti elettronici, si cerca di

utilizzarne il meno possibile. La **Figura 2** mostra la struttura di base dei filtri Cauer (ellittici) e Chebyshev inversi (noti anche come tipo 2). In questo caso, gli induttori o i condensatori sono sostituiti da circuiti risonanti in parallelo o in serie. Il disegno mostra filtri passa-basso e passa-alto nelle configurazioni PI e T dal terzo al sesto ordine. La **Figura 3** mostra la struttura di base dei filtri passa-banda e passa-banda con caratteristica Bessel, Butterworth o Chebyshev (dal terzo al settimo ordine), mentre nella **Figura 4** sono illustrate le strutture più complesse con caratteristiche Cauer e Chebyshev inverse (quinto e settimo ordine). Anche in questo caso sono presenti varianti PI e T.

Dimensionamento

Un filtro Bessel o Butterworth è interamente determinato dalla caratteristica del filtro, dalla frequenza di taglio di -3dB, dalla struttura scelta, dall'ordine e dalle impedenze di ingresso e di uscita. A differenza dei filtri attivi, in quelli passivi non c'è alcuna libertà nella scelta dei valori dei componenti. Se si desidera selezionare, ad esempio, un valore standard della serie E per un induttore, si dovrà regolare leggermente la frequenza di taglio del filtro a una determinata impedenza. Naturalmente questo è possibile solo se l'applicazione lo consente.

Come cambiano le caratteristiche di un filtro Butterworth per i diversi ordini è già stato discusso nella prima parte di questa serie [1]. Ora possiamo vedere come cambiano i valori dei componenti a seconda della frequenza di taglio scelta. Nella **Figura 5** è riportato lo schema completo di un filtro passa-basso Butterworth del quinto ordine con una frequenza di taglio di 1 MHz. Se vogliamo raddoppiare la frequenza di taglio a 2 MHz, dobbiamo solo dimezzare i valori degli

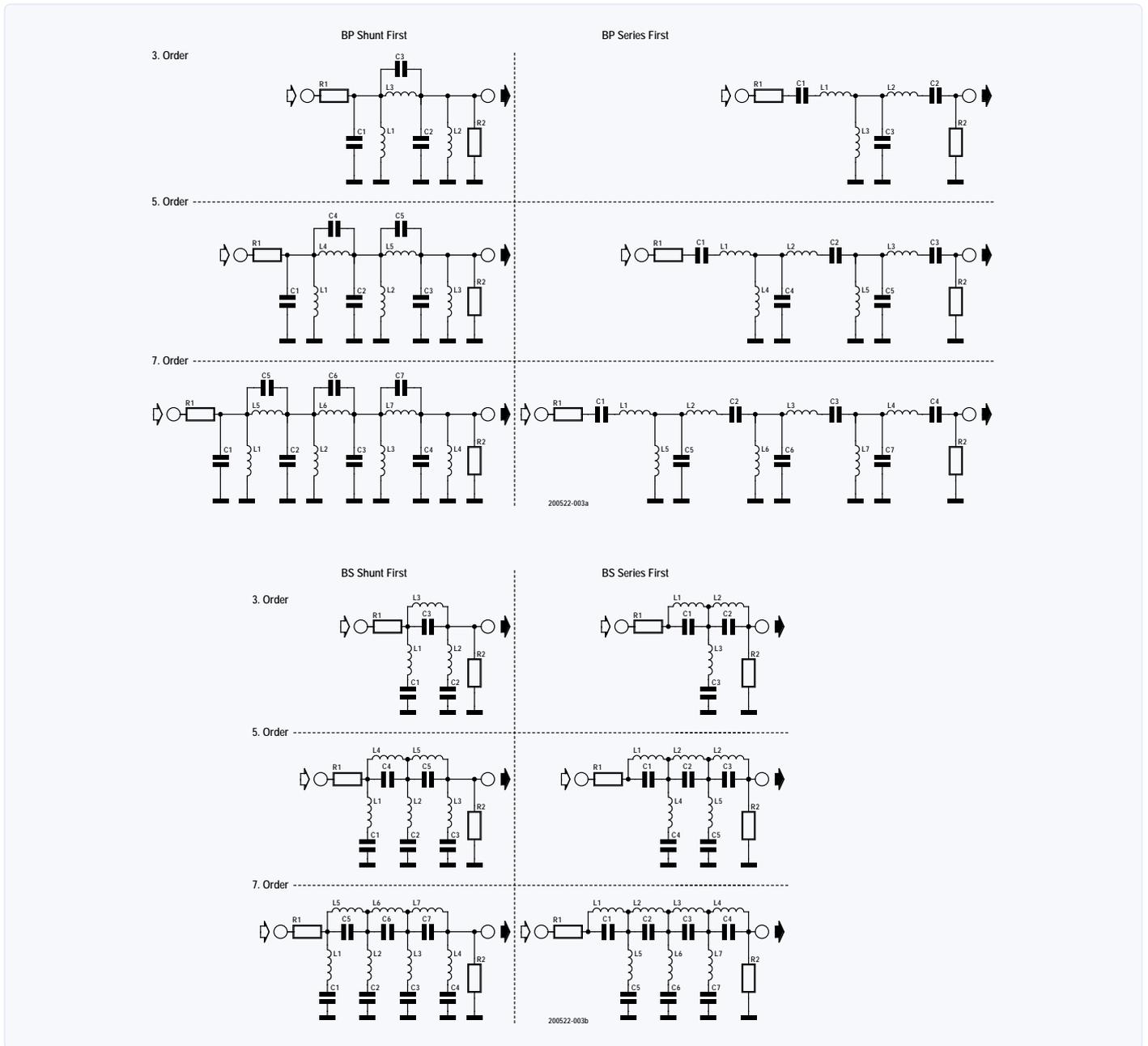


Figura 3: Schemi di base per filtri passa-banda e filtri elimina-banda del terzo, quinto e settimo ordine con caratteristiche Bessel, Butterworth o Chebyshev che utilizzano strutture PI e T.

induttori e dei condensatori. Ciò non sorprende perché la frequenza di taglio è proporzionale a $1 / \sqrt{L * C}$. Per questo motivo, nell'era precedente alle calcolatrici tascabili e ai PC, era facile convertire uno schema di base con una determinata frequenza di taglio nella frequenza di progetto desiderata. Se l'impedenza standard di 50 Ω rimane invariata, anche i valori dei resistori rimangono ovviamente invariati.

È interessante anche vedere come si comportano i valori dei componenti quando un filtro viene ridimensionato per altre impedenze. Questo è possibile anche senza l'aiuto del computer. Se vogliamo raddoppiare le impedenze del filtro passa-basso a 1 MHz della **Figura 5** da 50 Ω a 100 Ω, basta raddoppiare i valori degli induttori e dimez-

zare quelli dei condensatori. Anche in questo caso, non si tratta di una sorpresa, perché Z è proporzionale a $\sqrt{L/C}$. Ora che abbiamo parlato di impedenze, possiamo anche esaminare l'effetto di un'errata resistenza della sorgente o del carico. Ad esempio, colleghiamo un filtro dimensionato per un'impedenza di 100 Ω a una sorgente con un'impedenza di 50 Ω. Anche l'uscita è terminata con un'impedenza di 50 Ω. La **Figura 6** mostra la caratteristica di frequenza nella banda passante.

Tornando al tema del dimensionamento, con un filtro Chebyshev il ripple nella banda passante è un parametro aggiuntivo. L'effetto sulla risposta in frequenza è visibile nella **Figura 7**. Qui vediamo le risposte in ampiezza di un filtro passa-basso Chebyshev del settimo

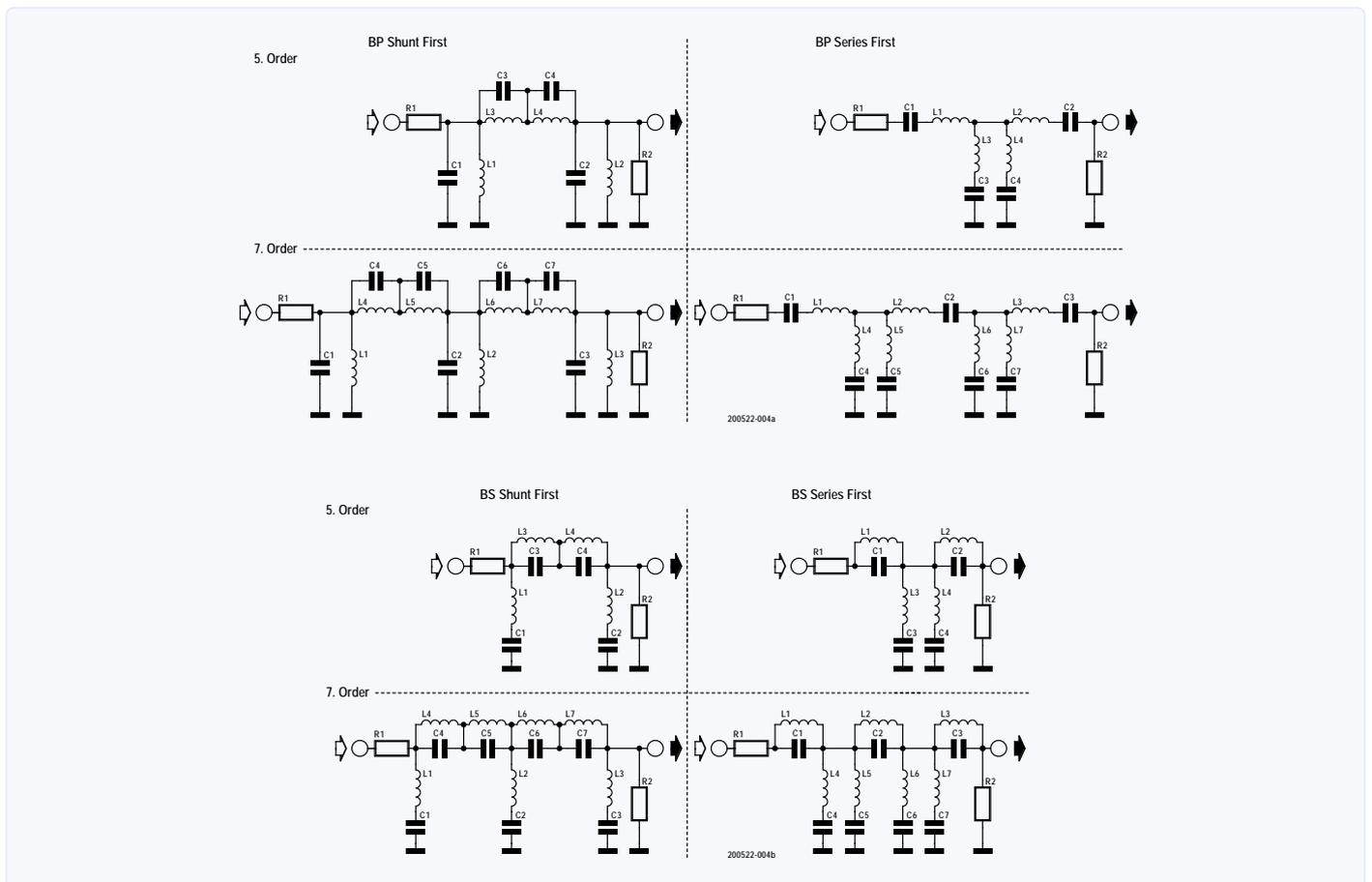


Figura 4: Schema di base per filtri passa-banda e taglia-banda del quinto e settimo ordine con caratteristiche di Cauer o Chebyshev inverse nelle configurazioni PI e T.

ordine a 1 MHz con un ripple di 0,1 dB, 0,5 dB, 1 dB e 3 dB nella banda passante. Maggiore è il ripple consentito, più ripida è la curva nella banda di arresto. La quantità di ripple ammessa dipende dall'applicazione. Nella **Figura 8** abbiamo ingrandito la banda passante della **Figura 7**. Qui si può notare che la frequenza di taglio non è il punto

di -3 dB, come in altri filtri, ma il punto in cui la curva scende al di sotto della quantità definita di ripple. Se si desidera normalizzare le curve al punto di -3dB, per poterle confrontare meglio, è necessario regolare di conseguenza la frequenza di taglio. Con il filtro Cauer, l'attenuazione minima nella banda di arresto è un altro parametro

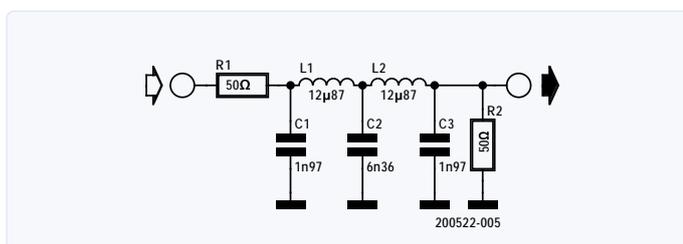


Figura 5: Filtro passa-basso Butterworth del quinto ordine con struttura PI e frequenza di taglio di 1 MHz.

Figura 6: Risposta in frequenza di un filtro passa-basso Butterworth del quinto ordine nella banda passante. La curva verde rappresenta la risposta corretta, mentre la linea rossa mostra ciò che accade quando un filtro da 100 Ω viene collegato a una sorgente e a un carico da 50 Ω.

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



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
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



Un Preciso Ardu-Altmetro

di Giovanni Carrera

g.carrera@elettronicaemaker.it

Un compatto sistema per rilievi altimetrici assoluti o relativi basato su Arduino, che salva su SD le coordinate e permette di tracciare un percorso su Google My Maps.

Primario obiettivo di questo progetto è quello di realizzare un altmetro barometrico con una buona accuratezza, in grado di registrare a intervalli regolari le misure su una micro SD. Ovviamente il sistema, essendo basato su un sensore di pressione, può essere utilizzato anche per effettuare misure barometriche.

Esistono oggi diversi sensori di pressione MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems), ma non tutti hanno precisione e accuratezza sufficiente per realizzare un buon altmetro.

Questo progetto usa un sensore particolarmente preciso con una risoluzione tipica di 30 cm e permette di salvare le misure su una micro SD con tempi di campionamento dal secondo a un paio di minuti.

Le misure più accurate di quota sono quel-

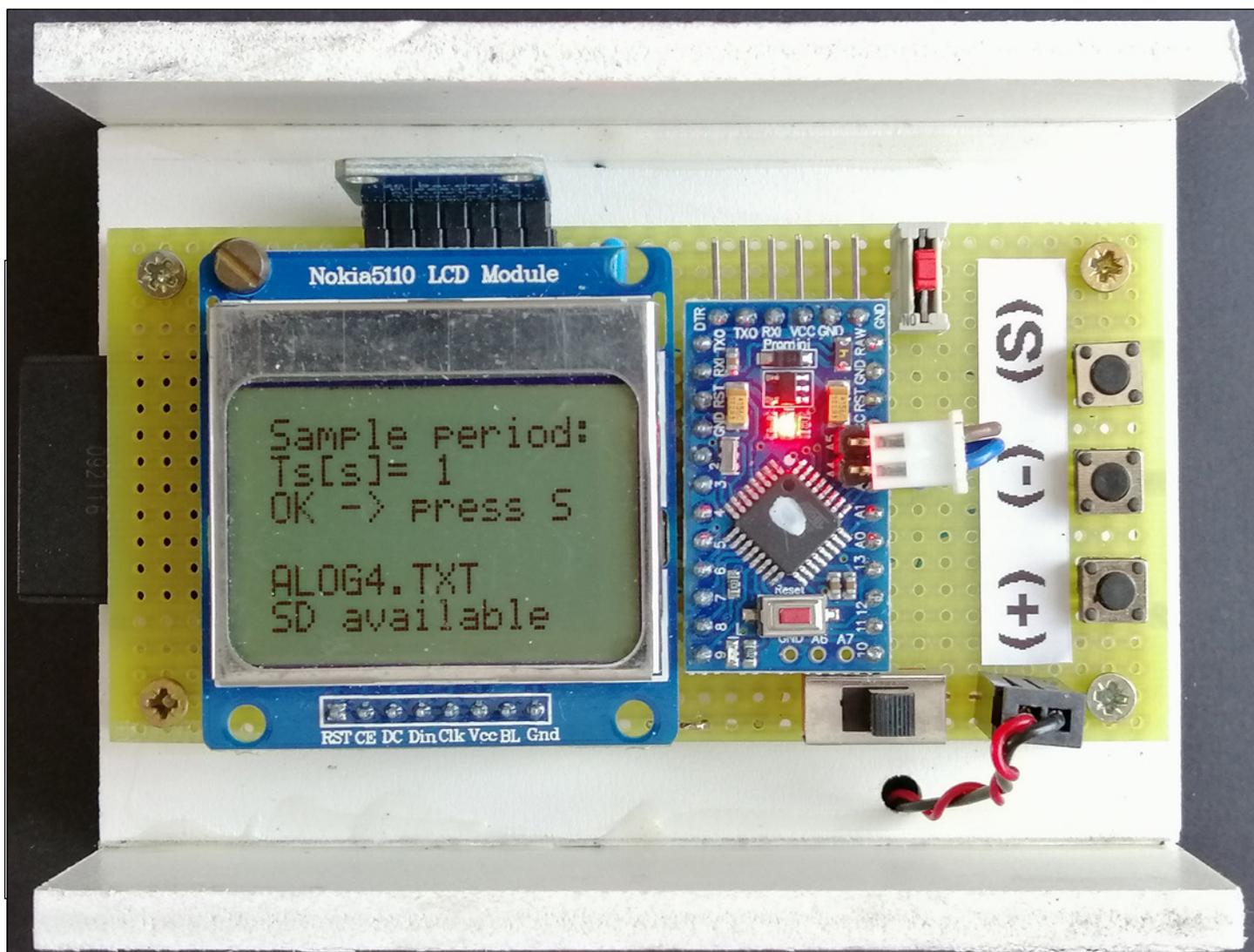
le relative in quanto quelle assolute dipendono dalle condizioni meteorologiche. Ad esempio: se la pressione a livello del mare si abbassa di un solo millibar si ha una variazione di quota $\Delta h = +8,33$ m.

Lo strumento proposto può funzionare in misura assoluta o relativa. In quest'ultimo caso, la quota sarà relativa alla quota che abbiamo inserito e, se le condizioni meteo sono stazionarie durante tutto il periodo di osservazione, le misure di altitudine rispetto al riferimento iniziale saranno molto accurate. Il riferimento relativo può essere una quota che conosciamo o lo zero.

LA PRESSIONE ATMOSFERICA ED IL BAROMETRO

Nel Sistema Internazionale, la pressione è espressa in pascal (Pa) che è pari alla forza di un newton agente perpendicolarmente su una superficie di un metro quadrato (1 N/m^2). In meteorologia è molto usato il millibar (mb) che corrisponde a 100 Pa o a un ettopascal (1 hPa). La pressione atmosferica normale (o standard) è quella misurata alla latitudine di 45° , al livello del mare e ad una temperatura di 15°C e corrisponde alla pressione di una atmosfera (atm):

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 1013,25 \text{ mb}$$





Esistono numerose altre unità di misura della pressione, come: mmHg (millimetri di mercurio), psi (pound per square inch), Ba (baria, Sistema CGS).

Per misurare la pressione atmosferica si usa il barometro, strumento assai utile in meteorologia per le previsioni del tempo. Esso è un manometro differenziale, in cui la misura di riferimento è il vuoto assoluto. Evangelista Torricelli ha inventato nel 1643 il primo barometro, realizzato con un tubo chiuso nella parte superiore, riempito di mercurio e con l'altra estremità immersa in una vaschetta contenente mercurio. Tenendo il tubo verticale, la colonnina, nelle condizioni di pressione atmosferica normale, scende lasciando il vuoto nella parte superiore fino a trovare un equilibrio con la pressione atmosferica che tende a spingere verso l'alto la colonna. L'altezza corrispondente a questo equilibrio è di 760 mm di mercurio pari a una atmosfera e a 1013,25 mb. In meteorologia si parla di bassa o alta pressione quando il suo valore sul livello del mare è inferiore o superiore al valore standard.

La densità dell'aria, quindi anche la pressione, dipende dalla temperatura e dalla quantità di vapore, entrambi diminuiscono con l'aumentare della quota. L'aria umida è più leggera e produce bassa pressione perché le molecole dell'acqua (peso molecolare = 18 unità di massa atomica) tendo-

no a sostituirsi a quelle dell'azoto, più pesante (28 u.m.a.). Al contrario, l'aria secca è più pesante e produce alta pressione.

GLI ALTIMETRI

Per misurare l'altitudine si utilizzano i barometri e i ricevitori satellitari GPS. Questi ultimi, nella versione stand-alone (non differenziale) hanno un errore sulla verticale che è fino al doppio di quello orizzontale, quindi ci possiamo aspettare un errore dai 5 ai 10 metri.

I velivoli sono dotati di radioaltimetri (RA o RALT) che sono dei radar la cui antenna non ruota orizzontalmente ma è fissa e diretta verso il basso e indicano la distanza dal suolo sottostante, informazione più importante dell'altitudine, per il pilota. Generalmente questi radar operano fino a 2500 piedi (750 m) sul livello della terra (*Above Ground Level: AGL*).

I grandi aerei ne hanno diversi lungo la fusoliera in quanto sono essenziali in fase di atterraggio e di GPWS (*Ground Proximity Warning Systems*) che avvisa se l'aereo vola troppo basso o discende troppo velocemente. L'uso del GPS come altimetro, per le ragioni esposte precedentemente, non è consentito dai regolamenti aeronautici internazionali.

I velivoli a bassa quota, come i droni, possono usare altimetri sonici od ottici.

CALCOLO DELL'ALTITUDINE

L'altitudine è ricavata dalla lettura di un barometro usando particolari formulazioni in grado di risalire all'altitudine conoscendo la pressione atmosferica e la temperatura al livello del mare. Le formule derivano da modelli matematici che cercano di descrivere fenomeni fisici complessi con inevitabili ipotesi semplificative. Il modello matematico usato da questo sensore e è quello denominato "U.S. Standard Atmosphere" (USSA), nell'ultima versione del 1976. Esso divide l'atmosfera in strati con una presunta distribuzione lineare della temperatura assoluta T rispetto all'altezza geopotenziale h . Il geo-potenziale è il lavoro necessario a vincere la forza di gravità e spostare ad una determinata altezza, una massa unitaria d'aria. Esso risulta nullo, per convenzione, al livello del mare. L'altezza geopotenziale si ottiene dal rapporto tra geo-potenziale e forza di gravità media al livello del mare; la sua unità di misura è il gpdam (geo-potenziale per decametro) e risulta pressoché identica all'altitudine sul livello del mare del luogo preso in considerazione, per basse altitudini. La differenza risulta sensibile (nell'ordine dell'1%) ad altitudini superiori ai 60.000 metri.

Gli altri due valori (pressione P e densità ρ) sono calcolati risolvendo simultaneamente le equazioni risultanti da:

- la variazione di pressione verticale, che mette in relazione pressione, densità e altitudine geopotenziale : $dP/dh = - \rho g$

- la legge del gas ideale in forma molare: $P = \rho R_{sp} T$, dove g è l'accelerazione di gravità standard e R_{sp} è la costante del gas specifica per l'aria secca. Essa mette in relazione pressione, densità e temperatura a ciascuna altezza geopotenziale.

Pertanto lo standard consiste in una tabulazione di valori a varie altitudini, più alcune formule con cui tali valori sono stati derivati. La formula tiene conto che la temperatura diminuisca con la quota h secondo il gradiente a costante:

$$T(h) = T_0 - a \cdot h$$

La formula ipsometrica che tiene conto di questo gradiente è la seguente:

$$p = p_0 \cdot \left(1 - \frac{a \cdot h}{T_0}\right)^{\frac{M \cdot g}{R \cdot a}} = p_0 \cdot \left(1 - \frac{a \cdot h}{T_0}\right)^{5.2553}$$

Dove, esprimendo le grandezze fisiche nel Sistema Internazionale:

p = la pressione misurata [hPa]

p_0 = pressione al livello del mare = 1013,25 [hPa]

a = gradiente standard di temperatura =

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!



Abilitazione con autenticazione della ricarica wireless Qi® 1.3

Riduci Complessità e Tempi con il Reference Design Qi 1.3 All-in-One certificato

In risposta all'ultima prescrizione di autenticazione Qi 1.3 del Wireless Power Consortium, Microchip offre ora uno schema di riferimento certificato all-in-one con lo stack Qi 1.3 sul nostro Digital Signal Controller (DSC) dsPIC33CK.

Questo reference design mostra come sia possibile incorporare il sottosistema di storage sicuro con il DSC, supportato dal nostro servizio di provisioning sicuro delle chiavi, contribuendo così a ridurre complessità e tempi di sviluppo del tuo progetto consumer e al contempo gestendo l'intera key ceremony con il WPC.

Questo sottosistema di storage sicuro all-in-one preconfigurato include:

- Il nuovo sottosistema di storage sicuro TrustFLEX ECC608 industrial-grade
- Il servizio di provisioning sicuro delle chiavi
- Reference design certificato Qi 1.3 basato sul Digital Signal Controller (DSC) dsPIC33CK



microchip.com/qi13authentication

Il nome e logo Microchip e il logo Microchip sono marchi industriali registrati di Microchip Technology Incorporated negli U.S.A. e in altri Stati. Tutti gli altri marchi appartengono ai rispettivi titolari.
© 2022 Microchip Technology Inc. Tutti i diritti riservati.
MEC2455A-ITA-09-22



Disco Orario con Display E-Paper

di Antonello Della Pia

a.dellapia@elettronicaemaker.it

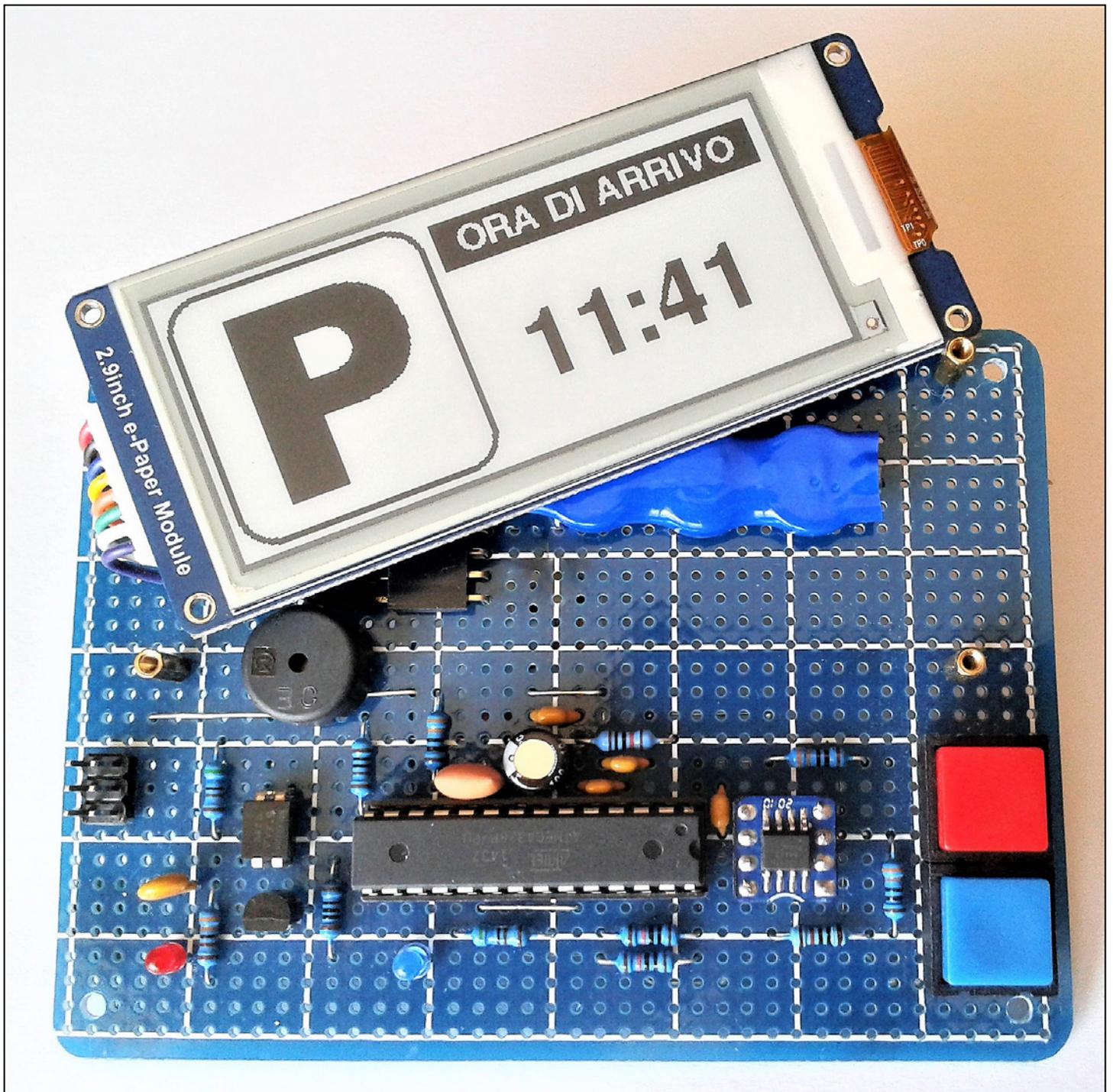
Un innovativo sostituto digitale del tradizionale accessorio conosciuto da ogni automobilista.

L'evoluzione del settore automotive, dal punto di vista dell'integrazione della tecnologia elettronica nei veicoli, ha raggiunto livelli estremamente elevati. Praticamente ogni aspetto funzionale è gestito in modo ottimale da sofisticati sensori, interfacce digitali, microprocessori e relativi software. Nell'abitacolo di quelli che si possono considerare oramai dei "computer su ruote" è molto facile, tuttavia, trovare ancora uno strumento indispensabile, realizzato spesso in umile cartone e dal funzionamento manuale. Si tratta del Disco Orario, il dispositivo previsto dal Codice della Strada per segnalare l'inizio della sosta nelle zone soggette a regolamentazione. Nel corso dei decenni, questo accessorio è rimasto quasi immutato, realizzato in cartoncino, plastica o altri materiali più nobili e solo recentemente sono apparsi sul mercato alcuni modelli digitali. Quello proposto nell'articolo utiliz-

za un moderno display e-Paper e presenta alcune caratteristiche particolari, quali l'impostazione dell'ora di arrivo con un solo pulsante, il messaggio in quattro lingue a scelta, la visualizzazione a richiesta di ora e data correnti, della temperatura ambiente e del livello della batteria.

IL DISPLAY E-PAPER

Di invenzione relativamente recente (1996), la tecnologia e-ink (electrophoretic ink, inchiostro elettroforetico), generalmente chiamata e-Paper [1], deve il suo successo principalmente all'impiego nei lettori di eBook, i dispositivi portatili che si propon-





gono come alternativa elettronica ai libri tradizionali, grazie all'esperienza di lettura molto simile a quella su carta e alla perfetta visibilità anche in condizioni di elevata illuminazione. Tuttavia, la caratteristica esclusiva che ha determinato la diffusione di questa tecnologia anche in altri ambiti è la capacità di mantenere la visualizzazione delle informazioni per molto tempo anche in assenza di alimentazione elettrica, consentendo la realizzazione di dispositivi che potenzialmente richiedono energia solo per la durata necessaria all'aggiornamento della schermata (refresh). Una tipica applicazione, sempre più diffusa nei punti

vendita, è rappresentata dalle etichette e dai cartellini dei prezzi elettronici, spesso difficilmente distinguibili da quelli cartacei, che possono essere aggiornati all'occorrenza, anche da remoto con tecnologie wireless. Per comprendere meglio il funzionamento dell'inchiostro elettronico ci viene in aiuto la Figura 1:

nella versione più semplice, display in bianco e nero, dei pigmenti caricati positivamente (bianchi) e negativamente (neri) sono sospesi in un liquido contenuto in microcapsule che rappresentano i pixel. Grazie alla polarizzazione creata da un opportuno campo elettrico, i pigmenti, attirati dal-

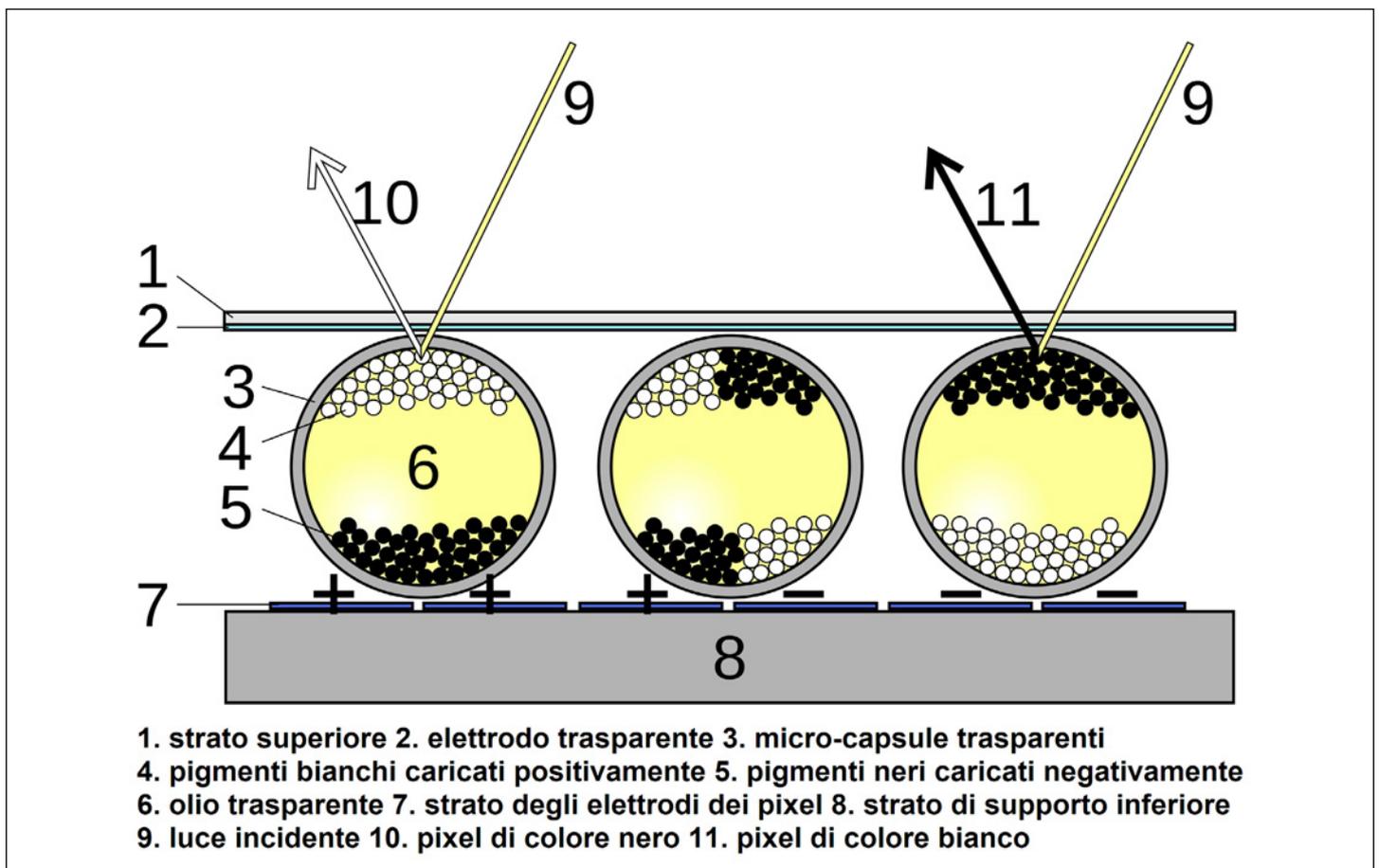


Figura 1: Principio base di funzionamento del display e-Paper

la carica di segno opposto (elettroforesi), si posizionano in modo da realizzare pixel neri o bianchi, componendo l'immagine desiderata. A questo punto, anche rimuovendo il campo elettrico, i pigmenti rimangono in posizione fino all'applicazione di una nuova carica. La visibilità, dall'angolo particolarmente ampio, è ottenuta grazie alla riflessione della luce ambiente e in mancanza di questa è necessaria una fonte luminosa apposita. È curioso invece, che sotto la luce solare diretta, l'aggiornamento dello schermo non si compia correttamente. Partendo da questo principio di funzionamento, sono state realizzate numerose tipologie di display, anche di notevoli dimensioni e full color, dal costo però ancora decisamente elevato. Contemporaneamente, è aumentata l'offerta a prezzi accessibili, da parte dei rivenditori specializzati, dei display più piccoli, in bianco e nero, scala di grigi o con una limitata gamma di colori. Non è aumentato invece più di tanto, da quello che ho potuto vedere in rete, l'interesse degli appassionati autocostruttori per questi componenti. A mio parere, il motivo è da ricercare in varie criticità, che si sono evidenziate anche nel corso dello sviluppo di questo progetto, dovute a fattori quali l'eccessivo numero di modelli, versioni, dimensioni, driver e combinazioni di colori presenti sul mercato, scarsa disponibilità di librerie ben documentate e agevoli da implementare per le varie piattaforme di sviluppo,

informazioni e supporto spesso frammentari e insufficienti da parte degli stessi produttori. Nonostante ciò, scegliendo tra i prodotti meglio supportati e applicandosi con caparbità da Maker, è stato possibile raggiungere un risultato che credo possa essere interessante. Proseguiamo quindi con l'analisi dello schema elettrico, riportato in Figura 2.

SCHEMA ELETTRICO

Per la gestione del display è stato scelto un microcontrollore ATmega328P [2], lo stesso della scheda Arduino Uno, vista la disponibilità di una versatile libreria, specifica per questa piattaforma. La MCU lavora alla frequenza di clock di 8 MHz, grazie al risonatore ceramico esterno e si trova normalmente in stato di risparmio energetico (SLEEP_MODE_PWR_DOWN), per "risvegliarsi" solo se il display deve essere aggiornato. Rimane sempre attivo, invece, il circuito integrato RTC (Real-Time Clock) DS3231M [3], capace di mantenere, fino a quando alimentato, data e ora con la pre-

*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!*



Controllo Motori con IC BridgeSwitch™

di Cristian Ionescu-Catrina
Senior Product Marketing Manager
di Power Integrations

Il dispositivo BridgeSwitch™ di Power Integrations combina elevata efficienza, flessibilità dell'esecuzione, maggiore sicurezza e conformità alle norme IEC 60335-1 e IEC 60730-1 oltre a una funzione di diagnosi dei guasti

I progettisti devono far fronte a richieste sempre più complesse riguardanti miglioramenti continui dell'efficienza e dell'affidabilità degli azionamenti con motori elettrici impiegati negli elettrodomestici. Dall'Unione Europea alla Cina, vengono richieste efficienze maggiori per una gamma sempre più ampia di elettrodomestici – lavastoviglie, frigoriferi e impianti di riscaldamento, ventilazione e climatizzazione (HVAC).(1, 2) I dispositivi progettati devono anche soddisfare i requisiti per la sicurezza specificati nelle norme IEC 60335-1 e IEC 60730-1.

Al tempo stesso, sia i consumatori che i produttori richiedono livelli superiori di affidabilità – meno interventi sul campo e meno resi. Secondo un recente studio del settore, diagnosi errate comportano che per il 30% dei compressori restituiti perché difettosi la causa indicata è 'nessun gua-

sto individuato'(3), aumentando pertanto i costi e le inefficienze nella catena di fornitura oltre al numero di clienti insoddisfatti. Utilizzare l'IoT può consentire il monitoraggio da remoto degli elettrodomestici, ma il dispositivo deve essere dotato di funzioni di protezione e diagnosi dei guasti che non comportino un costo elevato.

Per risolvere questi problemi i progettisti possono ricorrere alla famiglia dei circuiti integrati per azionamenti con motori dotati di ponti a semionda, autoalimentati, ad alta tensione di Power Integrations, dotati di funzioni interne di protezione, monitoraggio del sistema e segnalazione che offrono efficienza più elevata, maggiore flessibilità dell'esecuzione e affidabilità superiore del sistema e dell'inverter (Figura 1).

L'ELEVATA EFFICIENZA SEMPLIFICA LA GESTIONE TERMICA

I ponti a semionda integrati in BridgeSwitch semplificano lo sviluppo e la produzione di azionamenti con motori elettrici CC brushless (BLDC) o a magneti permanenti (PM) monofase o trifase, pilotati da inverter, ad alta tensione. I circuiti integrati del BridgeSwitch includono un segnale di uscita che fornisce informazioni istantanee sulla corrente di fase facilitando così la progettazione di schemi di controllo senza sensori. Questi circuiti integrati includono due FREDFET di potenza a canale N da 600 V, con driver high-side e low-side, in un package a montaggio superficiale dal ridotto profilo (13,6 x 9,4 mm e altezza di 1,35 mm) che offre distanze di dispersione maggiori e consente il raffreddamento

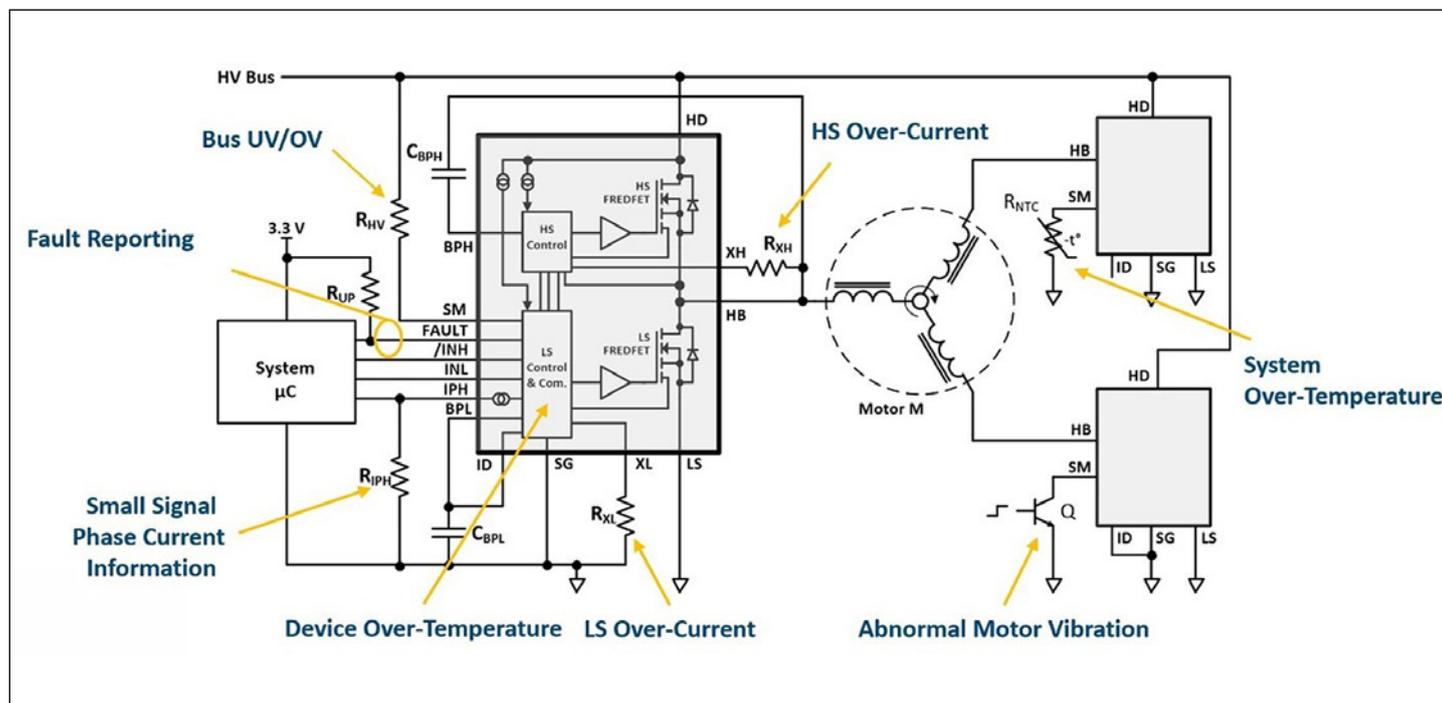


Figura 1. BridgeSwitch combina alta efficienza con ampie funzioni di monitoraggio e segnalazione dei guasti (testo in blu) che comportano maggiore affidabilità dell'inverter e del sistema



di entrambi i FREDFET di potenza attraverso la scheda del circuito stampato (Figura 2). I diodi ultrasoft e ultraveloci dei FREDFET sono ottimizzati per convertitori di inverter a commutazione hard. I driver e i circuiti di controllo high-side e low-side sono autoalimentati, eliminando la necessità di un alimentatore ausiliario esterno. La geometria termica distribuita, in combinazione con l'efficienza sino al 99,2%, elimina la necessità di un dissipatore esterno alla corrente efficace continua nominale, riducendo il costo, l'ingombro e il peso del sistema. I circuiti integrati del BridgeSwitch possono erogare fino a 400 W di potenza di uscita e sono adatti per l'uso in inverter di elettrodomestici quali lavastoviglie e frigoriferi oltre che per le ventole del condensatore in climatizzatori ad alta efficienza.

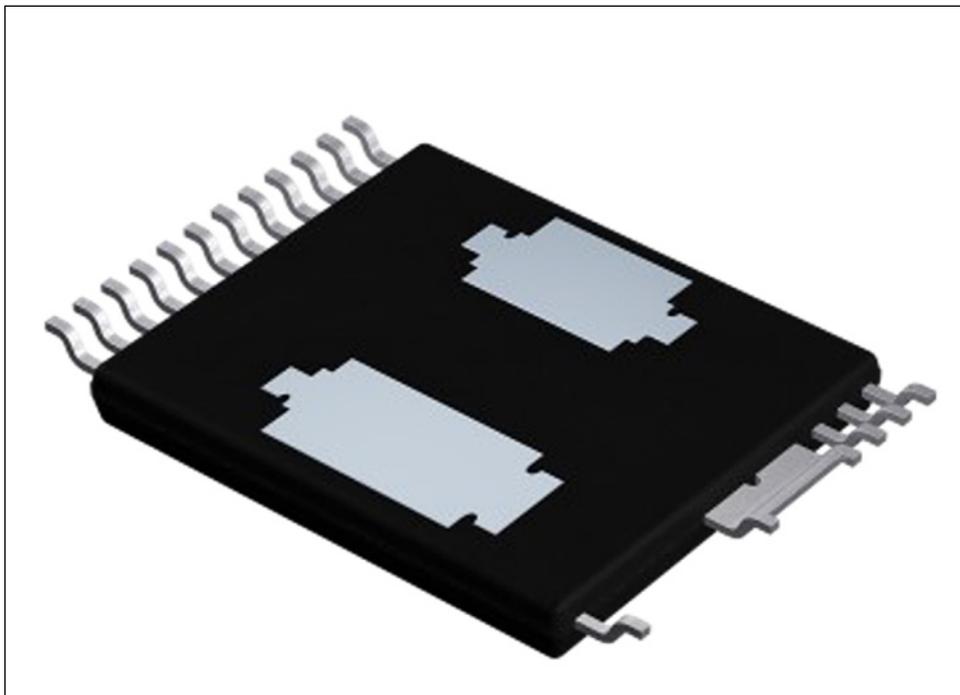


Figura 2. Questa vista dal basso del package InSOP-24C del BridgeSwitch mostra la lunga distanza di dispersione (in basso a destra) e i dissipatori dei FREDFET high-side e low-side

LA FUNZIONE DI PROTEZIONE DAI GUASTI BASATA SU HARDWARE RIDUCE IL TEMPO E IL COSTO DELLA CERTIFICAZIONE

Nella maggior parte delle configurazioni dell'inverter il microcontroller viene utilizzato per monitorare le condizioni di guasto e intervenire come appropriato oltre che per il controllo del motore. Quest'ultimo è attuabile in modo semplice e relativamente veloce impiegando pacchetti software standard. La protezione dai guasti e la loro diagnosi sono più complesse e possono variare in misura notevole da un'applicazione all'altra perché dipendono da una varietà di sensori per il monitoraggio di vari parametri del sistema – correnti di fase, condizioni di sovratemperatura, vi-

brazioni e altri ancora. Non è semplice programmare il microcontroller per interpretare gli ingressi dei sensori e implementare la protezione nel modo adatto a ottenere la certificazione in conformità alle norme internazionali.

Certificare il software di monitoraggio e controllo è un processo costoso e che richiede molto tempo, con conseguenti ritardi sul time-to-market. D'altro canto, la funzione di protezione dai guasti del motore basa-

ta su hardware presente nei circuiti integrati del BridgeSwitch risponde ai requisiti relativi al funzionamento anomalo di motori specificati nelle norme IEC 60335-1 e IEC 60730-1 senza dipendere da software per il controllo, riducendo i costi e il time-to-market.(4) La conseguente possibilità di usare la designazione di software di Classe A a norma IEC 60730-1 può fare risparmiare due mesi sul tempo di certificazione e l'uso dei circuiti integrati del BridgeSwitch inoltre semplifica il processo di approvazione in relazione alla sicurezza per gli aggiornamenti del software del dispositivo.

Il BridgeSwitch combina funzioni interne complete di protezione dai guasti con circuiti esterni di monitoraggio e segnalazione per i vari livelli del sistema tramite un

bus FAULT bidirezionale (Figura 3). Tali funzioni interne prevedono la protezione da sovraccarico termico a due livelli e quella da sovracorrente ciclo per ciclo programmabile a livello hardware per entrambi i FREDFET. Il monitoraggio dei vari livelli del sistema include quattro livelli di sottotensione e uno di sovratensione sul bus DC ad alta tensione (HV) e sensori esterni, come un sensore di temperatura con termistore a coefficiente negativo (NTC), un sensore di vibrazioni e funzioni di rilevamento di un motore in stallo, di scollegamento delle fasi del motore e di sovraccarico durante il funzionamento.

Il bus FAULT a singolo conduttore è basato su un'architettura a drain aperto e consente ai circuiti integrati del BridgeSwitch di

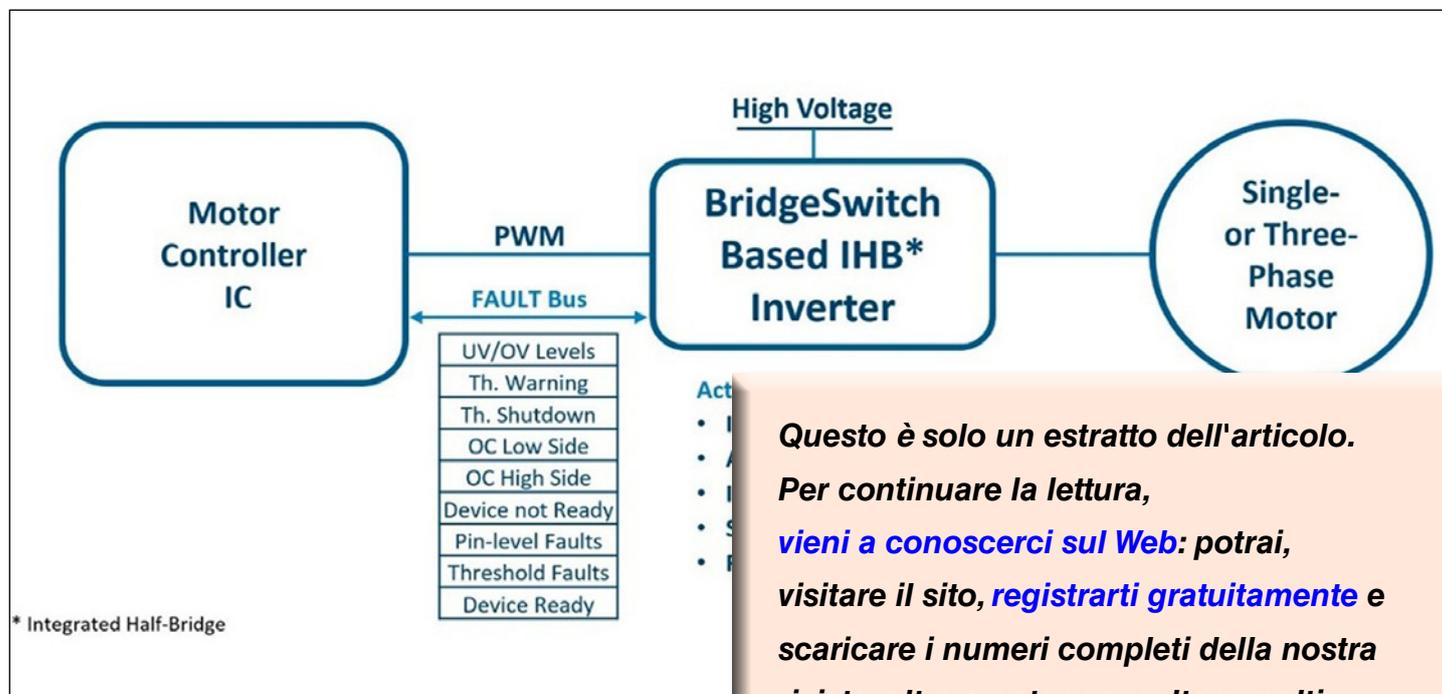


Figura 3. I circuiti integrati BridgeSwitch sono dotati di funzioni interne complete di protezione dai guasti e di un bus FAULT bidirezionale oltre a circuiti esterni di monitoraggio e segnalazione per aumentare l'affidabilità

*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!***



La Funzione del Driver ADC

A cura di Microchip Technology

La necessità di un condizionamento del segnale analogico, ivi compresi gli ADC, continua a crescere man mano che i sensori diventano più numerosi all'interno di una grande varietà di mercati finali.

Si prevede che il mercato complessivo dei sensori crescerà ad un tasso annuo composto di oltre il nove per cento. Tra quei mercati finali troviamo l'espansione all'interno di varie applicazioni IoT, automazione e controllo Industriale, salute pubblica e sicurezza, assistenza sanitaria e automotive. Per gli ADC, la tendenza di mercato è verso una risoluzione più elevata e dispositivi anche con velocità più elevate poiché il costo di tali soluzioni diventa via via più conveniente.

CHE COS' È UN DRIVER ADC?

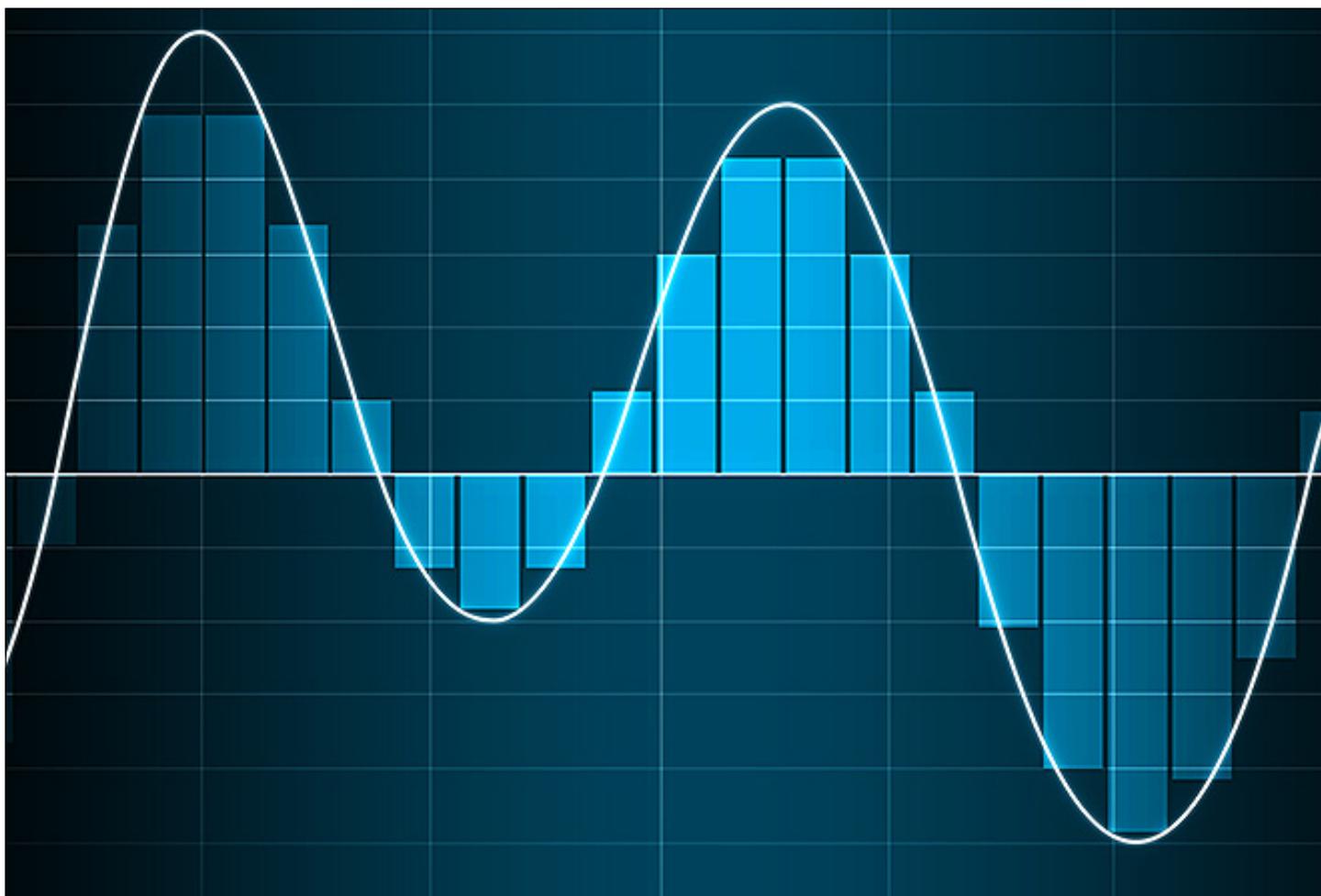
Come suggerisce il nome, i driver ADC sono amplificatori speciali progettati specificamente per funzionare insieme agli ADC, che includono architetture con successive approssimazioni, ottimizzazioni, e architetture basate su delta-sigma. Questi amplificatori speciali sono componenti di

circuiti critici che consentono all'ADC di funzionare a pieno regime e sono diventati più vitali con l'espansione di convertitori a velocità e risoluzione più elevate.

COMPRENDERE GLI INPUT ADC

Prima di discutere le funzioni tecniche richieste da un driver ADC, è utile una breve panoramica dell'architettura di input degli ADC odierni. Un segnale differenziale può essere definito come due nodi che hanno segnali uguali ma opposti attorno a un punto fisso definito livello di modo comune (common mode level). I due nodi di segnale sono tipicamente indicati come positivi e negativi (o non invertente e invertente),

come mostrato nella Figura 1. Nell'esempio precedente, la tensione di ingresso di fondo scala è di 5V picco-picco in modo differenziale, con ciascun segnale avente una oscillazione di 2.5V picco-picco. Il livello di modo comune in questo esempio è 2,5 V. La maggior parte degli ADC odierni con prestazioni più elevate implementano un'architettura di ingresso differenziale, in quanto questa fornisce prestazioni superiori (rispetto agli ingressi single-ended). Questi vantaggi in termini di prestazioni includono la capacità di respingere il rumore di modo comune e i segnali di interferenza comuni, e un aumento di 6 dB (o un fattore di 2) nella gamma dinamica.





Gli ADC possono rappresentare una sfida particolarmente impegnativa per i progettisti di sistemi, offrendo una varietà di diverse architetture di campionamento di ingresso che devono essere considerate a livello di sistema.

Ai fini di questa disquisizione, l'attenzione sarà concentrata sugli ADC che per realizzare il campionamento in ingresso utilizzano una struttura a capacità commutata. Nella sua forma più elementare, questa struttura di ingresso è composta da un condensatore relativamente piccolo e da uno switch analogico, come mostrato nella Figura 2. Quando l'interruttore è configurato in posizione 1, il condensatore di campionamento viene caricato sulla tensione del nodo di campionamento, in questo caso VS. Lo switch viene quindi commu-

tato nella posizione 2, dove la carica accumulata sul condensatore di campionamento viene trasferita al resto della circuiteria di campionamento. In seguito il processo ricomincia da capo. Un ingresso a capacità commutata senza buffer, come quello descritto sopra, può causare problemi significativi a livello di sistema.

La corrente necessaria per caricare il condensatore di campionamento alla tensione appropriata deve essere fornita dai circuiti esterni collegati all'ingresso dell'ADC.

Quando il condensatore è commutato sul nodo di campionamento (posizione 1 dello switch nella Figura 2), sarà necessaria una grande quantità di corrente per iniziare a caricare il condensatore. L'entità di questa corrente istantanea è una funzione della dimensione del condensatore di campiona-

mento, della frequenza alla quale il condensatore viene commutato e della tensione presente sul nodo di campionamento. Questa corrente di commutazione può essere descritta dalla seguente equazione:

$$i_{in} = CVf$$

dove C è la capacità del condensatore di campionamento, V è la

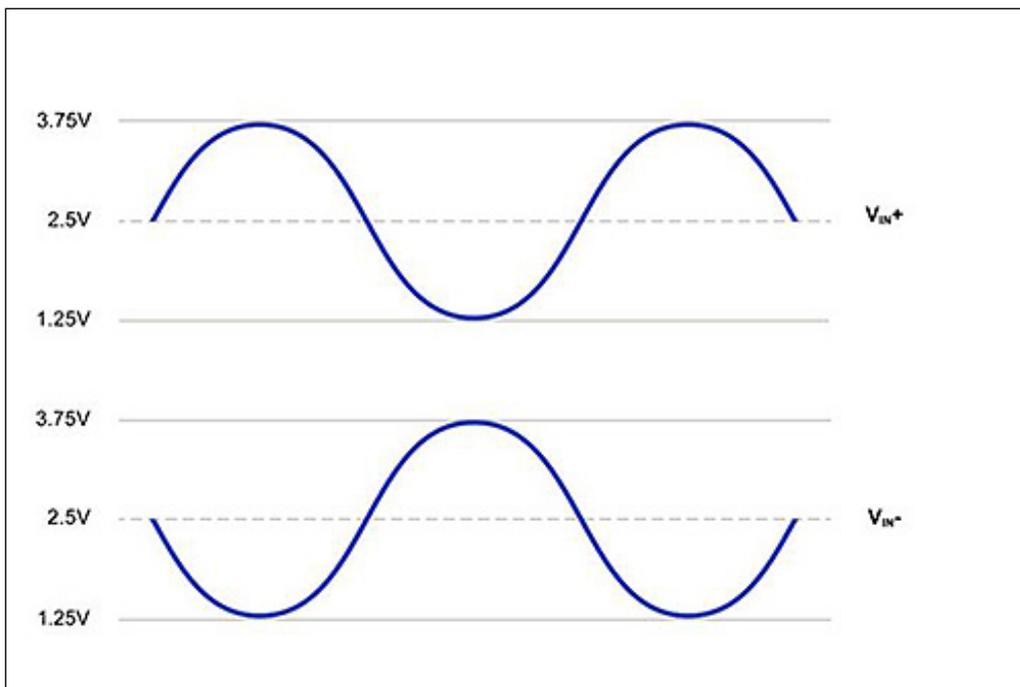


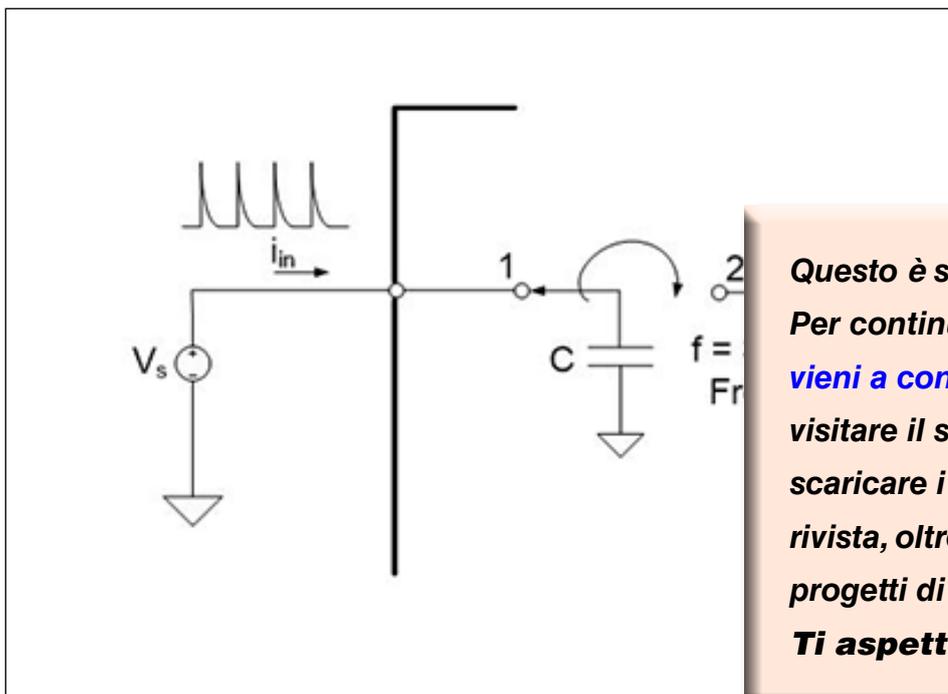
Figura 1: Esempio di onda sinusoidale differenziale

tensione presente sul nodo di campionamento (in questo esempio indicata come V_S) e f è la frequenza alla quale lo switch di campionamento viene posto su ON e OFF. Questa corrente di commutazione provoca picchi di corrente elevati sul nodo di campionamento, come illustrato nella Figura 2. Quando si progetta la circuiteria analogica lato convertitore A/D, le implicazioni di questa corrente di commutazione devono essere tenute in considerazione. Quando la corrente di ingresso passa attraverso qualsiasi resistenza, si verifica una caduta di tensione, con conseguente errore di tensione sul nodo di campionamento del convertitore A/D. La distorsione può verificarsi anche se il nodo di ingresso non è completamente stabilizzato prima del ciclo di campionamento successivo.

LA SOLUZIONE: I DRIVER ADC

Per mantenere la necessaria integrità del segnale del sensore e sfruttare appieno risoluzioni più elevate, gli ADC di velocità più elevata diventano molto impegnativi. Man mano che la risoluzione e la velocità dell'ADC aumentano, gli effetti del rumore e della distorsione del segnale del sensore diventano più evidenti. Alle velocità di campionamento ADC più elevate, occorre assicurarsi che il segnale di ingresso si sia stabilizzato prima dell'evento di campionamento e che segnali di larghezza di banda più elevati non rientrino nella larghezza di banda del segnale di interesse.

Per superare queste sfide di condizionamento del segnale, molte applicazioni ADC richiedono un driver ADC che fornisca



**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!**

Figura 2: Semplice struttura d'ingresso a capacità commutata

Daniilo Tomassini

Elettricità con il Fotovoltaico

DALLE BASI DELLA TECNOLOGIA FOTVOLTAICA FINO ALL'INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO COMPLETO

SANDIT

Daniilo Tomassini

INVERTER

Il principio di funzionamento e le varie tipologie in base alle applicazioni

SANDIT

Sergio Rota

Capire il Fotovoltaico

semplice e pratico per il fai da te con successo

SANDIT

Pier Calderan

Capire e Usare LoRa e LoRaWAN

CREARE UNA RETE LoRaWAN PER IOT

Progetto Pratico di un dispositivo LoRa e LoRaWAN con Arduino, ATmega328 e Raspberry Pi

SANDIT

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

Coloriti!

Giuseppe Zella

STAZIONI DI MISURAZIONE DEL TEMPO

Con Arduino NANO, Display OLED, Matrici LED, DS3231SN

SANDIT

Coloriti!

Giuseppe Zella

STAZIONI METEO

CON ARDUINO IDE, ESP32 WROOM 32 - 32D Stazioni Meteo senza sensori, con sensori e con sensori e visualizzazione remota

SANDIT

Daniilo Tomassini

Tecnologia dei componenti elettrici ed elettronici

MATERIALI METALLICI, MATERIALI SOLANTI, MATERIALI MAGNETICI, RESISTORI, CONDENSATORI, INDUTTORI, SEMICONDUTTORI, DIODI A GIUNZIONE, TRANSISTORI, DISPOSITIVI FOTOGRAFICI E FOTORELETTRICI, CIRCUITI INTEGRATI, CIRCUITI STAMPATI

SANDIT

Coloriti!

H.P. Friedrichs

Macchine Magnetiche Meravigliose

Costruire Modelli di Motori Elettrici con Parti di Recupero

SANDIT

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

Coloriti!

Raimondo Sgrà

GUIDA AL PROGETTO DI UN ROBOT

per l'hobbista e lo studente

SANDIT

Coloriti!

Francesco Lauricella

Sensori ed elementi di Robotica con Arduino e Labview

Con numerosi progetti pratici

SANDIT

Paolo Bonelli

Arduino, LoRa e la difesa dell'ambiente

Rilevare e trasmettere dati in ambiente esterno

SANDIT

Coloriti!

Gianluca Depalma

SERRA CON ARDUINO

REALIZZAZIONE DELL' IMPIANTO DI GESTIONE DI UNA SERRA CON ARDUINO

SANDIT

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



Perché un Dispositivo Fieldbus Richiede un S.O. Real-Time?

di Andreas Karlsson

RT Labs

La vita si muove in tempo reale, così pure i vostri sistemi embedded industriali!

Le reti di bus di campo industriali (Profibus, EtherCAT, ecc.) sono ampiamente utilizzate nelle fabbriche per trasmettere informazioni tra dispositivi di campo, come sensori e attuatori, e il controllore logico programmabile che monitora il processo. Ad oggi, i dispositivi Fieldbus sono sistemi embedded che includono un'unità a microcontrollore (MCU), la quale gestisce il flusso di dati bidirezionale da e verso il dispositivo.

Ciò avviene attraverso l'esecuzione di un programma che gira su un sistema operativo (SO) come Windows, Linux e Android, ovvero sistemi operativi generici utilizzati nei dispositivi di uso quotidiano come desktop computer, smartphone e laptop. Tuttavia, questi SO sono progettati per eseguire bene

molte attività diverse in situazioni nelle quali il generarsi di un leggero ritardo è quasi impercettibile per l'utente e ha un impatto limitato sulle prestazioni del sistema.

Negli ambienti industriali, di contro, ritardi anche minimi nell'esecuzione di un programma utilizzato per controllare una macchina o un robot (Figura 1) possono avere risultati catastrofici, il che significa che è necessario un sistema operativo diverso, ossia un sistema operativo in tempo reale (RTOS). Inoltre, dal momento che viene delegata sempre più autonomia ai dispositivi "all'edge di rete" - i quali iniziano a svolgere attività come l'apprendimento

automatico e a utilizzare l'intelligenza artificiale - la caratteristica del real-time sta diventando sempre più importante. L'articolo che segue presenta alcuni scenari che illustrano questo requisito, prima di discutere le differenze tra il funzionamento di un sistema operativo generico e di un RTOS. Infine, offriamo un RTOS particolarmente adatto per i sistemi embedded che adottano un approccio innovativo basato su software per eseguire i protocolli Fieldbus.

DOVE IL RITARDO È INTOLLERABILE

I sistemi operativi in tempo reale sono stati progettati per due classi generali di applicazioni: la risposta agli eventi e il controllo ad anello chiuso. Un esempio

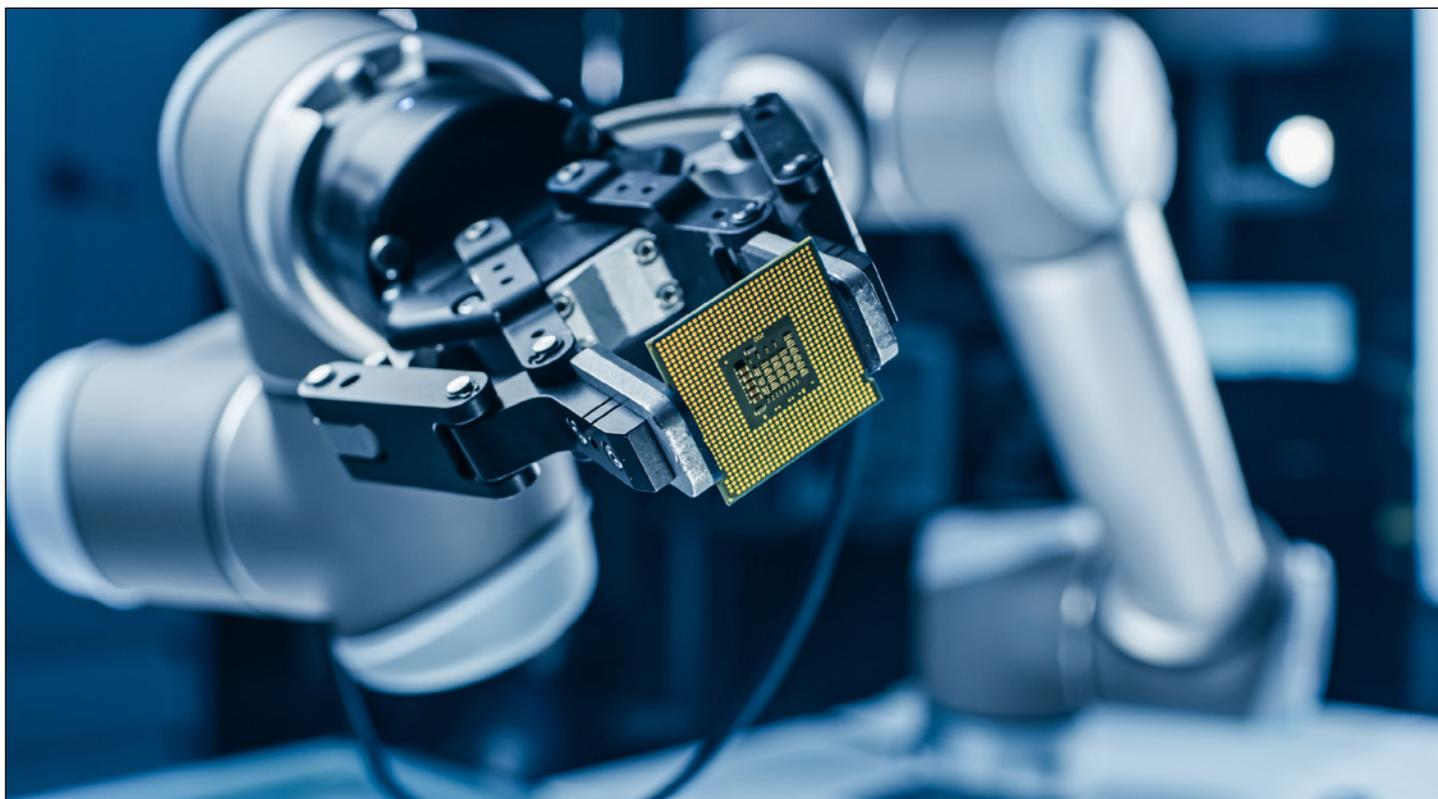


Figura 1: Un RTOS è fondamentale per l'impiego di dispositivi intelligenti all'edge di rete.



di applicazione di controllo ad anello chiuso è una macchina utensile a controllo numerico computerizzato (CNC) che riceve ingressi in tempo reale da sensori che monitorano la posizione di un utensile da taglio. Questi input vengono quindi utilizzati per determinare la posizione successiva dell'utensile adiacente sulla testa di taglio, per produrre il profilo desiderato.

In questa applicazione è necessario che il sistema esegua continuamente i calcoli della traiettoria, aggiornando anche la posizione del motore a una velocità di diversi kilohertz. Qualsiasi ritardo tra ingresso e uscita creerà un profilo errato, con la conseguente produzione di un oggetto difettoso, lo sfrido delle materie prime e la indispensabile ripetizione del processo (con i relativi costi e ritardi).

Sulle linee di produzione in cui gli esseri umani interagiscono direttamente con le macchinari robotizzati, i sistemi di sicurezza sono progettati per garantire che se un operatore, accidentalmente (o meno), entra in contatto improprio con una macchina, questa si fermi all'istante. Qualsiasi ritardo nello spegnimento dell'apparecchiatura potrebbe causare gravi lesioni all'operatore o conseguenze ancora più tragiche. Questi esempi illustrano gli effetti potenziali del ritardo nei sistemi embedded industriali.

RTOS: UN PO' DI TERMINOLOGIA

Gli RTOS sono classificati come "hard" o "soft". Un RTOS che garantisce un tempo di funzionamento massimo è chiamato 'hard', e costituisce un requisito nelle applicazioni critiche per la sicurezza. Un RTOS che esegue operazioni entro un intervallo di tempo spe-

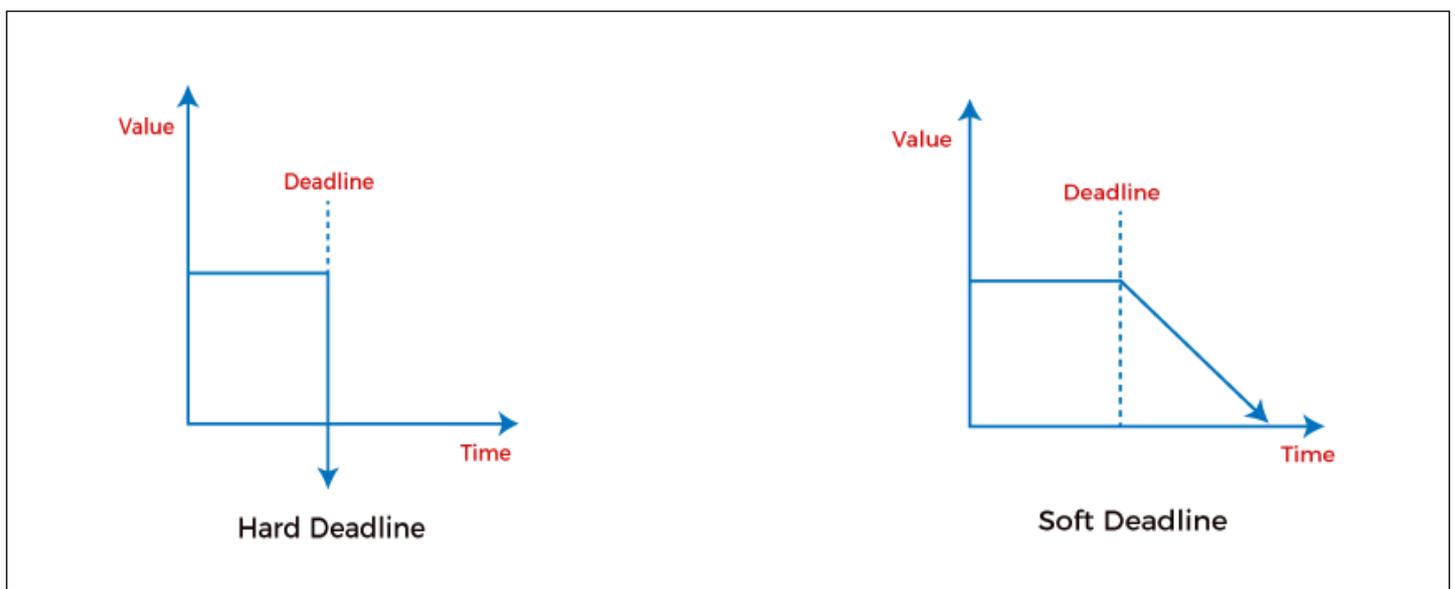


Figura 2: Differenze nei tempi di risposta di RTOS di tipo "hard" o "soft".

cifico (in diverse centinaia di millisecondi) è chiamato "soft", e può essere utilizzato in applicazioni meno critiche. Il determinismo è la caratteristica utilizzata per confrontare le prestazioni degli RTOS: un'applicazione è definita deterministica se è possibile garantirne le temporizzazioni (entro un margine di errore ben definito). La distorsione si riferisce alla quantità di errore nel tempo impiegato per eseguire un'operazione (misurato su esecuzioni ripetute di un programma o di un ciclo).

Un RTOS è in genere ottimizzato per avere una bassa distorsione se programmato correttamente, il che significa che un'operazione richiede quasi la stessa quantità di tempo ogni volta che viene eseguita. I sistemi operativi in tempo reale ottengono ciò fornendo ai programmatori un elevato grado di controllo sulla definizione delle priorità delle attività e controllando il rispetto delle scadenze per le operazioni essenziali.

PERCHÉ UN SISTEMA OPERATIVO GENERICO NON È ALL'ALTEZZA DEL LAVORO

Il problema con l'utilizzo di un sistema operativo generico (come Windows) è che non sempre segue rigorosamente le priorità pre-programmate. Non es-

sendo ottimizzato per eseguire diverse applicazioni e processi contemporaneamente, in genere opera per assicurare che per tutte le attività sia allocata almeno una certa quantità di tempo di elaborazione. Di conseguenza, le attività con priorità più bassa possono, in alcuni casi, avere una priorità superiore rispetto ad altre attività con priorità più alta, e ciò fa sì che, mentre ogni attività riceve una certa quantità di tempo di esecuzione, il programma non viene sempre eseguito nella sequenza esatta. Per contro, un RTOS rispetta sempre le priorità pre-programmate.

Ad esempio, se un'attività con priorità alta utilizza il 100% delle risorse di elaborazione disponibili, le attività con priorità più bassa non possono essere eseguite fino al completamento dell'attività con priorità più alta. Pertanto, i progettisti di sistemi in tempo reale devono programmare attentamente

Questo è solo un estratto dell'articolo.

Per continuare la lettura,

viene 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?

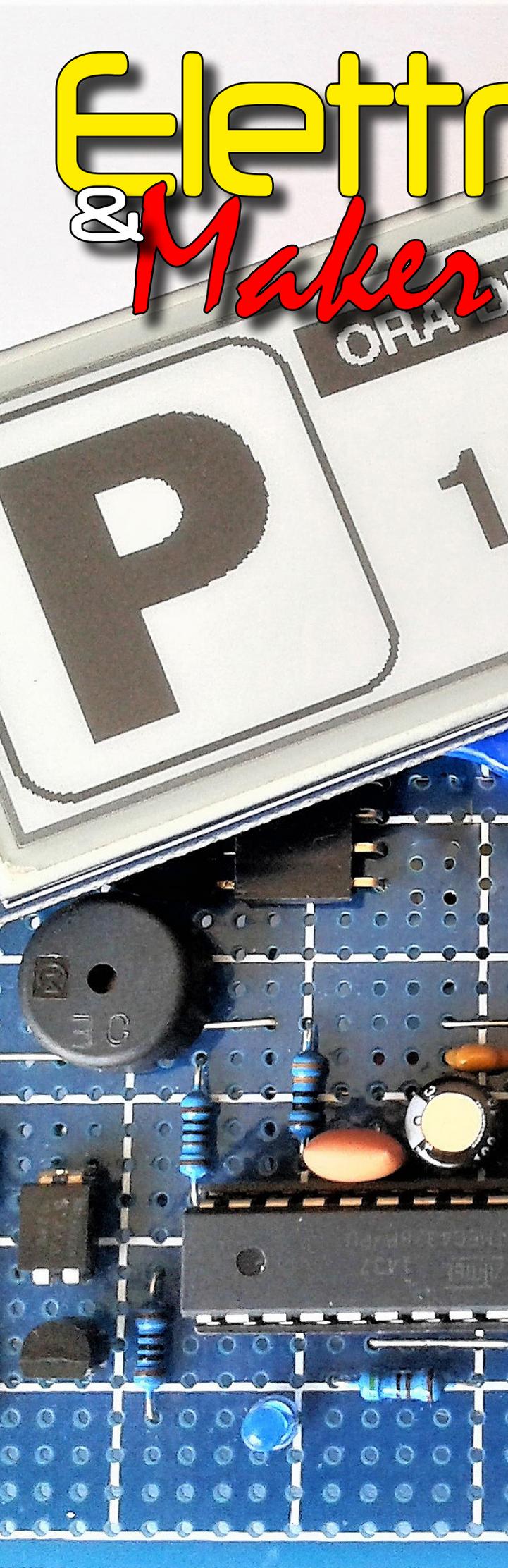
Scrivi a

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

Alfred Rosenkränzer

Clemens Valens

Giovanni Carrera

Antonello Della Pia

Cristian Ionescu-Catrina

Microchip Technology

Andreas Karlsson

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 2022

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.