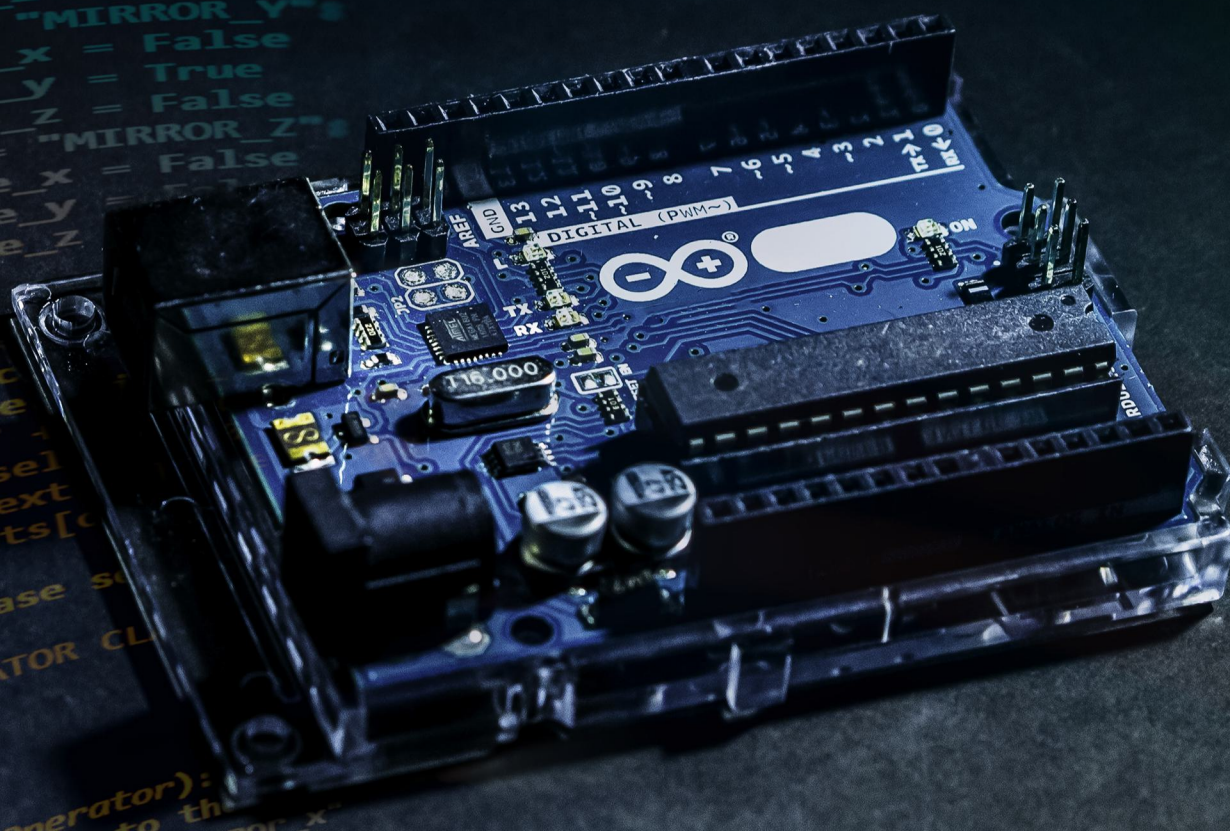


Arduino Open Source Projects



IN QUESTO NUMERO:

PROGETTO DI UN DISPOSITIVO DI MISURA ALCOLEMICA CON IL SENSORE MQ3 E ARDUINO

INVIARE SMS E CHIAMATE CON IL MODULO GSM SIM800L E ARDUINO

GUIDA TECNICA 2025 ALLE MIGLIORI PIATTAFORME OPEN SOURCE PER PROGETTI DI AI,

IOT E AUTOMAZIONE

CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 30

E MOLTI ALTRI ARTICOLI E PROGETTI!



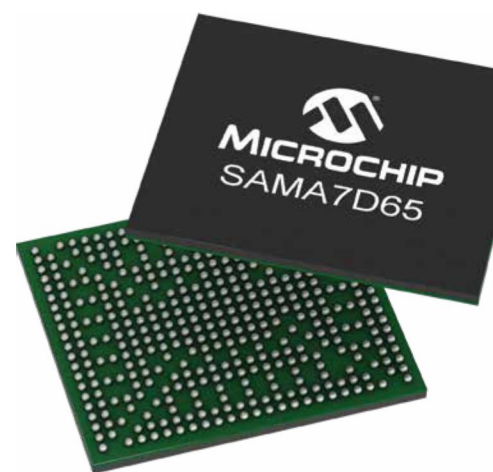
MPU SAMA7D65: Grafica Avanzata, Connettività

Grafica High-performance e connettività per applicazioni HMI

Le MPU SAMA7D65 sono progettate per applicazioni avanzate di Human-Machine Interface (HMI) e connettività, con un core Arm Cortex A7 da 1 GHz. Disponibili sia in configurazione System in Package (SiP) con 2 Gb DDR3L che in configurazione System on Chip (SoC), questi MPU offrono grafica ad alte prestazioni e funzionalità di connettività. La serie supporta Gigabit Ethernet duale con Time Sensitive Networking (TSN) per una sincronizzazione precisa e una comunicazione a bassa latenza, il che la rende ideale per i mercati industriale, medicale e trasporti. Le MPU SAMA7D65 sono supportate da Microchip Graphics Suite, MPLAB Harmony v3 e Linux, con una Curiosity Development Board disponibile per la valutazione.

Caratteristiche Salienti

- 1 GHz Arm Cortex-A7 core con grafica avanzata (LVDS, MIPI DSI, 2D GPU)
- Disponibile in configurazioni SiP con 2 Gb DDR3L e SoC
- Campioni Early System on Module (SOM) disponibili con 2Gb DDR3L 8Gb NAND
- Dual Gigabit Ethernet con supporto TSN per sistemi real-time
- Progettazione energy-efficient con memoria DDR3L a bassa tensione
- Supportato da Microchip Graphics Suite, MPLAB Harmony v3 e Linux



microchip.com/SAMAD765MPU



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 industriali appartengono ai rispettivi titolari.
© 2025 Microchip Technology Inc. Tutti i diritti riservati.
MEC2617A-ITA-06-25

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

La creatività torna protagonista con Arduino e l'open-source

Cari lettori, settembre è da sempre sinonimo di ripartenza. Dopo la pausa estiva, ci ritroviamo con nuove energie, idee fresche e una rinnovata voglia di costruire, sperimentare e innovare. Anche Firmware 2.0 torna online con il numero 56, puntuale come ogni mese, per accompagnarvi nel vostro percorso tecnico e creativo.

Il nuovo numero segna l'inizio della stagione autunnale ma anche un rientro pieno di entusiasmo verso un mondo dell'elettronica che si fa ogni giorno sempre più accessibile e condiviso. Il tema al centro di questo numero è "Arduino-Open Source Projects", un focus che rende omaggio alla **piattaforma che più di ogni altra ha democratizzato l'elettronica**, permettendo a makers, professionisti, hobbisti, docenti, studenti, ricercatori e startup di avvicinarsi alla progettazione embedded con strumenti semplici, potenti e soprattutto aperti. In un contesto globale attento alla condivisione e alla sostenibilità, l'open source è diventata la base per l'innovazione, il suo valore intrinseco è infatti dato dalla possibilità di sperimentare senza vincoli creando un ambiente più equo, trasparente e dinamico. Il concetto di open source, nato inizialmente nel mondo del software, ha trovato terreno fertile anche nell'elettronica, ne sono un esempio le numerose schede di prototipazione disponibili e gli strumenti di sviluppo condivisi liberamente con licenze che ne permettono l'uso, la modifica e la redistribuzione, un approccio che ha abbattuto le barriere tecniche ed economiche e che ha favorito la nascita di community collaborative.

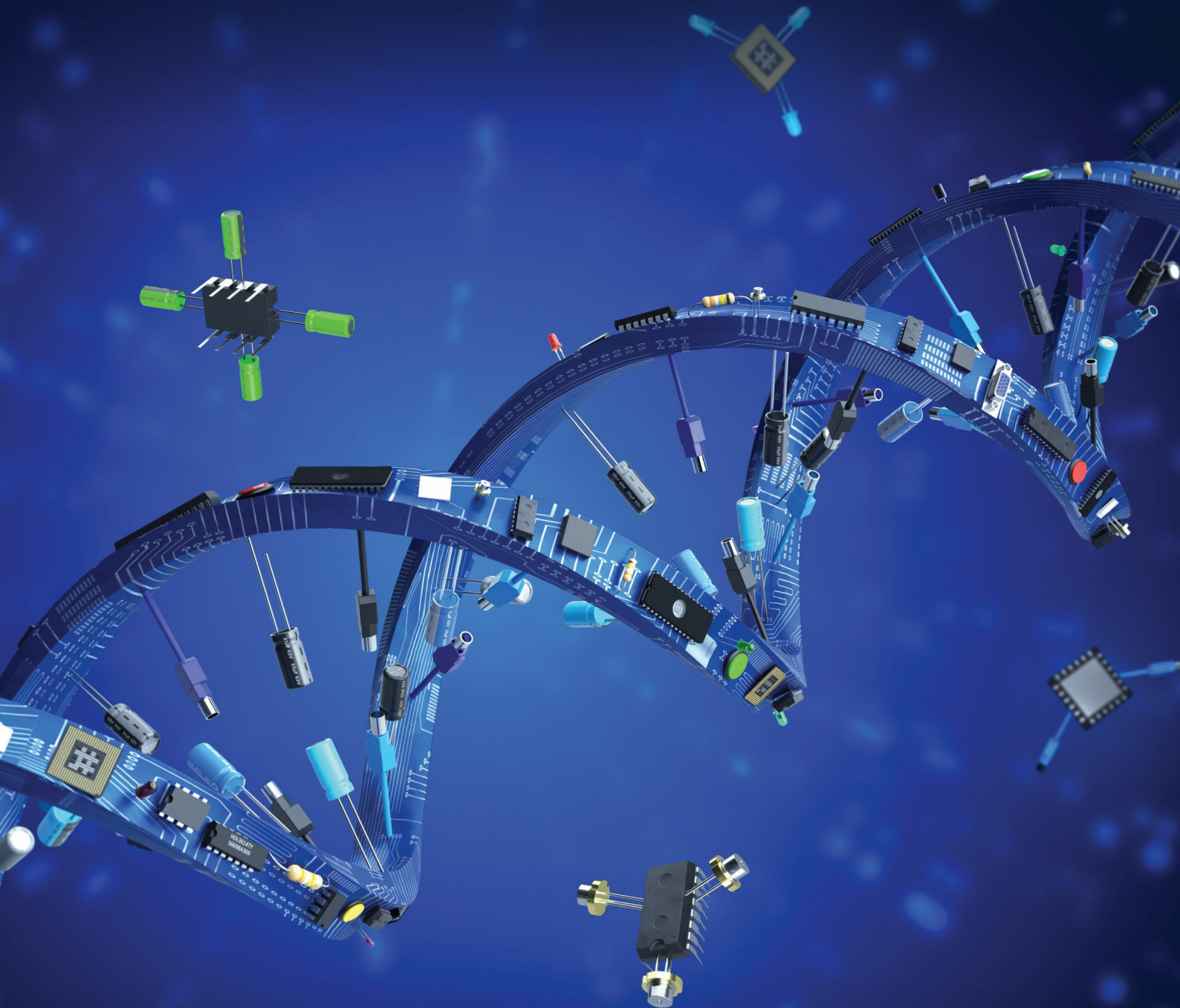
Arduino ne è il simbolo più noto, ma non è l'unico, esistono infatti microcontrollori, sistemi FPGA, strumenti EDA e interi ecosistemi nati per essere aperti e accessibili. Grazie ad una selezione di progetti innovativi, il nuovo numero di Firmware 2.0 dimostra quanto l'open source non sia soltanto un approccio tecnico ma un vero e proprio ecosistema culturale. Nella rivista non mancheranno approfondimenti di mercato per capire come Arduino stia evolvendo nel **contesto industriale**, e una nuova puntata del Corso di Elettronica per ragazzi. In un'epoca in cui la condivisione del sapere è la vera forza dell'innovazione, Elettronica Open Source continua il suo impegno editoriale per promuovere una cultura tecnica accessibile a tutti e sempre aggiornata. Che siate al rientro da una vacanza rilassante o pronti ad iniziare un nuovo progetto sul vostro banco di lavoro, vi auguriamo una stagione piena di ispirazione e sperimentazione.

Buona lettura!

Giordana Francesca Brescia

Autorizzati. Affidabili. Originali. Certificati.

I componenti base per i vostri progetti li trovate qui

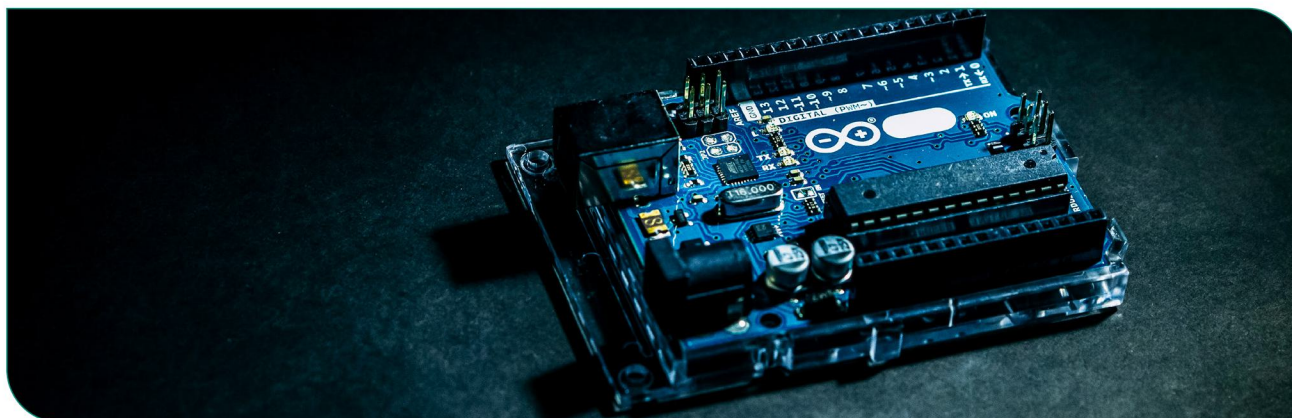


mouser.it/quality



**MOUSER
ELECTRONICS**

Arduino Open Source Projects



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 - 148.600
Social Network - 132.110

© 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

LA CREATIVITÀ TORNA
PROTAGONISTA CON
ARDUINO E L'OPEN-SOURCE

3

ARDUINO: LA RIVOLUZIONE
OPEN SOURCE MADE IN
ITALY CHE HA CAMBIATO
PER SEMPRE L'ELETTRONICA
GLOBALE

6

PROGETTO DI UN
DISPOSITIVO DI MISURA
ALCOLEMICA CON IL
SENSORE MQ3 E ARDUINO

9

LA SCHEDA A
MICROCONTROLLORE
ARDUINO AL
CENTRO DELL'INNOVAZIONE
TECNOLOGICA ACCESSIBILE

18

GIOCHIAMO A SNAKE SU
ARDUINO

20

COME NASCE UN
PROGETTO OPEN
SOURCE CON ARDUINO -
DALL'IDEA ALLA PUBBLICAZIONE
SU GITHUB

28

INVIARE SMS E CHIAMATE
CON IL MODULO GSM
SIM800L E ARDUINO

30

IN CHE MODO ARDUINO
STA IMPATTANDO
SULL'AUTOMAZIONE
INDUSTRIALE CON L'OPEN SOURCE

36

PROGETTO STEP-BY-STEP
CON ARDUINO OPTA E
PLC IDE

38

IL MERCATO GLOBALE DI
ARDUINO TRA CRESCITA,
TENDENZE E NUOVE
OPPORTUNITÀ

44

GLI ERRORI INVISIBILI
CHE DISTRUGGONO
L'AFFIDABILITÀ DI UNA
SCHEDA ELETTRONICA

46

LE 10 TECNOLOGIE
PIÙ PROMETTENTI DEL
MOMENTO

48

ARDUINO NANO R4: LA
NUOVA GENERAZIONE
A 32 BIT PER PROGETTI
EMBEDDED AD ALTE PRESTAZIONI

51

PROGETTIAMO UNA
PERIFERICA HID CON
ARDUINO

53

GUIDA TECNICA
2025 ALLE MIGLIORI
PIATTAFORME OPEN
SOURCE PER PROGETTI DI
AI, IOT E AUTOMAZIONE

58

PROGETTARE UNA
GUI CON LA LIBRERIA
ADAFRUIT GFX PER
ARDUINO

61

TUTTO QUELLO CHE C'È
DA SAPERE SUI CLONI DI
ARDUINO

69

SCOPRIAMO 3 PRATICHE
APPLICAZIONI CON LE
SCHEDE ARDUINO NICLA

71

CHATGPT COME
ASSISTENTE ALLA
SCRITTURA DEL CODICE
PER PROGETTI CON ARDUINO

77

CORSO DI ELETTRONICA
PER RAGAZZI - PUNTATA
30

83

PROGETTO DI UN DISPOSITIVO DI MISURA ALCOLEMICA CON IL SENSORE MQ3 E ARDUINO

di Fulvio De Santis

I danni causati da individui sotto l'effetto dell'alcol, possono verificarsi in molti modi e a diversi livelli, coinvolgendo anche altre persone. I danni ad altre persone dovuti al consumo di alcol possono includere lesioni intenzionali o non intenzionali, e possono colpire un intero gruppo o singoli individui, tra cui coniugi, parenti, amici, non parenti che vivono nella stessa casa, colleghi di lavoro o persino estranei. In questo articolo progettuale, descriveremo come realizzare un dispositivo in grado di rilevare il livello di alcol presente in un soggetto che si appresta a condurre un'autovettura. L'idea alla base è molto semplice: respirando vicino al sensore del dispositivo, il conducente sottoposto al test può verificare se il livello dell'alcol misurato garantisce a sè stesso e agli eventuali passeggeri di guidare un veicolo in totale sicurezza.

INTRODUZIONE

Gli studi del settore hanno dimostrato che gli incidenti stradali e il consumo di alcol sono direttamente correlati, causando quindi gravi conseguenze per individui, famiglie e comunità. Una recente ricerca ha valutato diversi studi sugli incidenti stradali e il consumo di alcol; in particolare, ha dimostrato che vi è un'elevata prevalenza del consumo di alcol e un'associazione tra questo e la gravità delle lesioni.

Studi epidemiologici che valutano l'uso di alcol in relazione al numero di decessi, nel caso più grave hanno rilevato alcol nel sangue mediamente nel 40% dei soggetti. L'alcol colpisce il corpo in molti modi. Non solo ha un impatto negativo sulla salute nel tempo, ma gli effetti immediati rendono anche pericoloso impegnarsi in qualsiasi attività che richieda abilità, attenzione e movimenti coordinati. La percezione sensoriale è ridotta, la trasmissione nervo-muscolo è ostacolata, e il processo decisionale e le funzioni cerebrali superiori ne soffrono, portando ad effetti come quelli descritti di seguito.

L'alcol può rendere difficile pensare lucidamente, prendere buone decisioni e pianificare in anticipo, ma può anche aumentare i comportamenti rischiosi, tutte abilità fondamentali per la guida di un veicolo. Guidare un'auto richiede molta più concentrazione di quanto molte persone credano, e quando la capacità di concentrarsi sui numerosi compiti coinvolti nella guida scompare - come sterzare l'auto, mantenere una velocità di sicurezza, rimanere nella propria corsia ed evitare altre auto - il rischio di un incidente aumenta notevolmente.

L'abuso di alcol provoca anche cambiamenti nelle parti del cervello che controllano le capacità motorie, il che rallenta i riflessi e diminuisce la capacità di sterzare in sicurezza o di usare i pedali dell'acceleratore e del freno in modo appropriato. Un altro effetto deleterio dell'alcol è che rilassa i muscoli che controllano gli occhi, causando visione offuscata e tempi di reazione visiva molto lenti. L'alcol riduce anche la visione periferica, ciò significa che i conducenti ubriachi hanno difficoltà a vedere qualsiasi cosa che non sia direttamente di fronte a loro, comprese altre auto, pedoni e altri ostacoli sulla strada.

IL PROGETTO

Il dispositivo di misura alcolemica è costituito dall'assemblaggio di una scheda Arduino UNO, uno shield denominato "Alcohol detector" e un sensore di gas di alcol MQ3. La **Figura 1** mostra lo schema elettrico dello shield "Alcohol detector".

Lo shield "Alcohol detector" è costituito essenzialmente da un sensore di alcol MQ3, un display LCD 16x2, un amplificatore operazionale LM358, un transistor BC547, due diodi LED, un pulsante e tre trimmer. Allo shield, nello schema indicato come il connettore ARDUINO R3 SHIELD (J1), viene collegato il sensore MQ3 (U3) mediante il connettore J3, che rileva il livello di alcol presente nel soggetto sotto test.

FUNZIONAMENTO DELLO SHIELD ALCOHOL DETECTOR CON ARDUINO

Il modulo **sensore** MQ3 (U3) emette all'uscita B1 una tensione analogica proporzionale al livello di alcol rilevato. L'uscita B1 del sensore, tramite i tre pin (che

INVIARE SMS E CHIAMATE CON IL MODULO GSM SIM800L E ARDUINO

di Fulvio De Santis

Il modulo GSM SIM800L è un potente strumento che può essere utilizzato in varie applicazioni, tra cui effettuare chiamate, inviare SMS e persino accedere a Internet tramite GPRS. In questo articolo, vedremo come controllare il modulo GSM SIM800L con il microcontrollore Arduino UNO per renderlo operativo senza problemi. Una volta compreso come “maneggiare” questo modulo, si potranno affrontare con disinvoltura progetti di domotica basati su GSM, sistema di chiamate telefoniche IVR (Interactive Voice Response), connessione Internet portatile, ed altro ancora.

INTRODUZIONE - GSM E GPRS

Prima di addentrarci nella descrizione del funzionamento e interfacciamento con Arduino del modulo **GSM/GPRS SIM800L**, tratteremo alcuni aspetti fondamentali del sistema GSM e GPRS.

GSM

Il sistema **GSM (Global System for Mobile)** è una famiglia di standard per descrivere i protocolli della telefonia cellulare digitale di seconda generazione (2G), progettato principalmente per le comunicazioni tra dispositivi mobili.

Sviluppato per facilitare la comunicazione mobile, il GSM è una tecnologia di rete cellulare digitale che consente agli utenti di effettuare chiamate, inviare messaggi di testo e accedere a servizi dati di base come **SMS (Short Message Service)** e **MMS (Multimedia Messaging Service)**.

Le reti GSM operano su diverse **bande di frequenza** a livello globale, consentendo agli abbonati l'accesso ai servizi di roaming internazionale.

GPRS

GPRS (General Packet Radio Service) è un'evoluzione dello standard GSM, che consente la trasmissione di dati mobili. Introduce la tecnologia di commutazione di pacchetto nelle reti GSM, consentendo velocità di trasferimento dati più elevate rispetto ai tradizionali metodi a commutazione di circuito.

Il GPRS dispone inoltre di funzionalità come la navigazione Internet, l'accesso alla posta elettronica e altre applicazioni ad **alta intensità di dati** sui dispositivi mobili. Il GPRS ottimizza le risorse di rete utilizzando la larghezza di banda solo durante la trasmissione dei dati, rendendo il GPRS più efficiente per la comunicazione dati rispetto al suo predecessore GSM.

IL MODULO GSM/GPRS SIM800L

Il SIM800L è un modulo GSM/GPRS **quad-band** progettato per la trasmissione di voce, SMS e dati. Esso dispone di un'ampia gamma di funzionalità e supporta le bande di frequenza 850/900/1800/1900 MHz, che lo rendono compatibile con le reti 2G globali. Il modulo comunica con altri dispositivi tramite comandi AT e può funzionare in un range di temperatura da -40 °C a +85 °C. Il package è simile ad un piccolo chip con un connettore per antenna, uno slot per microSIM e vari pin. L'immagine in **Figura 1** mostra il modulo SIM800L e i relativi pin, che sarà utile avere come riferimento in seguito quando collegheremo il modulo GSM SIM800L ad **Arduino UNO**.

ALIMENTAZIONE DEL MODULO GSM SIM800L

Per il corretto funzionamento di questo dispositivo è fondamentale che venga fornita una tensione di alimentazione stabile compresa tra 3,7 V e 4,2 V, effettivamente diversa dai valori di tensione standard normalmente previsti per le alimentazioni dei circuiti elettronici. Ad esempio, si può utilizzare un **alimentatore buck** in grado di fornire una tensione regolata di 4 V e una corrente di 2 A o superiore, in quanto il modulo SIM800L durante l'invio di messaggi o chiamate ha un elevato consumo energetico. L'aggiunta di un condensatore tra il pin VCC e GND del SIM800L può migliorare la stabilizzazione riducendo gli effetti del rumore sulla tensione di alimentazione. In alternativa all'alimentatore buck si può impiegare una batteria agli ioni di litio da 3,7 V con capacità di corrente ≥ 2 A per soddisfare questo requisito energetico.

CIRCUITO PER I TEST DEL SIM800L CON ARDUINO UNO

In **Figura 2** è riportato il circuito di collegamento del mo-

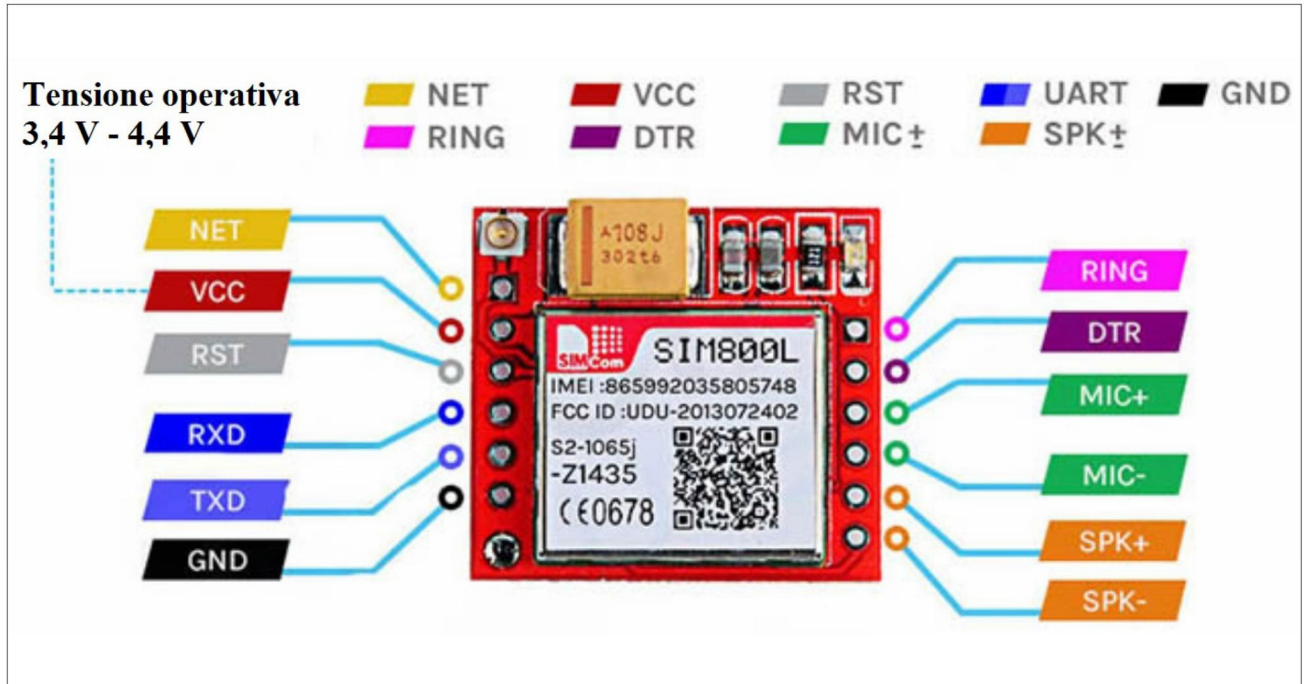


Figura 1: Modulo SIM800L

dulo SIM800L con **Arduino UNO**, che costruiremo per condurre i test funzionali del modulo.

Nello schema elettrico dei collegamenti d'interfaccia-mento SIM800L (U3)-Arduino (U1), oltre a questi due componenti è presente il convertitore DC-DC LM2596 (U2) che dovrà essere regolato per fornire una tensione stabilizzata di 4 V al modulo GSM SIM800L. All'ingresso di questo convertitore viene applicata una tensione di 12 V (che può essere anche non regolata) proveniente da un alimentatore esterno in grado di fornire una corrente di almeno 2 A, che sarà collegato al connettore d'ingresso CN1.

ti per collegare tutti i componenti seguendo lo schema elettrico di **Figura 2**.

MATERIALE NECESSARIO

- Arduino UNO
- SIM800L modulo GSM/GPRS
- Convertitore buck DC-DC LM2596
- MicroSIM 2G
- Jack diametro 2,1 mm
- Breadboard sperimentale 830 contatti (o scheda millefori)
- Jumper Dupont
- Alimentatore 12 V DC, 2 A

Quando si utilizza il SIM800L con un microcontrollo-... è necessario prestare attenzione alla compatibilità di...

Se volete, potete anche inserire i componenti in una scheda millefori, collegandoli saldando dei con-

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!

GUIDA TECNICA 2025 ALLE MIGLIORI PIATTAFORME OPEN SOURCE PER PROGETTI DI AI, IOT E AUTOMAZIONE

di **Redazione**

Le piattaforme open source per l'elettronica sono una risorsa indispensabile per sviluppatori embedded, makers, educatori e ingegneri. La scelta tra microcontrollori e single board computer può influenzare profondamente le prestazioni, la scalabilità e l'efficienza di un progetto elettronico. In questo articolo vengono analizzate in dettaglio le migliori soluzioni open source attualmente disponibili, confrontandone architettura, performance, compatibilità software e possibilità di integrazione cloud.

INTRODUZIONE

Le piattaforme open source per l'elettronica hanno cambiato il modo in cui vengono sviluppati prototipi, dispositivi embedded e soluzioni IoT, ma soprattutto hanno reso accessibile ad un ampio pubblico la progettazione di sistemi complessi. Microcontrollori e single board computer offrono oggi una combinazione vincente di flessibilità, costi contenuti e supporto da parte di comunità globali, basti pensare all'adozione di soluzioni come **Arduino**, **ESP32** o **Raspberry Pi** per accelerare lo sviluppo di applicazioni nei settori più disparati, dall'automazione alla domotica, dal Machine Learning all'integrazione cloud.

La possibilità di accedere al codice sorgente e alla documentazione tecnica completa è utile soprattutto per chi desidera mantenere il pieno controllo del progetto hardware e software; in un contesto in cui interoperabilità, aggiornabilità e indipendenza da vincoli proprietari diventano sempre più strategici, le piattaforme open source si confermano la scelta preferenziale per makers, professionisti, ricercatori e aziende tecnologiche.

“Analizzare le differenze architetturali, le prestazioni offerte e la compatibilità con ambienti di sviluppo avanzati è fondamentale per orientarsi in modo consapevole tra le numerose soluzioni disponibili.

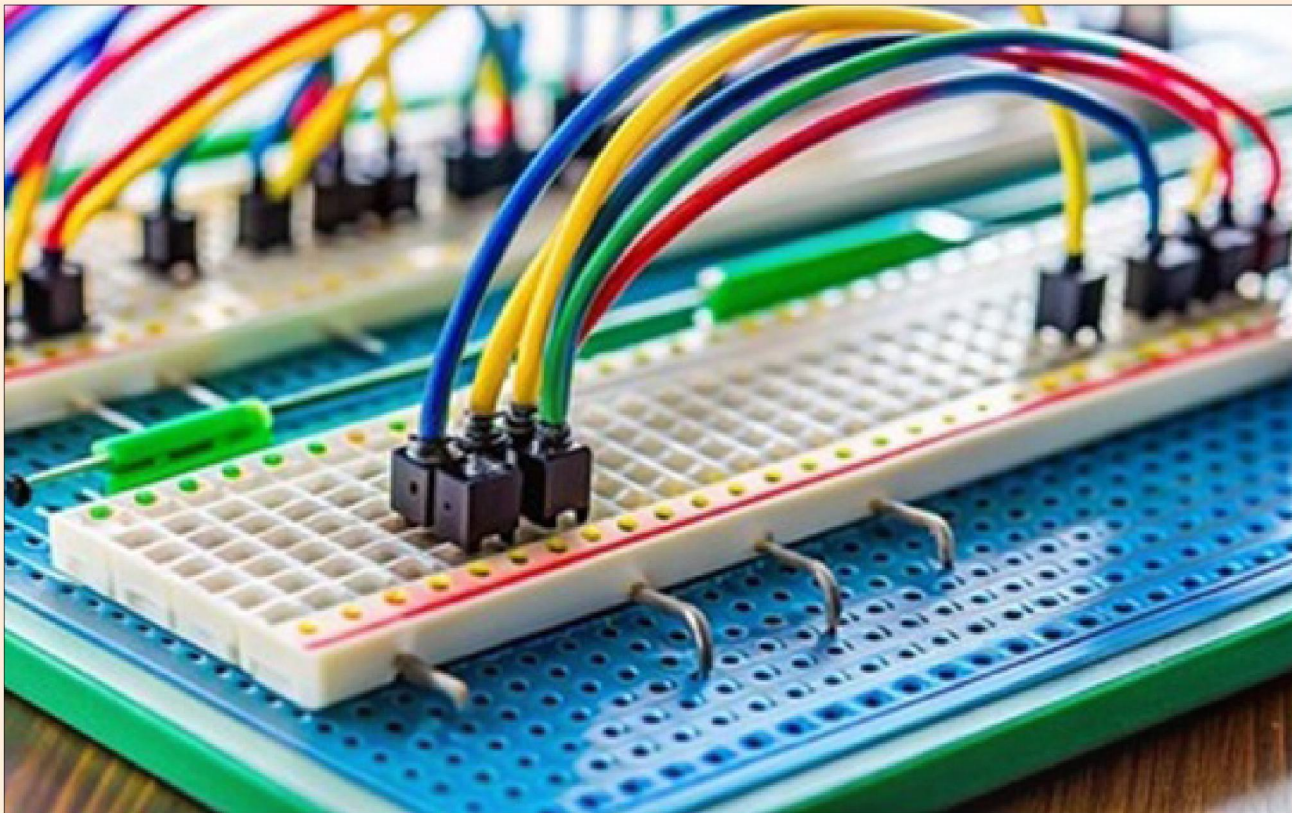
L'articolo che segue fornisce una panoramica tecnica dettagliata delle migliori piattaforme open source, evidenziandone punti di forza e ambiti applicativi.

ARCHITETTURA E PRESTAZIONI: DIFFERENZE FONDAMENTALI TRA LE PIATTAFORME

Le piattaforme open source per l'elettronica si dividono principalmente in due macro-categorie: **microcontrollori e single board computer**. Per fare qualche esempio, Arduino e **STM32** sono soluzioni basate su microcontrollori, ideali per task a bassa complessità, gestione diretta di periferiche GPIO e controllo in tempo reale. Tali dispositivi offrono consumi energetici ridotti, boot rapido e latenza minima, e risultano ideali per progetti di automazione, robotica e sensori stand-alone. Al contrario, Raspberry Pi e BeagleBone adottano architetture da single board computer, basate su processori **ARM Cortex-A** con supporto a sistemi operativi Linux.

Le risorse di calcolo superiori e il supporto a interfacce multimediali li rendono adatti a progetti **edge AI**, elaborazione video, server leggeri e gestione avanzata di flussi dati. **ESP32 si colloca in una fascia intermedia**: microcontrollore dual-core con Wi-Fi e Bluetooth, offre infatti buone prestazioni computazionali per applicazioni connesse, pur mantenendo consumi controllati. Al contempo, nell'attuale contesto tecnologico, le schede **RISC-V** basate su architettura aperta stanno attirando l'interesse di ricercatori e sviluppatori embedded che puntano ad una massima personalizzazione dell'hardware. Le board RISC-V stanno attirando sviluppatori accademici con progetti attivi su GitLab e GitHub.

Le performance variano notevolmente tra le implementazioni, ma la possibilità di accedere al design completo del core CPU è un vantaggio strategico per progetti di ricerca e didattica.



APPLICAZIONI IDEALI: SCEGLIERE LA PIATTAFORMA IN BASE AL PROGETTO

Ogni piattaforma elettronica si presta in modo diverso a specifici ambiti applicativi. Arduino è particolarmente adatto per la prototipazione rapida, l'automazione domestica, i dispositivi didattici e la creazione di piccoli robot. La semplicità dell'ecosistema e la disponibilità di shield preconfigurati permettono di ridurre drasticamente i tempi di sviluppo. ESP32, grazie alla connettività **Wi-Fi/Bluetooth** nativa e ad un costo estremamente competitivo, risulta invece ideale per realizzare dispositivi IoT, sensori remoti, stazioni ambientali e controlli domotici. In progetti che richiedono aggiornamenti via OTA, comunicazioni MQTT e integrazione con sistemi

wearable, dove la stabilità del firmware, la gestione a basso consumo e la disponibilità di periferiche specialistiche sono determinanti. Le board RISC-V, ancora in fase evolutiva, vengono adottate per attività didattiche avanzate e studi sull'ottimizzazione di architetture open hardware.

ECOSISTEMI SOFTWARE, IDE E SUPPORTO DALLA COMMUNITY

L'ambiente software è un elemento determinante nella scelta di una piattaforma open source. Arduino IDE, con la sua interfaccia semplificata, è accessibile anche a chi è alle prime armi, ma non limita l'utente avanzato grazie all'integrazione con librerie esterne e strumenti

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 30

di Fulvio De Santis

Nella **precedente Puntata 29** del Corso di Elettronica per ragazzi, abbiamo iniziato un nuovo argomento, il transistor a giunzione bipolare (BJT). Dopo una descrizione introduttiva generale, è stato descritto il funzionamento fisico del transistor di tipo NPN, abbiamo analizzato il flusso delle correnti al suo interno ed abbiamo descritto le costanti β e α del transistor. In questa nuova Puntata del corso, tratteremo le configurazioni di polarizzazione con due tensioni di alimentazione del transistor NPN e PNP, descriveremo l'influenza di alcuni elementi sulla stabilità della corrente di emettitore (e quindi di collettore) come, ad esempio, la corrente di dispersione ICBO. Infine, faremo delle esercitazioni teoriche con circuiti a transistor PNP e NPN.

INTRODUZIONE

Nella Puntata precedente, analizzando il funzionamento fisico del transistor NPN abbiamo visto in che modo scorrono le correnti quando le giunzioni base-emettitore e base-collettore sono alimentate, rispettivamente direttamente e inversamente, per far funzionare il transistor in zona attiva. Abbiamo anche evidenziato che in questa analisi la direzione delle correnti è quella reale effettiva, ma abbiamo anche detto che per convenzione nel calcolo dei circuiti il verso è opposto a quello reale fisico effettivo. Pertanto, nello schema dei transistor NPN e PNP operanti in zona attiva, di seguito riportato in **Figura 1**, il verso delle correnti è quello adottato convenzionale, ovvero la corrente scorre dal potenziale più alto al potenziale più basso.

Si noti che il verso della freccia all'interno del simbolo del transistor indica proprio il verso di scorrimento (convenzionale) della corrente di emettitore. Inoltre, dalla convenzione del verso delle correnti ne consegue la polarità dei generatori di tensione che alimentano i transistor; infatti, seguendo il verso della corrente di emettitore I_E del transistor NPN, la corrente fluisce dal polo positivo della batteria V_{BE} al negativo, dove V_{BE} sta ad indicare la differenza dei potenziali $V_B - V_E > 0$, ossia il potenziale V_B è più alto del potenziale V_E poiché la giunzione base-emettitore deve essere polarizzata direttamente. Lo stesso discorso vale per i generatori di tensione V_{CB} , ovvero $V_C - V_B > 0$ per polarizzare inversamente la giunzione collettore-base.

Riassumendo, nel transistor NPN, per garantire il funzionamento in zona attiva, la giunzione base-emettitore deve essere polarizzata direttamente imponendo il potenziale di base V_B maggiore di quello dell'emettitore V_E , per cui deve essere $V_{BE} = V_B - V_E > 0$; inoltre, il col-

lettore deve essere ad un potenziale maggiore di quello della base per ottenere una polarizzazione inversa della giunzione collettore-base, perciò abbiamo detto che deve essere $V_{CB} = V_C - V_B > 0$. Per quanto riguarda il transistor PNP operante in zona attiva, la giunzione base-emettitore deve essere polarizzata direttamente imponendo il potenziale di emettitore V_E maggiore di quello della base V_B , quindi deve essere $V_{EB} = V_E - V_B > 0$; diversamente dalla giunzione base-emettitore, la giunzione collettore-base per essere polarizzata inversamente occorre che il collettore sia ad un potenziale inferiore rispetto al potenziale della base, il che significa che $V_{BC} = V_B - V_C > 0$.

Per quanto affermato sopra, è **fondamentale ricordare** che:

la differenza di potenziale della giunzione base emettitore polarizzata direttamente dei due tipi di transistor, viene denominata V_{BE} per il transistor NPN (potenziale $V_B > V_E$), mentre è denominata V_{EB} per il PNP (potenziale $V_E > V_B$);

la differenza di potenziale della giunzione collettore-base polarizzata inversamente dei due tipi di transistor, viene denominata V_{CB} per il transistor NPN (potenziale $V_C > V_B$) e V_{BC} per il PNP (potenziale $V_B > V_C$).

Come vedremo più avanti nello svolgimento delle esercitazioni, nell'analisi di circuiti con transistor sarà molto importante avere le idee ben chiare riguardo il verso di correnti e tensioni. E' comunque da considerare che la configurazione circuitale di polarizzazione dei transistor mostrata in **Figura 1** è puramente dimostrativa, in quanto, in pratica, i transistor non saranno alimentati dai generatori di tensione collegati direttamente ai terminali

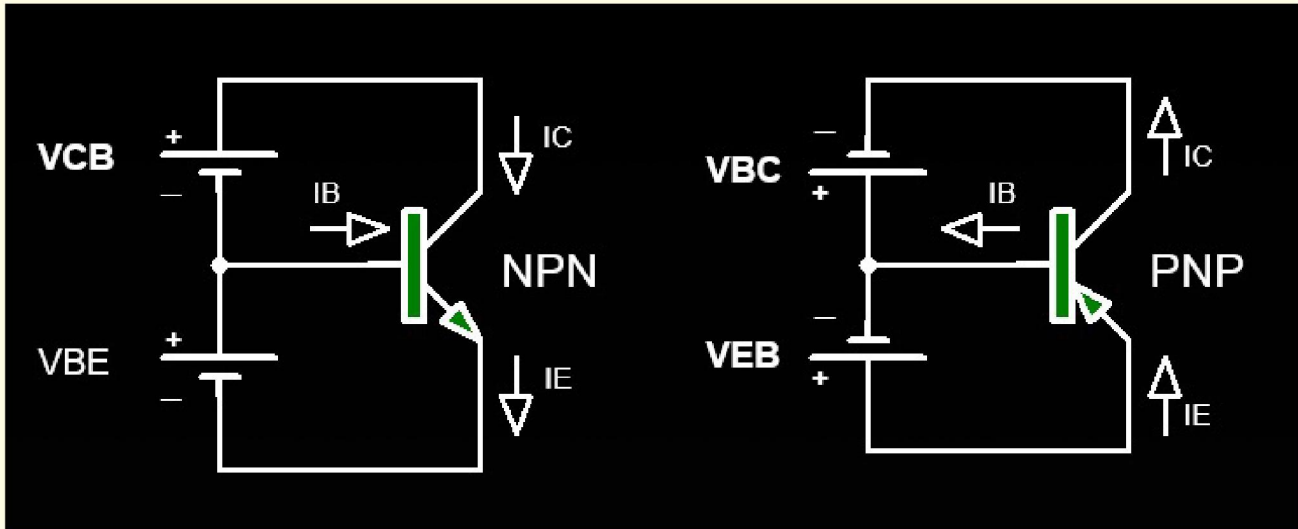


Figura 1: Schemi teorici dei transistor NPN e PNP

del transistor ma, come sarà spiegato nel prossimo capitolo, il circuito di polarizzazione è un pò diverso per la presenza di qualche resistore.

POLARIZZAZIONE DEL TRANSISTOR

Per funzionare correttamente in zona attiva, un transistor deve essere polarizzato in modo tale da garantire che la corrente continua che scorre nel transistor sia costante e insensibile (o indipendente) alle variazioni ambientali della temperatura e del parametro di amplificazione di corrente β (chiamato anche hFE^*) che sappiamo sia una costante, ma può essere di valore diverso per transistor dello stesso tipo; ad esempio, in un lotto di transistor NPN BC547, β (hFE) può variare molto, come possiamo rilevare nell'estratto del datasheet del BC547 riportato in **Figura 2**.

** hFE è un acronimo che significa "Hybrid parameter Forward current gain and common Emitter configuration", che tradotto vuol dire "parametro ibrido guadagno"*

POLARIZZAZIONE CON DUE TENSIONI DI ALIMENTAZIONE

Un circuito in cui un transistor NPN è polarizzato con due tensioni di alimentazione è mostrato in **Figura 3**.

Nello schema sono indicate anche le tensioni ai terminali del transistor.

Osservando lo schema di **Figura 3**, calcoliamo la corrente di emettitore IE . Prima di procedere con i calcoli, riportiamo le relazioni di correnti e parametri che abbiamo affrontato nella precedente Puntata 29:

- $IE=IC+IB$
- $IB=IC/\beta$
- $IC= \alpha * IE$
- β =Guadagno di corrente continua IC/IB (configurazione emettitore comune)
- α =Efficienza di conduzione di corrente continua IC/IE (configurazione emettitore comune)
- $\alpha= \beta/(\beta+1)$

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

+ 145.000

REGISTERED USERS

7.414

 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (FEB2020)

830.610

 2020 ANNUAL VISITORS

THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY

CATEGORIES

PROFESSIONALS

53 %

ACADEMICS/STUDENTS

25 %

MAKERS/HOBBYISTS

22 %

SOCIAL CONNECTIONS

 + 83.000

 + 23.000

