

Test&Measurements Connectors



IN QUESTO NUMERO:

- RIDUZIONE DEL RUMORE NELLE MISURE ELETTRONICHE**
- MISURARE LA CORRENTE ALTERNATA E CONTINUA CON IL SENSORE
DI CORRENTE AD EFFETTO HALL ACS712 E ARDUINO**
- CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 33**
- E MOLTI ALTRI ARTICOLI E PROGETTI!**

COSA LEGGERAI NEL 2025?***TOPICS******MAKERS ZONE******DATA DI PUBBLICAZIONE***

PCB Design

Power Management

1 Febbraio

Embedded

Microcontrollers

1 Marzo

Automotive

Sensors

1 Aprile

Artificial Intelligence

Edge AI

1 Maggio

Raspberry Pi

Wearable Projects

1 Giugno

Wireless/RF

Retrogaming

1 Luglio

Arduino

Open Source Projects

1 Settembre

IoT

Smart Monitoring

1 Ottobre

Industry 4.0

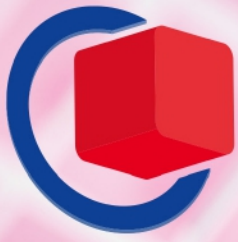
Automation Projects

1 Novembre

Test&Measurements

Connectors

1 Dicembre



embeddedworld

Exhibition & Conference



CONNECTING THE

EMBEDDED COMMUNITY

10 – 12.3.2026

NUREMBERG, GERMANY

Redeem your
ticket voucher
GG4ew26 now!



embedded-world.de/en/codes

Media partners

elektroniknet.de

Markt&Technik
DIE UNABHÄNGIGE MEDIENGESELLSCHAFT FÜR ELEKTRONIK

Elektronik

Elektronik
automotive

Elektronik
•medical

 NÜRNBERG
MESSE

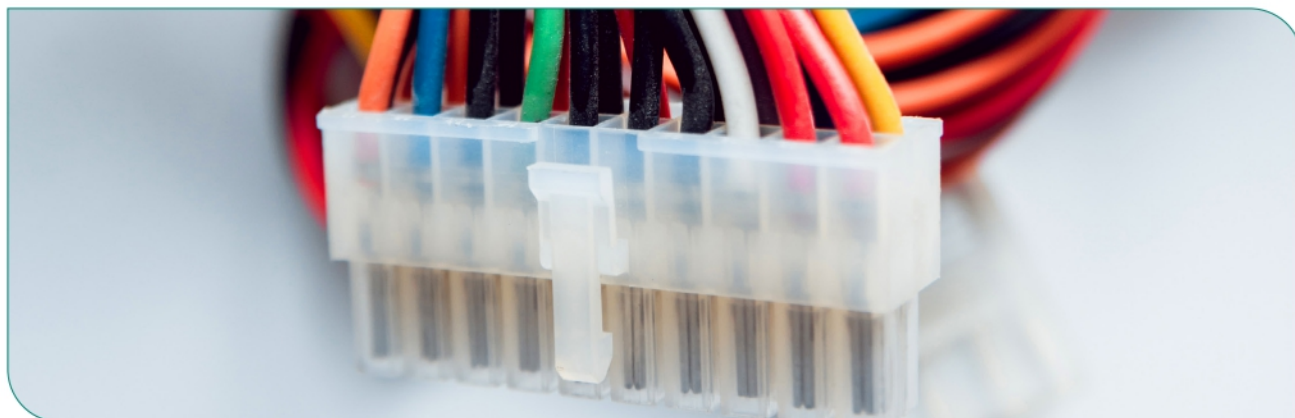
Misurare, connettere, innovare

Cari lettori, questo numero della rivista **Firmware 2.0** chiude simbolicamente un anno di evoluzioni nel mondo dell'elettronica e delle tecnologie innovative. Con il numero di dicembre 2025 ci avviciniamo anche alla conclusione di un anno editoriale ricco di contenuti, progetti e collaborazioni. Il tema **Test & Measurements - Connectors** ci offre l'occasione per riflettere su due ambiti fondamentali e sempre più interconnessi: gli strumenti di misura ed i connettori. Nell'elettronica moderna gli strumenti di test e misura non sono più considerati come semplici accessori di laboratorio, ma veri e propri componenti del processo di progettazione in cui l'accuratezza, la velocità e la capacità di integrazione con sistemi digitali avanzati stanno **cambiando il concetto stesso di misurazione**. Oggi, il mercato si muove verso dispositivi intelligenti, connessi e modulari, capaci di dialogare con piattaforme cloud e software di analisi basati su Intelligenza Artificiale. L'obiettivo va ben oltre la misura stessa, occorre saper interpretare i dati in tempo reale trasformandoli in informazione, e l'informazione in decisione. Secondo le più recenti analisi di mercato, il settore globale Test & Measurements sta crescendo con un tasso annuo superiore al 6%, spinto soprattutto dalle applicazioni in ambito automotive, telecomunicazioni, IoT e semiconduttori. Le aziende investono in soluzioni scalabili e digital twin, strumenti in grado di ridurre i tempi di sviluppo e migliorare la qualità del prodotto finale, per dare vita ad una rivoluzione silenziosa ma profonda che sposta il baricentro **dalla semplice verifica alla progettazione predittiva**. Accanto a questi sviluppi, si afferma un altro protagonista dell'innovazione elettronica, il connettore industriale, elemento spesso sottovalutato. L'industria chiede connessioni più robuste, sicure e intelligenti, in grado di sostenere ambienti estremi e trasmettere potenza, dati e segnali diagnostici. Il futuro dei connettori si muove verso soluzioni ibride, miniaturizzate e modulari, attraverso interfacce standardizzate e compatibili con i più diffusi protocolli di comunicazione industriale. **L'espansione del mercato dei connettori testimonia quanto la connettività fisica resti un punto chiave anche nell'era della digitalizzazione totale**. Termina in queste pagine il corso di elettronica per ragazzi, che ha accompagnato molti giovani lettori nei primi passi nel mondo dei circuiti, e per il **2026 Firmware 2.0** si prepara ad una nuova fase: **un nuovissimo corso di elettronica applicata a puntate**, pensato per professionisti, makers e tecnici che vogliono approfondire la progettazione reale dall'idea al prototipo. Sarà un percorso pratico, interattivo e ricco di esempi concreti, in linea con la nostra missione di divulgare conoscenza tecnica utilizzando un linguaggio chiaro, moderno e professionale. Restate connessi nella community di Elettronica Open Source, perché il futuro dell'elettronica è ancora tutto da scrivere.

Buona lettura!

Giordana Francesca Brescia

Test&Measurements Connectors



Founder&Editor
Emanuele Bonanni

CFO
Lidia Balica

Editorial Assistant
Maria Pisani

Maker in Chief
Giordana Francesca Brescia

Advertising & Marketing
Cristian Balica
cristian@contangosl.com

Graphic Designer
Marilde Mirra

Circulation
Users - 148.967
Social Network - 130.564

© Copyright

Tutti i diritti di riproduzione o di traduzione degli articoli pubblicati sono riservati. Manoscritti e disegni sono di proprietà di Contango SL.

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.

EDITORIALE

MISURARE, CONNETTERE, INNOVARE

3

QUALI SONO I SETTORI TRAINANTI PER IL MERCATO DEI CONNETTORI?

5

MISURARE UNA GRANDEZZA FISICA, DAL MONDO REALE AL BIT

7

L'EVOLUZIONE DEL MERCATO TEST & MEASUREMENTS

9

IN CHE MODO LE TECNOLOGIE DI TEST & MEASUREMENTS GUIDANO IL CONTROLLO QUALITÀ

11

CONNETTORI DI ULTIMA GENERAZIONE - ANALISI DELLE SOLUZIONI PIÙ EFFICIENTI DI TE CONNECTIVITY

16

RIDUZIONE DEL RUMORE NELLE MISURE ELETTRONICHE

19

I CONNETTORI DI FOXCONN INTERCONNECT TECHNOLOGY TRA INNOVAZIONE E APPLICAZIONI

21

GLI ERRORI PIÙ COMUNI NELLA PROGETTAZIONE DI SISTEMI DI MISURA

22

MISURARE LA CORRENTE ALTERNATA E CONTINUA CON IL SENSORE DI CORRENTE AD EFFETTO HALL ACS712 E ARDUINO

24

INNOVAZIONE, AFFIDABILITÀ ED ECCELLENZA TECNOLOGICA DEI CONNETTORI AMPHENOL

31

CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 33

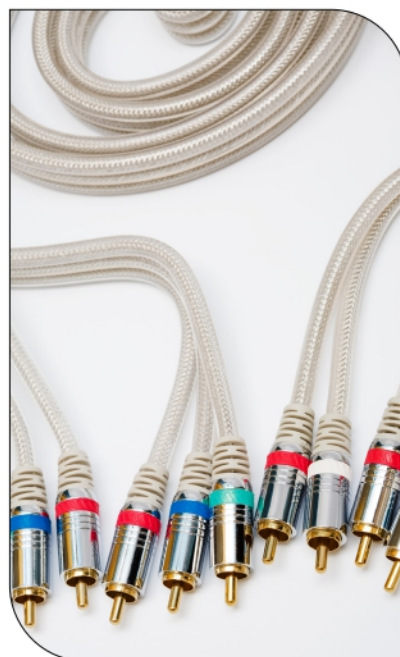
33

SOLUZIONI DI CONNETTORI MOLEX PER APPLICAZIONI INDUSTRIALI

39

MATERIALI PIEZOELETTRICI E NANOTECNOLOGIE PER LA MISURA DEL FUTURO

41



RIDUZIONE DEL RUMORE NELLE MISURE ELETTRONICHE

di Redazione

Il rumore elettronico è uno dei principali ostacoli nella misura accurata dei segnali. Comprendere le sue origini, i meccanismi di propagazione e le tecniche per attenuarlo è fondamentale per ottenere dati affidabili nella progettazione di qualsiasi sistema di misura ad alta precisione. Filtri, schermature e media digitale sono gli strumenti principali per migliorare la qualità delle misurazioni. In questo articolo approfondiamo le tecniche più efficaci per ridurre il rumore nelle misure elettroniche, e analizziamo principi di funzionamento, applicazioni pratiche e limiti operativi di ciascun approccio.

INTRODUZIONE

La precisione delle misure è fondamentale per settori come la sensoristica, la metrologia e la ricerca scientifica. Diventa pertanto necessario saper padroneggiare le tecniche di riduzione del rumore, poiché la capacità di distinguere il segnale utile dal rumore di fondo è una condizione essenziale per la validità e la riproducibilità dei **risultati sperimentali**. Dobbiamo considerare un dato di fatto, ovvero che **ogni misura elettronica è influenzata dal rumore**, un insieme di **segnali indesiderati** che si sovrappongono al segnale utile e ne compromettono l'accuratezza. Le prestazioni dei sistemi elettronici dipendono fortemente dalla precisione dei dati acquisiti, ragion per cui la riduzione del rumore diventa un obiettivo imprescindibile nella progettazione. I fenomeni di disturbo possono avere origine interna, come il rumore termico o di giunzione nei semiconduttori, o esterna, come l'interferenza elettromagnetica proveniente da linee di alimentazione o dispositivi vicini; l'effetto complessivo di queste sorgenti si manifesta come fluttuazioni casuali nella tensione o nella corrente, che limitano la risoluzione e la sensibilità degli strumenti di misura. E' quindi necessario comprendere la natura fisica e statistica del rumore per ridurlo in modo efficace. Le strategie di mitigazione spaziano dal filtraggio analogico e digitale alla schermatura dei segnali, fino all'uso di algoritmi di media.

ORIGINI E CARATTERISTICHE DEL RUMORE ELETTRONICO

Il rumore in un sistema elettronico può derivare da una moltitudine di sorgenti, ciascuna con caratteristiche spettrali e statistiche specifiche. Il **rumore termico**, o di Johnson-Nyquist, è generato dall'**agitazione termica degli elettroni** nei conduttori e si manifesta come una tensione casuale proporzionale alla temperatura assoluta e alla resistenza elettrica. A differenza di altre forme di disturbo, questo tipo di rumore è inevitabile e

può essere ridotto solo abbassando la temperatura o minimizzando le resistenze nel circuito. C'è anche un'altra categoria, rappresentata dal **rumore di tipo shot**, legato al passaggio discreto delle cariche elettriche attraverso una barriera di potenziale, come nei diodi o nei transistor bipolari. Vi è poi il rumore $1/f$, o flicker noise, predominante alle basse frequenze e spesso associato a difetti nei **materiali semiconduttori** o nei contatti elettrici. Oltre a questi fenomeni intrinseci, il sistema può subire disturbi elettromagnetici esterni, generati da motori, alimentatori switching o trasmissioni radio; le interferenze si accoppiano con il segnale utile tramite percorsi capacitivi, induttivi o conduttivi, e la loro attenuazione richiede una combinazione di tecniche circuitali e fisiche. E' qui che entra in gioco l'analisi dello spettro di potenza del segnale e l'identificazione delle bande di frequenza in cui il rumore è dominante.

FILTRAGGIO ANALOGICO E DIGITALE

Il filtraggio è una delle strategie più efficaci per ridurre il rumore poiché consente di limitare la banda passante del sistema e attenuare le componenti indesiderate. Nei sistemi analogici, i filtri RC, LC o attivi con amplificatori operazionali vengono progettati per lasciare passare solo la banda di frequenze di interesse. Un filtro **passa-basso**, ad esempio, può eliminare il rumore ad alta frequenza generato da interferenze radiate, mentre un **passa-banda** può isolare un segnale sinusoidale di frequenza nota. Va considerato, però, che il filtraggio analogico introduce inevitabilmente fasi di ritardo e distorsioni di ampiezza, che devono essere valutate con attenzione per non alterare la forma del segnale utile. Con l'avvento dell'elaborazione numerica, il filtraggio digitale è diventato un potente complemento grazie alla flessibilità nel disegno di filtri FIR (**Finite Impulse Response**) e IIR (**Infinite Impulse Response**). I filtri digitali permettono una risposta in frequenza estremamente controllata e possono essere implementati diret-

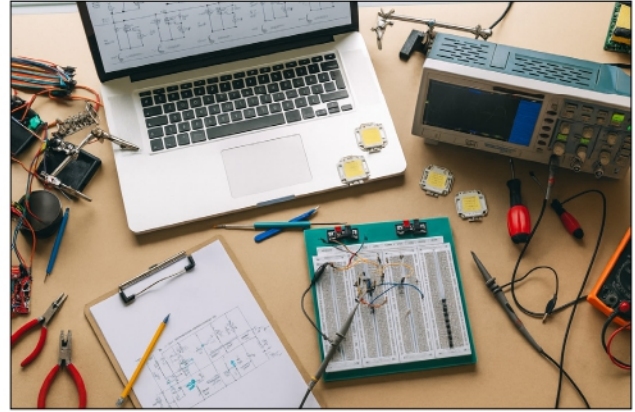
tamente in microcontrollori o **DSP**. Inoltre, è possibile combinare filtraggio adattivo e tecniche di analisi spettrale per distinguere dinamicamente tra segnale e rumore. Infine, bisogna tenere conto che la progettazione di un sistema ibrido, che unisce un primo filtraggio analogico per evitare aliasing e un secondo filtraggio digitale per la pulizia fine del segnale, è spesso la soluzione più efficace nelle applicazioni metrologiche di precisione.

SCHERMATURE E MESSA A TERRA

Oltre ai filtri, una funzione centrale nella riduzione del rumore è svolta dalle schermature elettromagnetiche e da una corretta gestione della messa a terra. Ogni conduttore può comportarsi come un'antenna, captando o irradiando segnali indesiderati, per questo è essenziale confinare i campi elettrici e magnetici indesiderati. Le schermature si basano su involucri metallici o materiali conduttivi che creano una barriera fisica tra il circuito sensibile e le sorgenti di interferenza. Una gabbia di Faraday, per esempio, è efficace nel bloccare i campi elettrici, mentre i materiali ad alta permeabilità magnetica vengono impiegati per schermare i campi magnetici a bassa frequenza, tuttavia, l'efficacia di una schermatura dipende fortemente dalla continuità elettrica e dal corretto collegamento a terra; un collegamento improprio può introdurre correnti di ritorno o loop di massa che amplificano il rumore anziché ridurlo, mentre l'uso di topologie di massa a stella, dove tutti i ritorni convergono in un unico punto, minimizza queste problematiche. Anche la disposizione fisica dei cavi, la torsione dei conduttori e l'uso di coppie schermate contribuiscono notevolmente alla riduzione dei disturbi. In ambienti industriali o di laboratorio, una corretta combinazione di schermatura, filtraggio e layout del circuito è spesso l'unico modo per ottenere misure affidabili e ripetibili nel tempo.

MEDIA DIGITALE E TECNICHE DI ELABORAZIONE STATISTICA

QUELLO CHE HAI LETTO E' UN ESTRATTO, L'ARTICOLO COMPLETO E' RISERVATO AGLI ABBONATI AD ELETTRONICA OPEN SOURCE.



sistematico o di deriva, è necessario applicare metodi più avanzati come la media pesata, la regressione polinomiale o i filtri di Kalman, capaci di stimare il valore vero del segnale sulla base di modelli statistici. L'elaborazione nel dominio della frequenza, tramite **trasformate di Fourier**, consente inoltre di identificare e rimuovere componenti periodiche indesiderate. Spesso, soprattutto quando ci si trova in contesti sperimentali, la combinazione tra hardware a basso rumore e post-elaborazione digitale diventa una strategia vincente dal momento che consente di ottenere risultati di alta qualità senza incrementare la complessità circuitale. Come consiglio finale, è essenziale ricordare che **la media non elimina la necessità di un buon progetto elettronico**, serve piuttosto come strumento di rifinitura per massimizzare la qualità dei dati già filtrati e schermati.


CONCLUSIONI

La riduzione del rumore nelle misure elettroniche non può essere ottenuta con un'unica tecnica, bensì richiede un approccio integrato che combini progettazione circuitale, controllo ambientale ed elaborazione numerica. Il filtraggio, analogico o digitale che sia, agisce selettivamente sulle frequenze indesiderate; la schermatura e la corretta messa a terra proteggono il sistema dalle interferenze esterne; infine, la media digitale e le tec-

PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?

UN ANNO DI **FIRMWARE 2.0**
TUTTI GLI ARTICOLI TECNICI RISERVATI
CONTEST E PROMOZIONI RISERVATI



 **VOGLIO ABBONARMI!**

MISURARE LA CORRENTE ALTERNATA E CONTINUA CON IL SENSORE DI CORRENTE AD EFFETTO HALL ACS712 E ARDUINO

di Fulvio De Santis

In questo articolo, presentiamo un progetto per misurare la corrente continua utilizzando il sensore ad effetto Hall ACS712 e Arduino. L'ACS712 è un sensore di corrente economico ed efficace per il rilevamento della corrente in applicazioni industriali, nel settore energetico e nelle comunicazioni. Per dimostrare l'ottima funzionalità e la precisione di misurazione, l'ACS712 si interfaccerà con Arduino e si potrà visualizzare il valore misurato della corrente su un display LCD.

INTRODUZIONE - IL SENSORE DI CORRENTE AD EFFETTO HALL ACS712

La misurazione della corrente alternata e continua ha molte applicazioni, come nella protezione dei sistemi di alimentazione. Le tecniche di misurazione della corrente alternata vengono utilizzate per misurare la corrente di sovraccarico a protezione di trasformatori e generatori. Ad esempio, si può realizzare un'applicazione per monitorare lo stato di un trasformatore, anche tramite piattaforme IoT, che utilizzano questa tecnica di misurazione della corrente alternata. Analogamente, si possono progettare circuiti di misura della corrente alternata o continua per realizzare contatori di potenza alternata o contatori di energia. L'ACS712 viene utilizzato anche nella misurazione della corrente dei

motori a induzione trifase per il controllo automatico a retroazione.

La **Figura 1** mostra il modulo ACS712 con la denominazione dei pin. A fianco del modulo è riportato lo schema applicativo semplificato del chip ACS712 integrato nel modulo.

In riferimento allo schema applicativo di **Figura 1**, l'ACS712 presenta sul pin VOUT un segnale analogico (una tensione) variabile linearmente proporzionale alla corrente alternata o continua rilevata ai pin IP+ e IP-, sia unidirezionale che bidirezionale, entro l'intervallo specificato dal datasheet. Il condensatore CF è consigliato per ridurre il rumore; il suo valore viene scelto in fun-

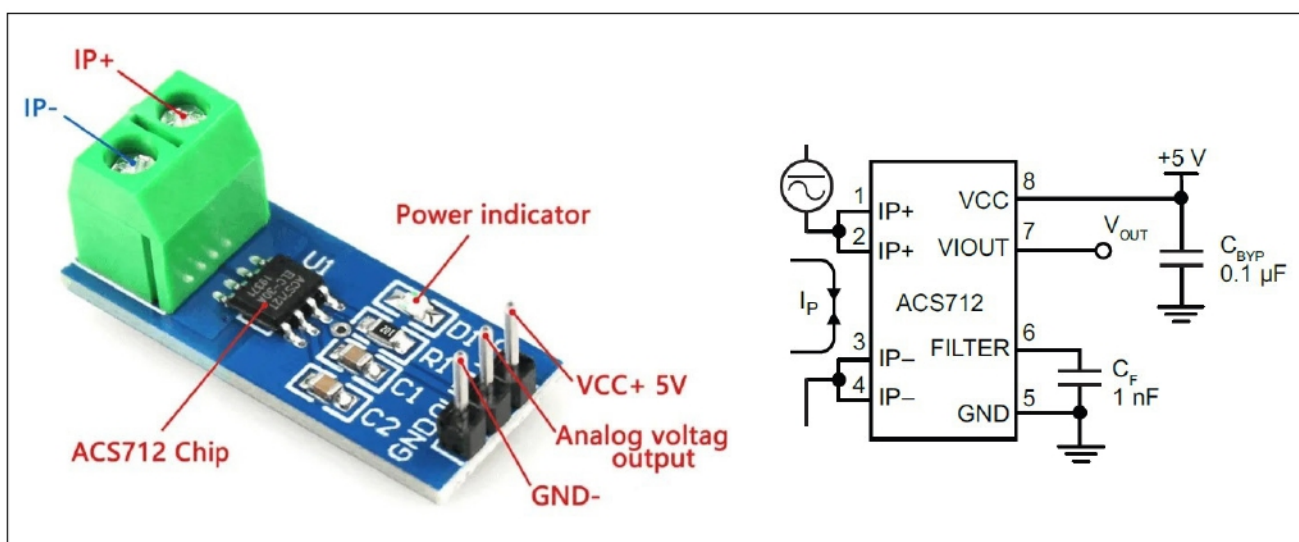


Figura 1: Modulo ACS712 con schema applicativo semplificato

Part Number	Packing*	T _A (°C)	Optimized Range, I _P (A)	Sensitivity, Sens (Typ) (mV/A)
ACS712ELCTR-05B-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±5	185
ACS712ELCTR-20A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±20	100
ACS712ELCTR-30A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±30	66

Figura 2: Modelli di chip ACS712

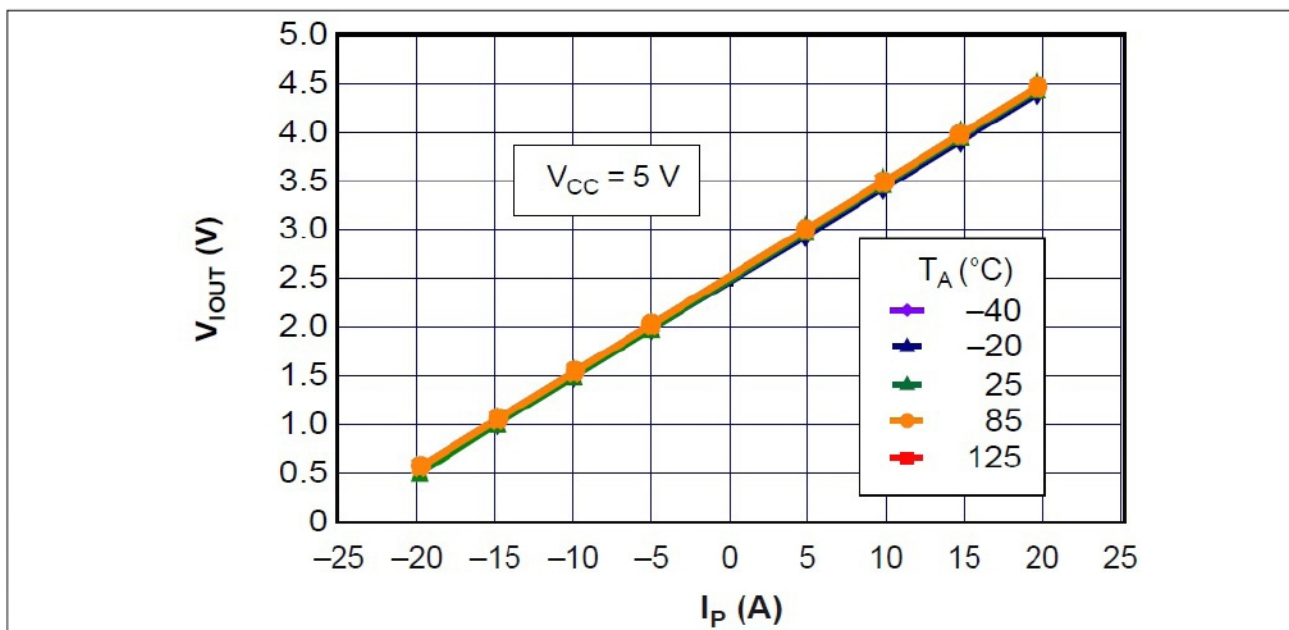


Figura 3: Grafico della tensione di uscita in funzione della corrente di ingresso dell'ACS da 20 A

zione dell'applicazione. Il modulo ACS712 è un sensore di corrente ad effetto Hall di tipo lineare basato sul chip ACS712 prodotto da Allegro MicroSystems. Presenta funzionalità di cancellazione del rumore e un tempo di risposta molto elevato. L'errore di uscita è di circa 1,5%, ma può essere gestito con una programmazione intelligente.

L'uscita del sensore ha una pendenza positiva quando una corrente positiva entra attraverso il sensore di

TIPI DI SENSORI DI CORRENTE ACS712

Nella tabella di **Figura 2** sono elencati i tre modelli di chip ACS712 distinti in base alla corrente massima misurabile, ±5 A, ±20 A e 30 A, e alla sensibilità espressa in mV/A.

Il modulo ACS712 che utilizzeremo in questa dimostrazione, integra il chip ACS712ELCTR-20A-T in grado di misurare correnti fino a ±20 Ampere con una sensibilità di 100mV/A. Quindi, questo chip può misurare correnti

QUELLO CHE HAI LETTO E' UN ESTRATTO, L'ARTICOLO COMPLETO E' RISERVATO AGLI ABBONATI AD ELETTRONICA OPEN SOURCE.

PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?

**UN ANNO DI FIRMWARE 2.0
TUTTI GLI ARTICOLI TECNICI RISERVATI
CONTEST E PROMOZIONI RISERVATI**



VOGLIO ABBONARMI!

CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI – PUNTATA 33

di Fulvio De Santis

Con questa puntata termina il Corso di Elettronica per ragazzi. Dedicheremo questo articolo al transistor utilizzato come interruttore, analizzando il suo funzionamento in saturazione e in interdizione. Inoltre, eseguiremo un'esercitazione teorica con un circuito in cui il transistor viene polarizzato per funzionare in saturazione.

INTRODUZIONE - IL TRANSISTOR INTERRUTTORE

I transistor bipolari a giunzione (noti anche come **BJT**) possono essere utilizzati come amplificatori, filtri, raddrizzatori, oscillatori o persino interruttori. Il transistor funzionerà come amplificatore o altro circuito lineare se polarizzato per funzionare nella zona attiva, mentre può essere utilizzato come interruttore se polarizzato per funzionare in saturazione o in interdizione. Poiché la corrente di collettore di un transistor è limitata proporzionalmente dalla sua corrente di base, può essere utilizzato come una sorta di interruttore controllato in corrente. Un flusso relativamente piccolo di elettroni inviato attraverso la base del transistor ha la capacità di esercitare il controllo su un flusso di elettroni molto più ampio attraverso il collettore. Di seguito, ecco un esempio di utilizzo di un BJT come interruttore. Supponiamo di avere una lampada che vogliamo accendere e spegnere con un interruttore. Un circuito del genere sarebbe estremamente semplice, come mostrato nella **Figura 1a**.

A titolo esemplificativo, inseriamo un transistor al po-

sto dell'interruttore per mostrare come può controllare il flusso di corrente attraverso la lampada. Ricordiamo che la corrente controllata, attraversa un transistor tra il collettore e l'emettitore. Poiché è la corrente che attraversa la lampada che vogliamo controllare, dobbiamo posizionare il collettore e l'emettitore del transistor dove si trovavano i due contatti dell'interruttore. Dobbiamo anche assicurarci che la corrente della lampada scorra nella direzione indicata dalla freccia sull'emettitore per garantire che la polarizzazione della giunzione del transistor sia corretta, ad esempio, utilizzando un transistor NPN, come indicato nella **Figura 1b**.

Per questo scopo si sarebbe potuto anche scegliere un transistor PNP. La sua applicazione è mostrata nella **Figura 1c**. Si noti che in **Figura 1b** e in **Figura 1c** la polarità della tensione ai terminali della batteria è invertita per rispettare la corretta polarizzazione del transistor NPN e PNP.

La scelta tra NPN e PNP è in realtà arbitraria. Ciò che conta è che vengano mantenute le corrette direzioni della corrente per garantire una corretta polarizzazione

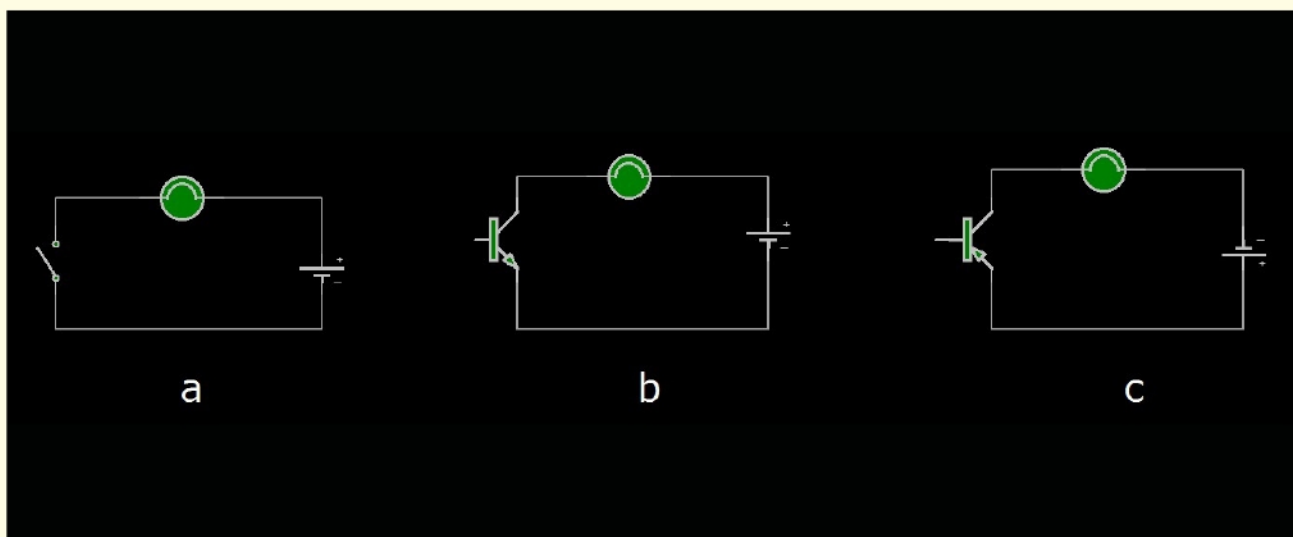


Figura 1: Interruttore tradizionale (a); interruttore con transistor NPN (b); interruttore con transistor PNP (c)

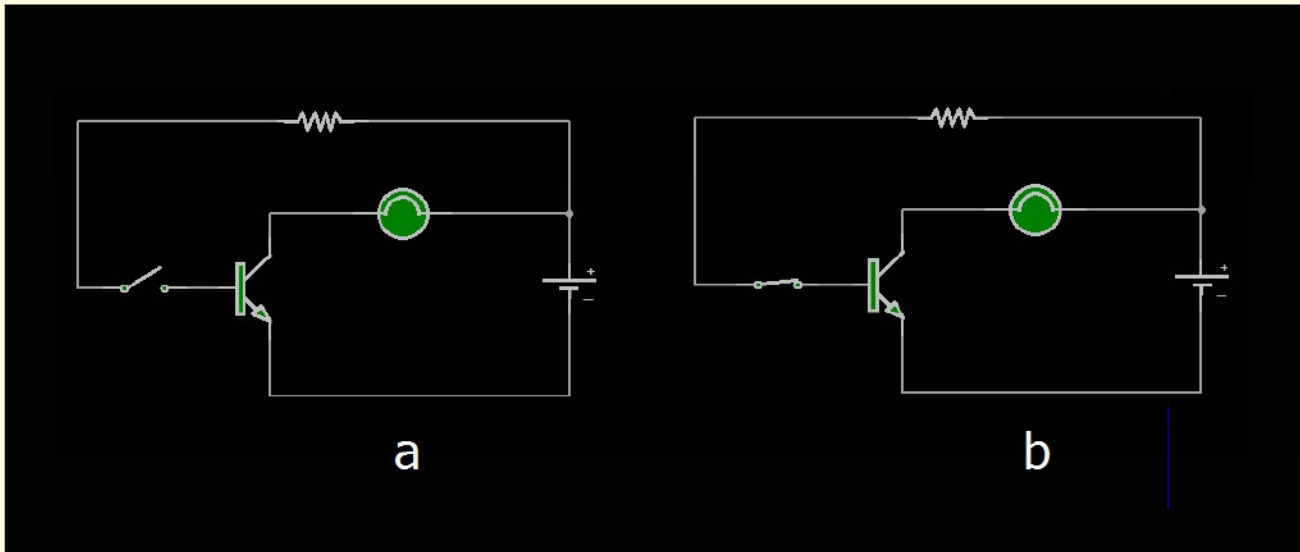


Figura 2: (a) Transistor interdetto: lampada spenta; (b) Transistor saturo: lampada accesa

della giunzione (flusso di corrente che segue la freccia del simbolo del transistor). Negli schemi di **Figura 1b** e **1c**, la base di entrambi i BJT non è collegata, la giunzione base-emettitore non è polarizzata e quindi non scorre corrente attraverso la base. Di conseguenza, il **transistor** non può accendersi. Forse la cosa più semplice da fare sarebbe collegare un interruttore tra la base e il polo positivo della batteria tramite un resistore, come nella **Figura 2a** e **Figura 2b**.

SATURAZIONE E INTERDIZIONE DEL TRANSISTOR

Se l'interruttore è aperto come in **Figura 2a**, il filo di

base del transistor rimarrà "fluttuante" (non collegato a nulla) e non sarà attraversato da corrente. In questo stato, il transistor si dice che è in interdizione. Se l'interruttore è chiuso, come in **Figura 2b**, la corrente potrà fluire dalla base all'emettitore del transistor attraverso il resistore e l'interruttore.

Se la resistenza del resistore ha un valore tale da ottenere una corrente di base sufficientemente alta, ad esempio pari a 1/10 della corrente di collettore, questa corrente di base consentirà un flusso di corrente molto più grande dal collettore all'emettitore, accendendo così la lampada. In questo stato di massima corrente del circuito, il transistor si dice che è in **saturatione**.

QUELLO CHE HAI LETTO E' UN ESTRATTO, L'ARTICOLO COMPLETO E' RISERVATO AGLI ABBONATI AD ELETTRONICA OPEN SOURCE.

PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?

UN ANNO DI **FIRMWARE 2.0**
TUTTI GLI ARTICOLI TECNICI RISERVATI
CONTEST E PROMOZIONI RISERVATI



VOGLIO ABBONARMI!

ABBONATI A

Firmware 2.0

PER AVERE **TUTTA L'ELETTRONICA
A PORTATA DI CLICK** E RESTARE SEMPRE
AGGIORNATO SULL'ELETTRONICA
EMBEDDED, I MICROCONTROLLORI E
L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA



 Elettronica Open Source

+ 150.000

REGISTERED USERS

+ 80.000 AVERAGE MONTHLY PAGEVIEWS

+ 500.000 2025 ANNUAL VISITORS

THE BIGGEST
EMBEDDED
COMMUNITY
IN ITALY

SOCIAL CONNECTIONS

f + 85.000

in + 30.000

CATEGORIES

PROFESSIONALS

53 %

ACADEMICS/STUDENTS

25 %

MAKERS/HOBBYISTS

22 %

