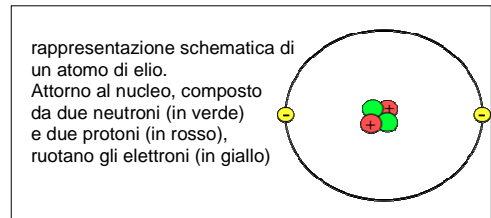


CIRCUITI

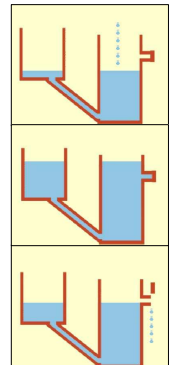
Gli atomi

Un lavoro più preciso sull'energia e dunque anche su elettricità e sui circuiti elettrici sarà svolto in terza. Per ora, utilizzando anche quanto appreso sull'**atomo** e sulla sua struttura nell'ambito dell'insegnamento di Scienze, introdurremo quanto ci serve per comprendere con quale logica funzionano i circuiti che permettono al calcolatore di **trasportare** le informazioni e anche di **elaborarle**, cioè di trasformarle seguendo determinati criteri.

Come sappiamo gli atomi sono formati da un nucleo intorno al quale girano degli elettroni. Il numero di elettroni che ruota intorno al nucleo e la composizione del nucleo determinano i vari tipi di atomi (in natura si va dall'*idrogeno* con 1 elettrone all'*uranio* con 92 elettroni).



Normalmente il numero di elettroni che ruota intorno al nucleo è proporzionale al numero di protoni e neutroni presenti nel nucleo. E' però possibile che, per motivi naturali, si crei uno squilibrio. Gruppi di atomi possono presentare sulle loro orbite un numero di elettroni maggiore di quello che vi dovrebbe essere (polo carico o negativo (-), mentre in altri gruppi di atomi vi può essere una carenza (polo scarico o positivo (+)). Normalmente questa situazione si risolve con lo spostamento degli elettroni in eccesso. Questi infatti sono attirati verso gli atomi che presentano degli spazi liberi sulle orbite. Questa forza di attrazione viene chiamata **tensione** o **differenza di potenziale** che dunque misura l'energia con cui gli elettroni sono attirati dal polo meno carico.



E' una situazione simile a quella che succede quando si versa dell'acqua in uno di due vasi comunicanti (vedi a fianco).

A volte questo spostamento non può avvenire perché i due poli sono separati da atomi che lo ostacolano (isolanti). In questi casi la differenza di potenziale rimane.



I circuiti elettrici

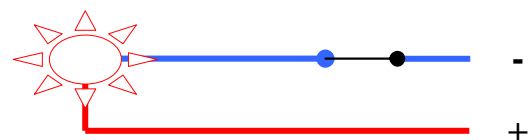
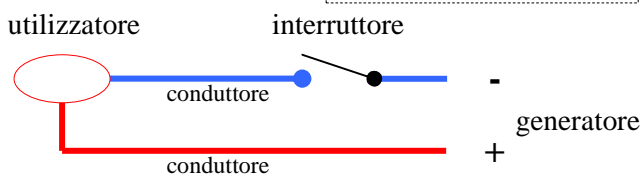
Anche l'uomo è in grado di creare una **differenza di potenziale** o **tensione**. Questo accade grazie ai **generatori** elettrici cioè dei dispositivi destinati a produrre energia elettrica a partire da una diversa forma di energia. Essi mantengono uno squilibrio nel numero di elettroni presenti nei due poli. Gli elettroni in eccesso sono attirati dal polo positivo ma perché vi sia uno spostamento è necessario che i due poli siano collegati da un materiale che ne permette il passaggio (**conduttore**). Maggiore è la differenza di potenziale e maggiore è l'**energia** con cui gli elettroni tendono a spostarsi tra i due poli.

Ma perché creare artificialmente una differenza di potenziale? Quali sono i vantaggi per l'uomo?

Come abbiamo detto gli elettroni si spostano tra i due poli con energia. Lungo il percorso viene collocato un **utilizzatore**, cioè un materiale in grado di sottrarre energia agli elettroni di passaggio. Questa viene anche chiamata **resistenza** visto che resiste al passaggio degli elettroni i quali sono costretti, per passare, a cedere buona parte della loro energia. Grazie agli utilizzatori l'energia con cui si spostano gli elettroni (**energia elettrica**) viene così trasformata in **luce, calore, movimento**.

gli elementi che caratterizzano un circuito elettrico

un circuito elettrico attivo

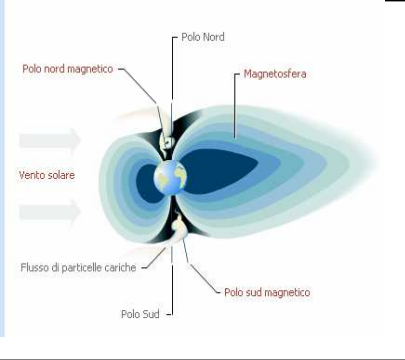


Elettricità e magnetismo

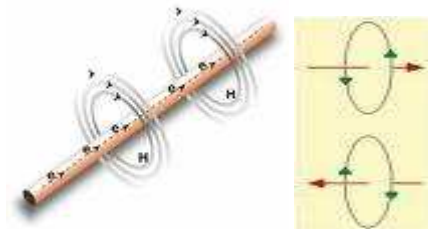
Ogni elettrone nel suo movimento intorno al nucleo dell'atomo crea intorno a se un piccolo campo magnetico(*). Visto che gli elettroni sono molti e il loro movimento è disordinato, questi campi magnetici annullano reciprocamente il loro effetto. In alcuni materiali la rotazione degli elettroni intorno al nucleo avviene nello stesso verso e sullo stesso piano.

Dunque gli effetti che ogni elettrone provoca nella sua rotazione si sommano. Si hanno così le calamite naturali. La loro capacità di attrazione nello spazio circostante è resa possibile dal sommarsi degli effetti provocati dalla rotazione dei singoli elettroni intorno ai loro nuclei.

* per introdurre il concetto di **campo magnetico** potremmo fare un esperimento utilizzando una calamita ed alcuni trucioli di ferro. I trucioli di ferro sono attratti dalla calamita quando entrano in una "zona" che sta attorno alla calamita. Questa "zona" è tanto più ampia quanto più la calamita è potente e prende il nome di **campo magnetico**. Essa viene rappresentata con delle linee (linee di forza) che escono da uno dei poli (il polo sud) per rientrare nel polo nord.
A fianco il campo magnetico terrestre

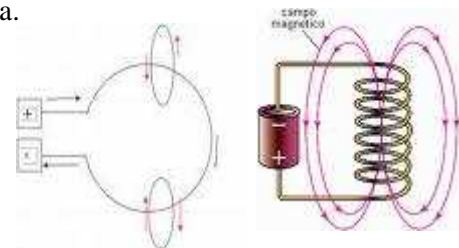


Dunque anche intorno ad un filo elettrico nel quale scorre un costante flusso di elettroni si forma un **campo magnetico** che sarà tanto più forte quanto maggiore sarà la quantità di elettroni in movimento. Il verso di rotazione delle linee di forza dipenderà dalla direzione del flusso di elettroni. Se esso cambia, cambierà anche il loro verso di rotazione.



Se faccio assumere al filo percorso da corrente una forma circolare, creo una **spira**. Come possiamo vedere dall'immagine a fianco si crea una situazione simile a quella che possiamo vedere intorno ad una calamita naturale o anche intorno al nostro pianeta. Le linee di forza che escono dalla parte inferiore della spira rientrano nella parte superiore dopo averla avvolta nella parte esterna.

Questo campo magnetico viene rafforzato se avvolgo un filo percorso da corrente in modo da formare una serie di spire sovrapposte (**solenoid**). Si viene a formare una **elettrocalamita** cioè una calamita la cui efficacia dipende dalla corrente elettrica che la percorre. In mancanza di corrente non vi sarà più alcun campo magnetico.



Circuiti per trasportare energia e circuiti per trasportare informazioni

Un circuito elettrico può essere utilizzato per trasportare energia come avviene quotidianamente nelle nostre abitazioni o nelle industrie ma sempre più importante è l'utilizzo dell'elettricità per trasportare **informazioni**. Prima con il telegrafo, poi con il telefono, la radio e la televisione ed infine con i microprocessori dei calcolatori, vari sistemi di codifica permettono di utilizzare deboli correnti elettriche per trasportare dati.

Il telegrafo
Nato nel 1837 ad opera di Samuel Morse, esso era costituito da un rotolino di carta su cui scriveva un pennino solidale ad un'ancorina attratta, per induzione elettromagnetica da un debole segnale elettrico che scorreva lungo un filo... All'altro capo del filo, c'era l'operatore che agiva su un interruttore mediante il quale era possibile chiudere il circuito e far sì che, dall'altra parte l'ancorina si muovesse scrivendo sulla carta: quest'ultima, a sua volta, mediante un meccanismo a molla, scorreva sotto la penna. Ne risultava un insieme di segni brevi e lunghi che, composti in un certo modo, secondo la codifica dell'alfabeto *Morse*, potevano essere agevolmente letti e decodificati...

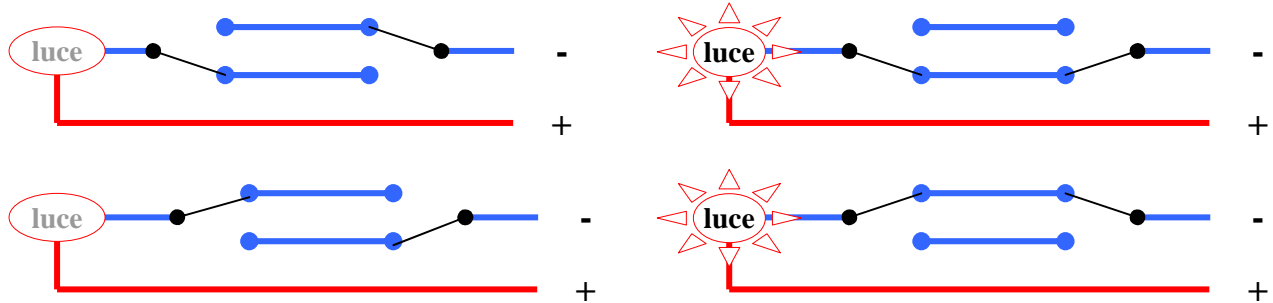
Il settore della tecnologia che si occupa dell'utilizzo dell'elettricità per trasportare energia si chiama **elettrotecnica**, mentre quello che si occupa del trasporto di informazioni si chiama **elettronica**.

corrente per trasportare dati	telefono, telegrafo, televisione, calcolatore	elettronica
corrente per ottenere energia	luce, calore, movimento	elettrotecnica

Il deviatore

I deviatori sono particolari interruttori con doppia uscita che, utilizzati opportunamente, permettono di aprire/non aprire il circuito da due diverse postazioni. Sono spesso utilizzate per accendere lampade da diverse posizioni nelle nostre abitazioni (corrente per ottenere energia).

Il loro principio di funzionamento, abbinato ad un relè, è però alla base di molti circuiti presenti in un calcolatore.

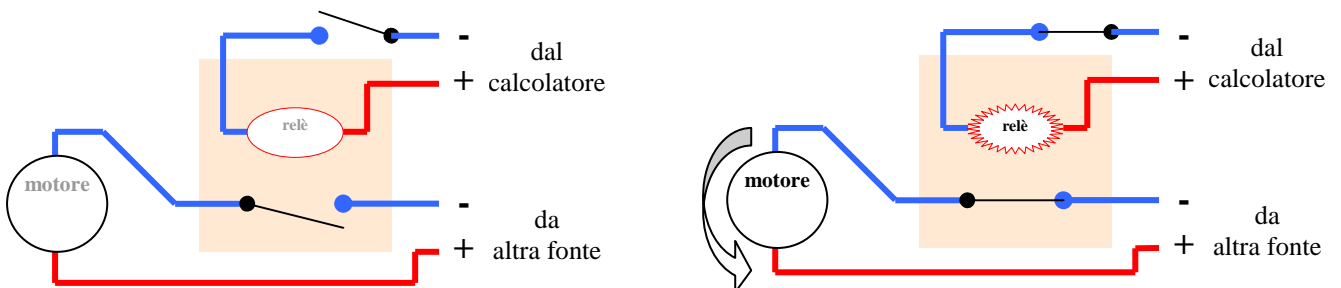


Il relè

Un utilizzatore molto diffuso specialmente in elettronica è il relè. Si tratta di una bobina di fili di rame che si magnetizza al passaggio di una corrente elettrica. Questo circuito può essere combinato con un altro circuito in cui è presente un interruttore che lascia passare la corrente quando il relè è attivo. In questo modo con piccole quantità di energia è possibile aprire/chiedere circuiti in cui circolano grandi quantità di energia. Questo succede ad esempio quando un calcolatore deve controllare un motore. Il calcolatore infatti funziona con quantità molto limitate di elettricità. Un motore non può dunque essere alimentato direttamente da un calcolatore; la corrente dovrà provenire da un'altra fonte di energia (pila, rete elettrica). Lungo questo circuito un relè controllato dal calcolatore ha il compito di aprire e chiudere il passaggio della corrente.

relè con interruttore

In questo tipo di circuiti il relè viene utilizzato per aprire/chiedere un circuito in cui circola un'intensa corrente utilizzando un circuito a bassa intensità. Permette, ad esempio, di utilizzare la limitata corrente che esce dalla porta USB di un calcolatore per fornire corrente ad un motore.



nella scheda MZ

nella nostra nuova scheda di robotica MZ abbiamo un'applicazione concreta di questo tipo di circuiti.

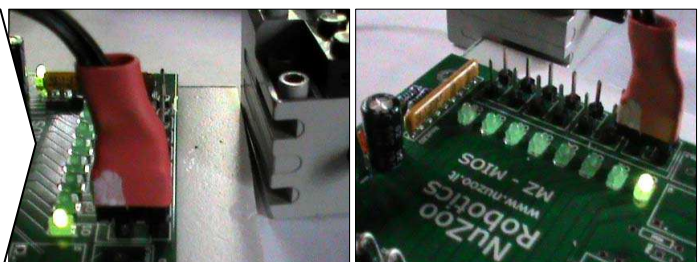
Nel calcolatore un byte è adetto al controllo dell'uscita verso la porta USB. Quando in un bit viene inserito 1 (corrente), un flusso di corrente si dirige verso la porta USB lungo il filo che corrisponde a quel bit. Grazie al cavo USB, la debole corrente raggiunge la scheda MZ e attiva il relè addetto a controllare il segnale che proviene da quel bit del calcolatore.

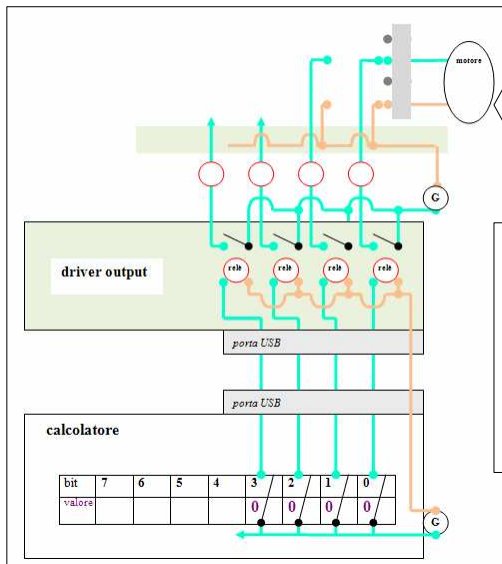
La scheda MZ dispone di un proprio alimentatore che fornisce corrente alle porte dei singoli relè e che potrà alimentare i motori quando la debole corrente proveniente dal calcolatore avrà attivato il relè.

A fianco possiamo vedere le due modalità di controllo dei motori.

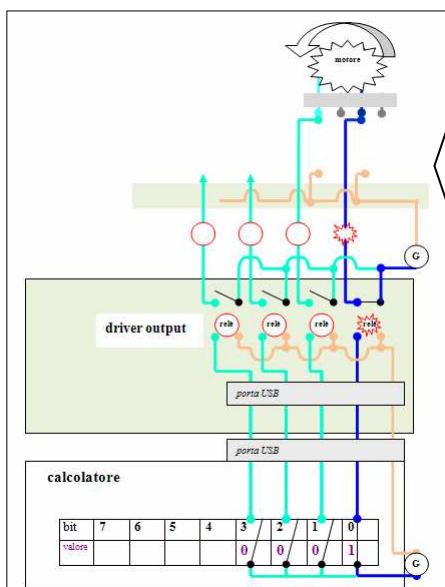
1ª modalità: collocando lo spinotto su una porta è possibile alimentare o non alimentare il motore.

2ª modalità: disponendo lo spinotto a cavallo tra due porte è anche possibile invertire il flusso della corrente e dunque il movimento del motore. Osservare con attenzione la disposizione degli spinotti.

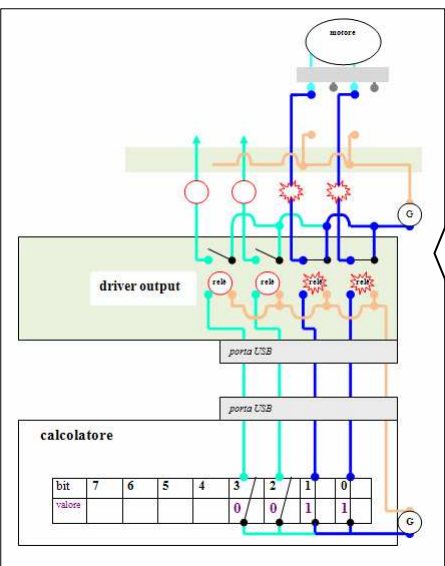




1ª modalità:
 nel calcolatore **tutti i bit sono a 0**.
 Ai relè di MZ non arriva corrente dal calcolatore, i ponticelli rimangono alzati e il generatore di MZ non può alimentare i motori.

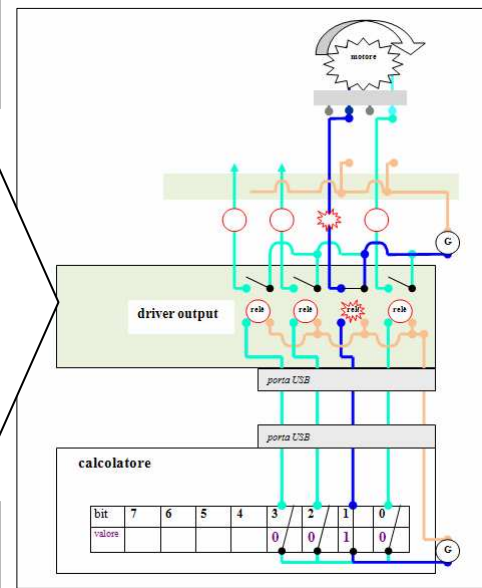
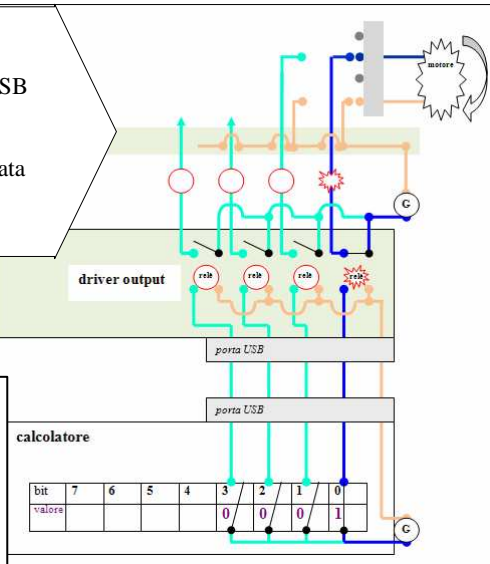


2ª modalità:
 nel calcolatore **il bit 0 è a 1**.
 La corrente tramite il cavo USB abbassa il primo ponticello.
 La presa della porta 1 non è alimentata e dunque attira la corrente proveniente dalla porta 0 che può alimentare il motore (muove in **avanti**).



2ª modalità:
 nel calcolatore **il bit 1 è a 1 mentre il bit 0 è stato riportato a 0**.
 La corrente del calcolatore, tramite il cavo USB, abbassa il secondo ponticello.
 Ora è la presa della porta 1 ad essere alimentata e dunque la corrente viene attirata verso la presa della porta zero. Il motore gira in senso inverso (**indietro**).

2ª modalità:
 nel calcolatore **i bit 0 e 1 sono a 1**.
 Entrambe le prese sono alimentate e dunque non vi è differenza di potenziale.
 Non vi è spostamento di elettroni e dunque il motore resta **fermo**.



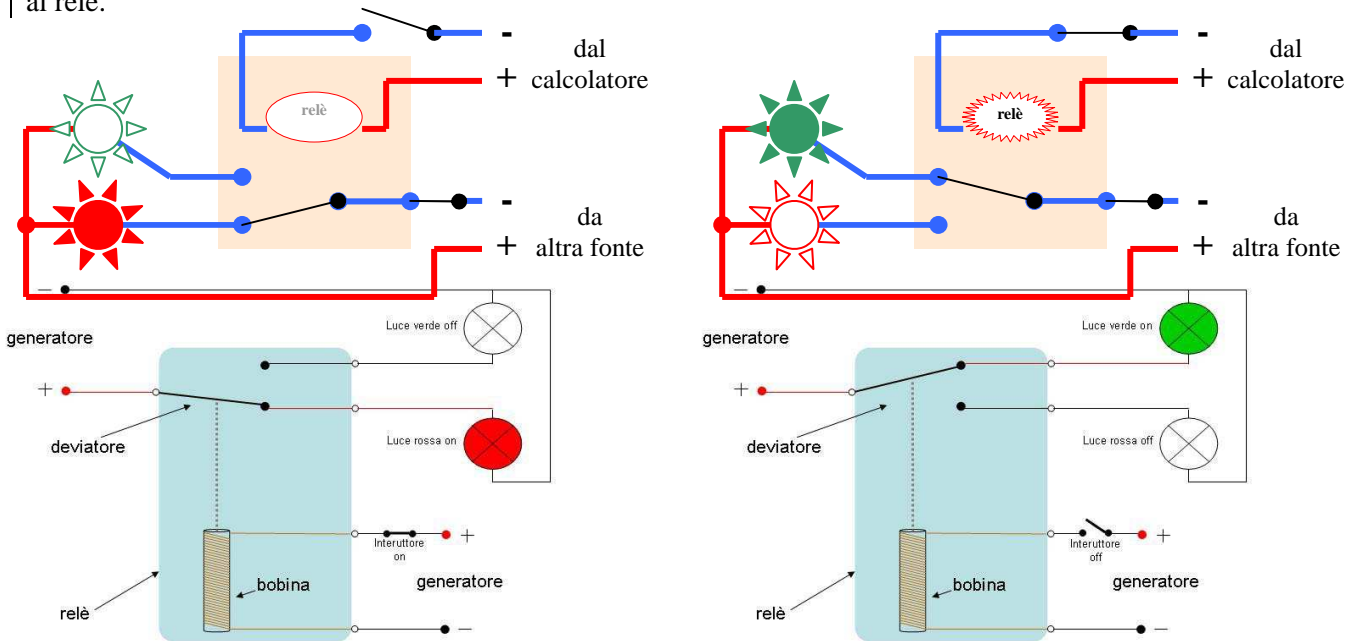
Maggio 2005 - il progetto presentato dagli alunni di seconda a "Scienza Under 18". Sul loro lavoro realizzò un servizio anche RAI Educational.



relè con deviatore

In questo caso il relè non apre/chiude un circuito ma devia la corrente su uno di due utilizzatori. Nel seguente esempio lo vediamo applicato ad un semaforo. In questo caso dovrà essere un altro interruttore ad interrompere la corrente.

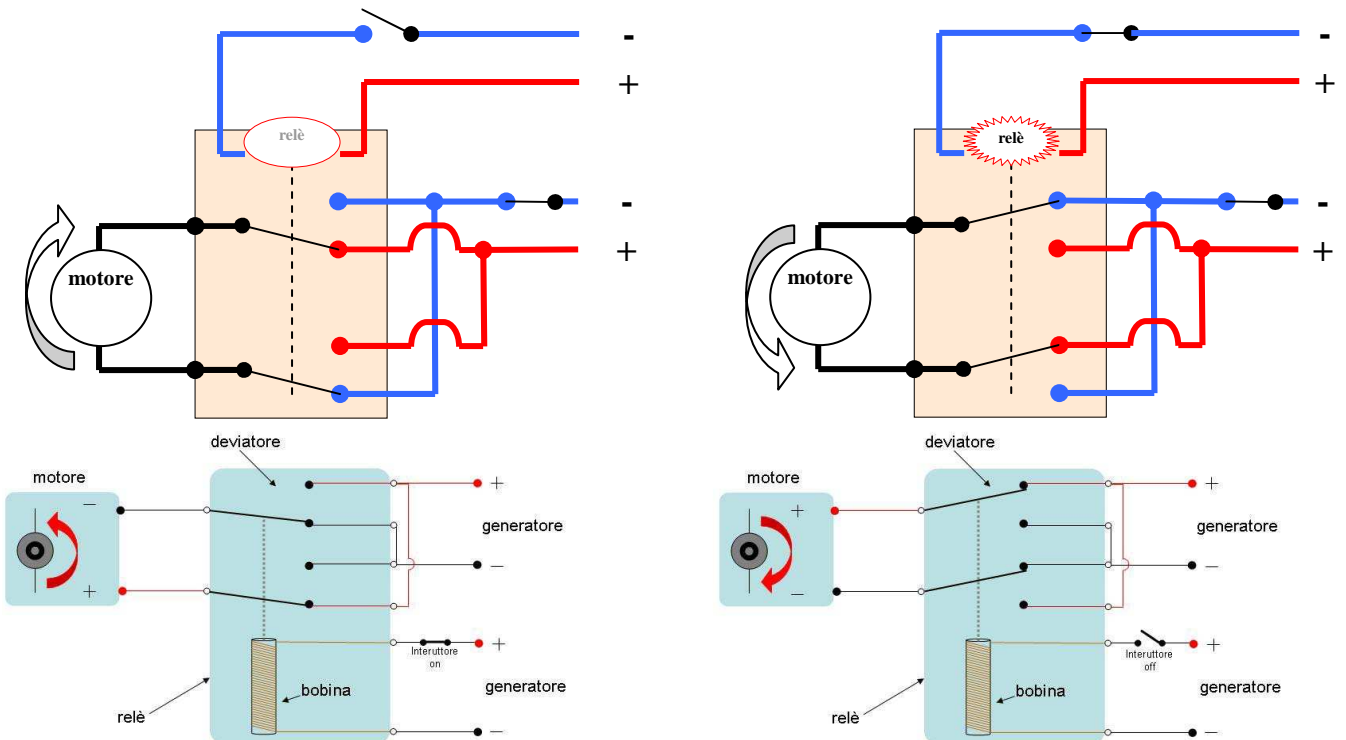
Dunque vi sono due circuiti e due interruttori: uno per fornire la corrente, l'altro per deviarne il flusso grazie al relè.



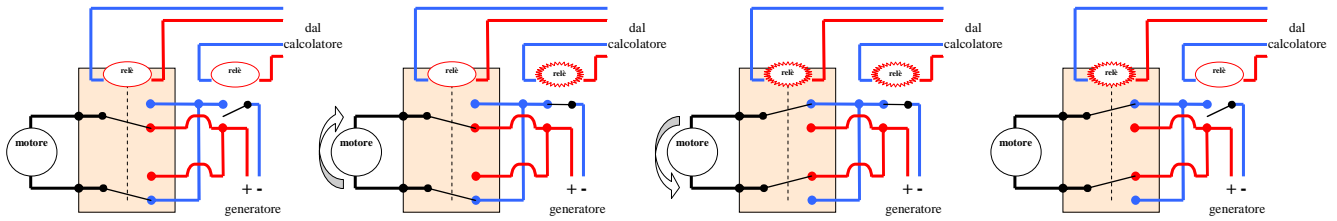
relè con invertitore

In questo caso il relè permette l'inversione del flusso di corrente diretta verso il motore e di conseguenza della rotazione.

Come nel caso del deviatore vi sono due circuiti e due interruttori: uno per fornire la corrente, l'altro per deviarne il flusso grazie al relè. In questo caso però vi è un unico utilizzatore e il relè serve per invertire il flusso della corrente che lo alimenta

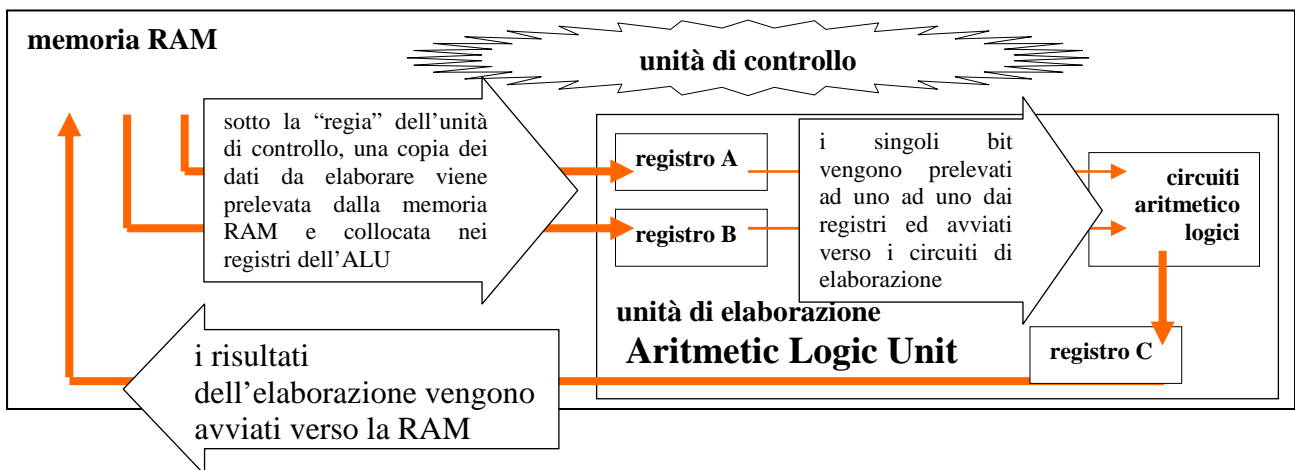


Nello schema che segue abbiamo due relè controllati da un calcolatore. Uno regola l'alimentazione di un motore (relè con interruttore), l'altro inverte il flusso della corrente in modo da far girare il motore al contrario (relè con invertitore). E' la situazione che avevamo nella nostra precedente scheda di robotica (NIOM).

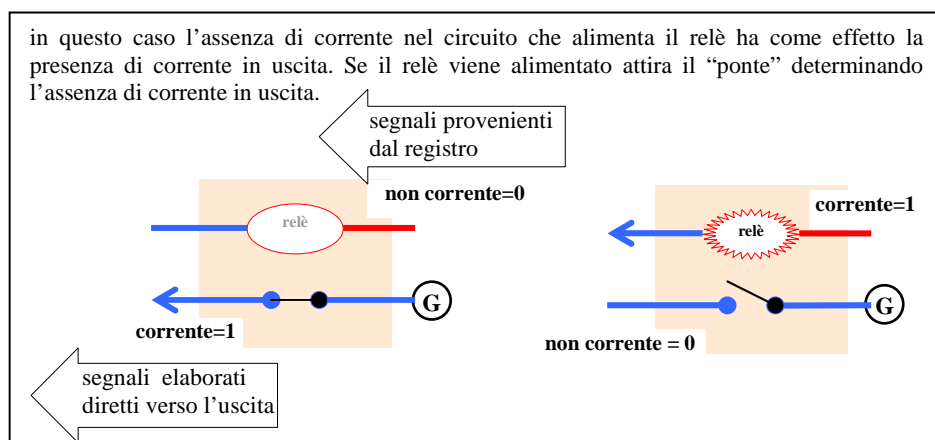


Circuiti per elaborare dati

L'utilizzazione più importante di circuiti e relè avviene però all'interno del calcolatore e rende possibile compiere semplici elaborazioni matematiche. Secondo uno schema proposto negli anni quaranta dal matematico Neumann e rimasto inalterato, il "cuore" del calcolatore è composto da circuiti aritmetico-logici che, sotto la "regia" dell'Unità di Controllo, prelevano i segnali elettrici (assenza o presenza di corrente / zero o uno) da uno o da entrambi i registri dell'unità di elaborazione e compiono su di essi delle elaborazioni matematiche. Ne rivediamo lo schema di funzionamento:



circuito di negazione



Uno dei più semplici è il **circuito di negazione**, utilizzabile per invertire i valori dei singoli bit prelevati da un registro. Di conseguenza ogni **zero** proveniente dal registro viene convertito in **uno** e ogni **uno** viene convertito in **zero**.

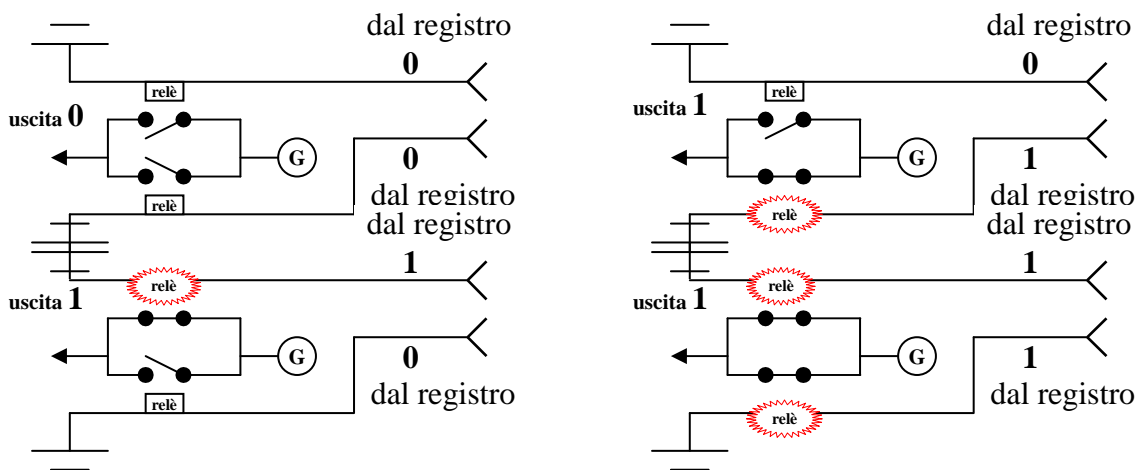
circuito di disgiunzione

Un po' più complesso è il **circuito di disgiunzione** che, all'interno del calcolatore, serve per gestire situazioni logiche che, nella lingua italiana, utilizzano l'espressione **oppure**.

ad esempio: "se avrai ottimo nel compito di italiano oppure nel compito di matematica avrai un premio"

Nel caso del calcolatore avremo due bit provenienti dai due registri dell'ALU. Basterà che uno dei due bit sia ad **uno** (corrente) per avere anche in uscita il valore **uno** (corrente).

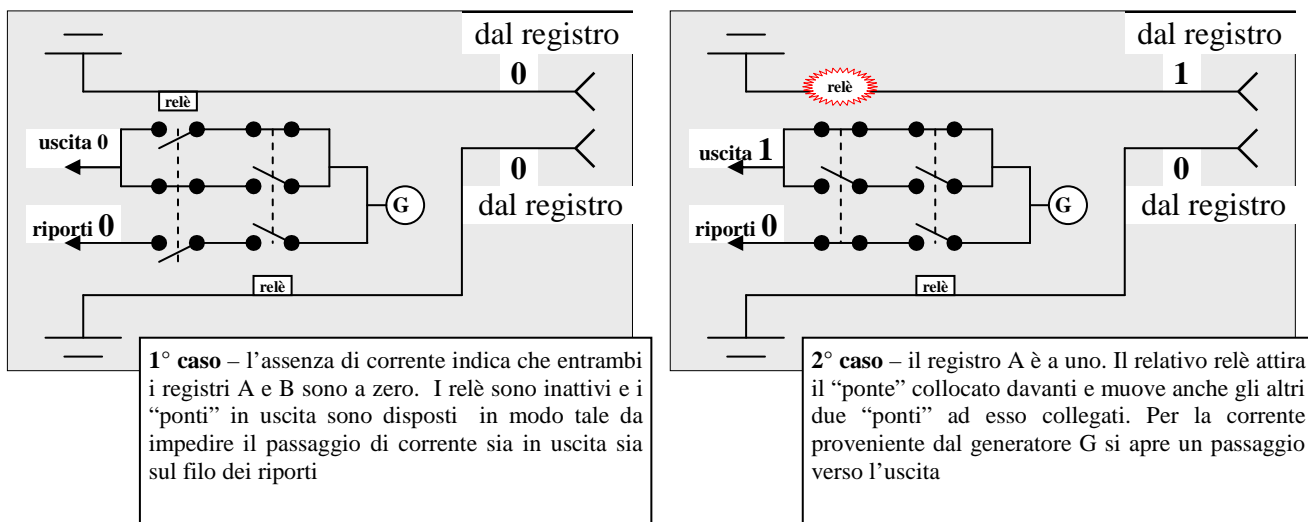
negli esempi che seguono abbiamo le quattro situazioni in cui può lavorare un circuito di disgiunzione. Dai registri A e B provengono le coppie di bit destinate all'elaborazione. Solo se entrambi i bit provenienti da A e B sono a zero in uscita, come risultato dell'elaborazione, vi sarà zero. In tutti gli altri casi la corrente proveniente dal generatore riuscirà a raggiungere l'uscita.

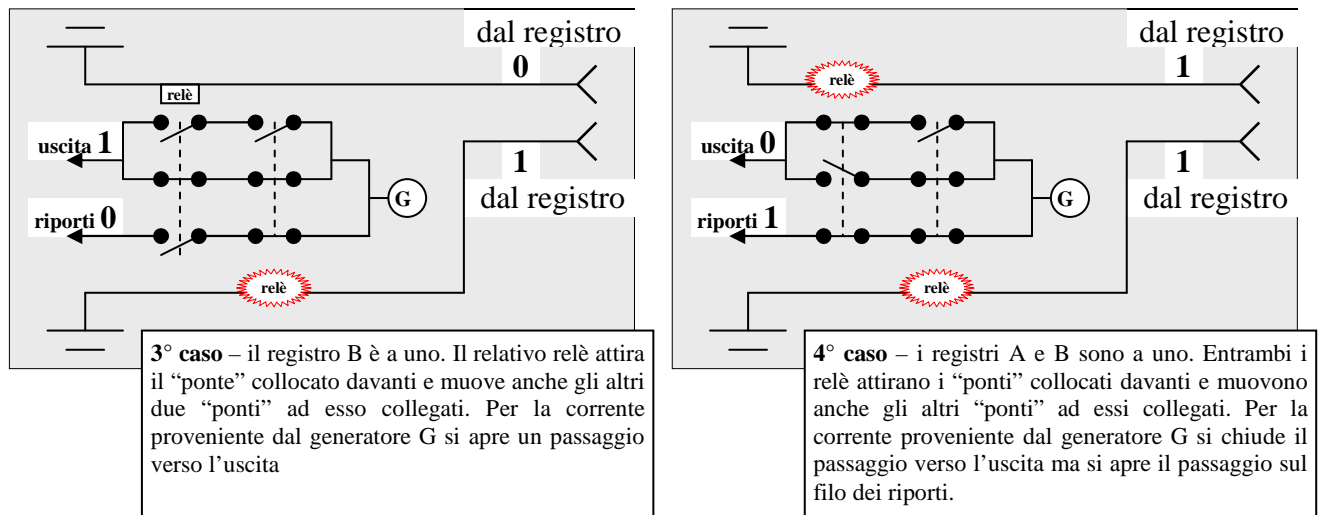


il circuito sommatore

Più complesso ma decisamente più importante perché rappresenta il "cuore" di ogni sistema di elaborazione automatico è il circuito che permette di fare la somma di due numeri binari. Anche in questo caso i byte da elaborare (sommare) sono ospitati nei due appositi registri di memoria della ALU. I circuiti dell'organo aritmetico logico prelevano ogni singolo bit dal registro A e lo sommano al corrispondente bit del registro B. Per accogliere il risultato dell'elaborazione binaria, in aggiunta al filo di uscita, sarà necessario disporre di un altro filo destinato a raccogliere i **riporti**.

Anche in questo caso vediamo le quattro situazioni in cui può trovarsi il circuito addetto a sommare i singoli bit provenienti dai registri A e B.





Tutto questo potrà sembrare molto complesso per ottenere una semplice elaborazione come la somma di uno più uno. Va però tenuto conto dell’incredibile velocità con cui il calcolatore riesce a lavorare. Infatti, in un secondo, il calcolatore è in grado di svolgere milioni di operazioni elementari (come quelle che abbiamo appena visto). E’ dunque la velocità di elaborazione la carta vincente del calcolatore.