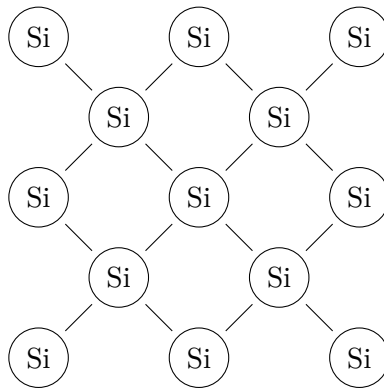


Diodi

1 Componenti attivi e semiconduttori

Sono chiamati **attivi** i componenti elettronici come diodi, transistor, amplificatori operazionali, ecc. Tutti questi componenti sono in genere basati su materiali **semiconduttori**, principalmente il **silicio**.

Ogni atomo di silicio ha quattro elettroni nello strato più esterno, che formano quattro legami con quattro atomi adiacenti.



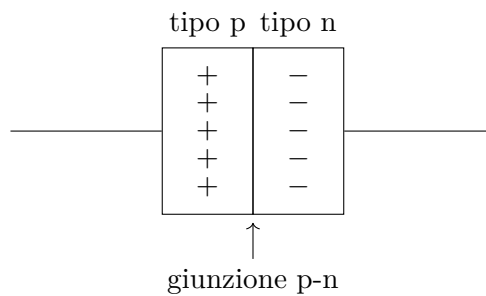
Non essendoci elettroni liberi di muoversi, a temperatura ambiente il silicio puro non conduce corrente (si comporta essenzialmente da isolante). È però possibile *drogare* il silicio, aggiungendo piccolissime quantità di altre sostanze i cui atomi hanno un numero diverso di elettroni.

- Il fosforo, ad esempio, ha cinque elettroni nello strato esterno: quando si lega a quattro atomi di silicio, rimane libero un elettrone. Il silicio drogato con del fosforo è dunque un **semiconduttore di tipo n**, che è in grado di condurre corrente grazie all'eccesso di cariche elettriche negative libere di muoversi.
- Il boro, invece, ha solo tre elettroni nello stato esterno: per legarsi a quattro atomi di silicio, ha bisogno di “farsi prestare” un elettrone, ma così l'atomo che glielo presta rimane a sua volta con un elettrone in meno. Si forma dunque una carenza di un elettrone, in pratica una carica positiva “virtuale”, che è in grado di muoversi, rendendo il materiale capace di condurre corrente. Questo è detto un **semiconduttore di tipo p**.

I vari componenti attivi sono realizzati creando aree adiacenti di semiconduttori di tipi diversi.

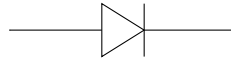
2 Diodi

Un **diodo** è un componente attivo che permette alla corrente di scorrere in un solo verso. Esso è costituito da un semiconduttore di tipo p “attaccato” a uno di tipo n; la zona di confine tra i due è detta **giunzione p-n**.



Il terminale collegato al semiconduttore di tipo p è detto **anodo** (A), mentre quello collegato al semiconduttore di tipo n è detto **catodo** (K).

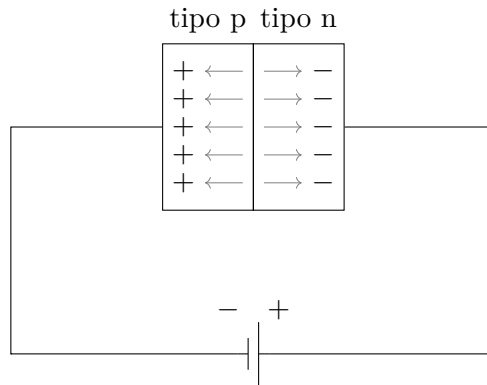
Negli schemi elettrici, un diodo è rappresentato dal simbolo



nel quale il triangolo rappresenta l'anodo, e la linea rappresenta il catodo. Fisicamente, invece, un diodo (per il montaggio a fori passanti) è spesso un piccolo cilindro nero con una banda bianca dal lato del catodo.

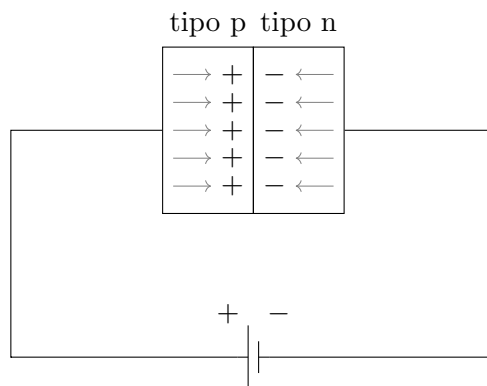
2.1 Funzionamento

- Quando si collegano il polo negativo di una batteria all'anodo e il polo positivo al catodo, si dice che il diodo è in **polarizzazione inversa**: le cariche presenti nei due tipi di semiconduttore, attratte dai poli della batteria, si allontanano le une dalle altre, creando una **zona di svuotamento** priva di cariche, che blocca il passaggio della corrente.



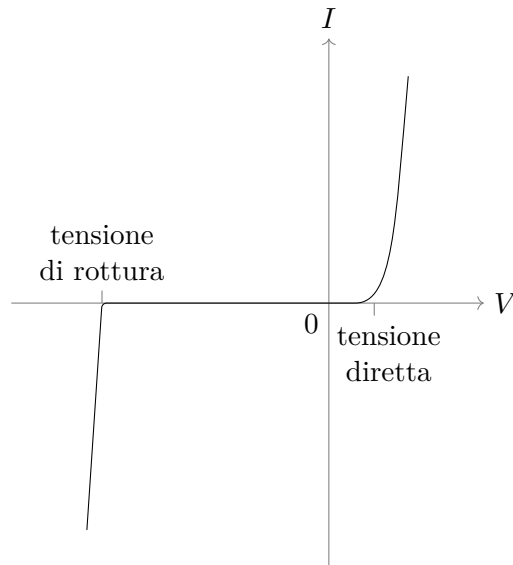
Se però la tensione applicata dalla batteria raggiunge un certo valore, chiamato **tensione di rottura o di breakdown** (V_{BR}), la corrente riesce ad attraversare la zona di svuotamento, e quindi a scorrere nel circuito (**conduzione inversa**), con anche il rischio di danneggiare (o bruciare completamente) il diodo.

- Collegando invece il polo positivo della batteria all'anodo e il polo negativo al catodo, si mette il diodo in **polarizzazione diretta**. In questa situazione, le cariche presenti nei due tipi di semiconduttore sono “spinte” le une verso le altre dalla tensione applicata al diodo.



Appena la tensione supera un certo valore chiamato **tensione diretta** (*forward voltage*, V_F), che tipicamente è di circa 0.6–0.7 V, le cariche riescono ad attraversare la giunzione p-n e si ricombinano, annullandosi (un elettrone proveniente dal semiconduttore di tipo n occupa uno “spazio vuoto” proveniente dal semiconduttore di tipo p), quindi nel diodo vengono ammesse altre cariche fornite dalla batteria (la quantità di cariche presenti rimane sempre costante, in quanto fissata dal drogaggio del semiconduttore), e il processo si ripete, permettendo alla corrente di scorrere liberamente nel circuito.

Il comportamento di un diodo è riassunto dal seguente grafico, che mostra la corrente I nel diodo in funzione della tensione V applicata a esso:



2.2 Datasheet

Tutte le caratteristiche di un diodo sono dettagliate nel suo **datasheet** (scheda tecnica). Alcune delle principali informazioni riportate in questo documento sono:

- la tensione diretta;
- la tensione di rottura;
- la corrente massima che il diodo è in grado di sopportare (perché il passaggio della corrente genera del calore che deve essere dissipato, altrimenti il diodo si brucia).

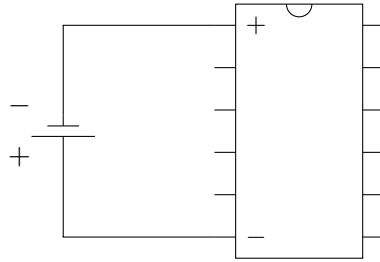
Quando si seleziona un diodo da usare in un circuito, bisogna consultare il datasheet per accertarsi, ad esempio, che la tensione di rottura sia abbastanza alta da non essere mai raggiunta, e che il diodo sia in grado di sopportare l'intensità di corrente massima che scorrerà nel circuito.

3 Applicazioni dei diodi

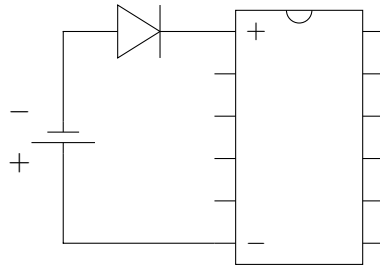
I diodi hanno numerose applicazioni, poiché si ha spesso l'esigenza di consentire il flusso di corrente all'interno di un circuito solo in un determinato verso, e non nel verso opposto.

Ad esempio, mettendo un diodo in serie tra una batteria e un dispositivo come un microcontrollore, si protegge quest'ultimo da un'eventuale inversione di polarità, se per sbaglio la batteria dovesse essere collegata al contrario.

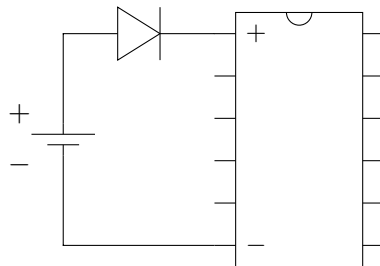
- Senza un diodo, collegando al contrario la batteria si brucia il microcontrollore.



- Se invece è presente un diodo, con la batteria al contrario questo va in polarizzazione inversa, bloccando la corrente e quindi “salvando” il microcontrollore:

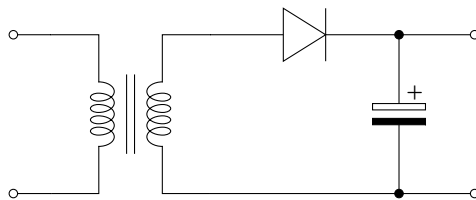


Quando poi la batteria viene ricollegata nel verso corretto, il diodo va in polarizzazione diretta, lasciando scorrere la corrente che alimenta il microcontrollore:

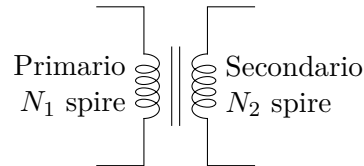


3.1 Alimentatori

Un **alimentatore** è un circuito che converte la corrente alternata di rete in una corrente continua alla tensione desiderata. Il più semplice alimentatore è formato da un trasformatore, un diodo e un condensatore:



1. Il *trasformatore* è un componente formato da due avvolgimenti di filo conduttore intorno a un nucleo di ferro. Questi due avvolgimenti sono chiamati rispettivamente *primario* e *secondario*; il primario ha un numero di spire (giri che il filo fa intorno al nucleo di ferro) indicato con N_1 , mentre il secondario ha N_2 spire.



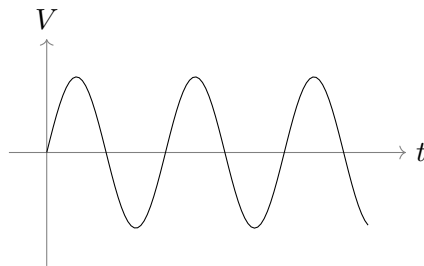
Quando si alimenta il primario con una corrente alternata a una tensione V_1 , viene generato un campo elettromagnetico che induce nel secondario una corrente alternata a una tensione

$$V_2 = V_1 \frac{N_2}{N_1}$$

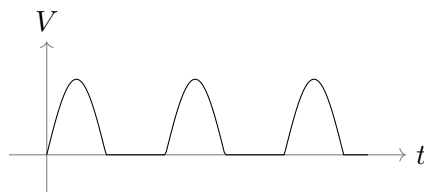
Ad esempio, il trasformatore in un alimentatore potrebbe ridurre la tensione da 220 V (la tensione di rete in Italia) a 12 V.

La possibilità di variare facilmente la tensione mediante un trasformatore è proprio il principale vantaggio della corrente alternata.

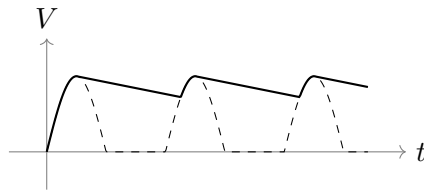
2. Il diodo ha la funzione di *raddrizzatore*, cioè trasforma la corrente alternata prodotta in uscita dal trasformatore



in una corrente continua/pulsante, bloccando le *semionde* (metà della sinusoide) negative:

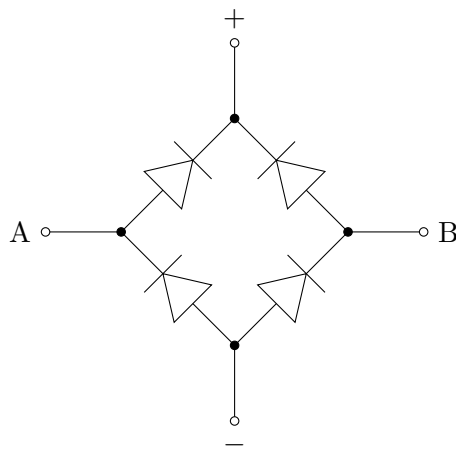


3. Quella ottenuta dal diodo non è ancora una “vera” corrente continua, perché il valore di tensione varia continuamente tra zero e il massimo. Si aggiunge allora un condensatore (di capacità abbastanza elevata), che stabilizza la tensione a un valore quasi costante:



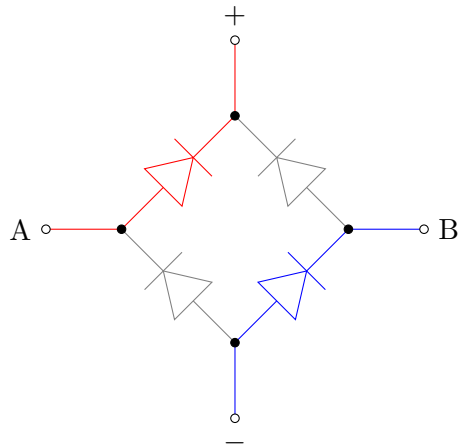
3.1.1 Ponte di diodi

Un alimentatore costruito come appena visto non è molto efficiente: il diodo, bloccando le semionde negative, impedisce di sfruttarne l'energia. La soluzione è costruire un **ponte di diodi**, un insieme di quattro diodi che lascia passare le semionde positive e “inverte” quelle negative, rendendole anch'esse positive.

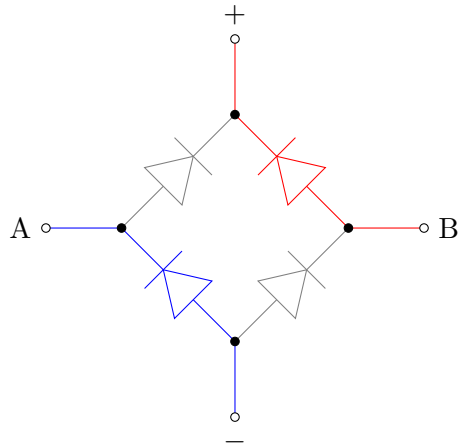


Quando una corrente alternata viene collegata ai terminali A e B, sui terminali + e - si ottiene una corrente continua (pulsante).

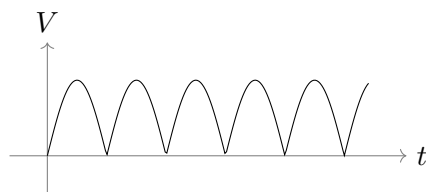
- Nella semionda positiva, si ha una tensione positiva su A, che tramite uno dei diodi viene “inviata” al terminale +, e una negativa (o zero, a seconda di come si misura) su B, che viene inviata al -:



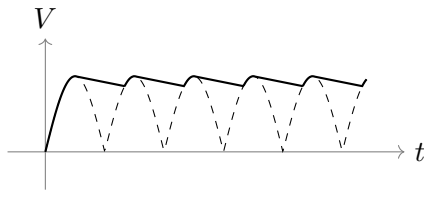
- Nella semionda negativa, invece, si hanno una tensione negativa su A e una positiva su B, ma, grazie alla disposizione dei diodi, queste vengono ancora mandate ai terminali di uscita corretti:



La tensione prodotta in uscita ha la seguente forma:



Aggiungendo poi un condensatore, si ottiene infine:



Complessivamente, il circuito di un alimentatore con un ponte di diodi è il seguente:

