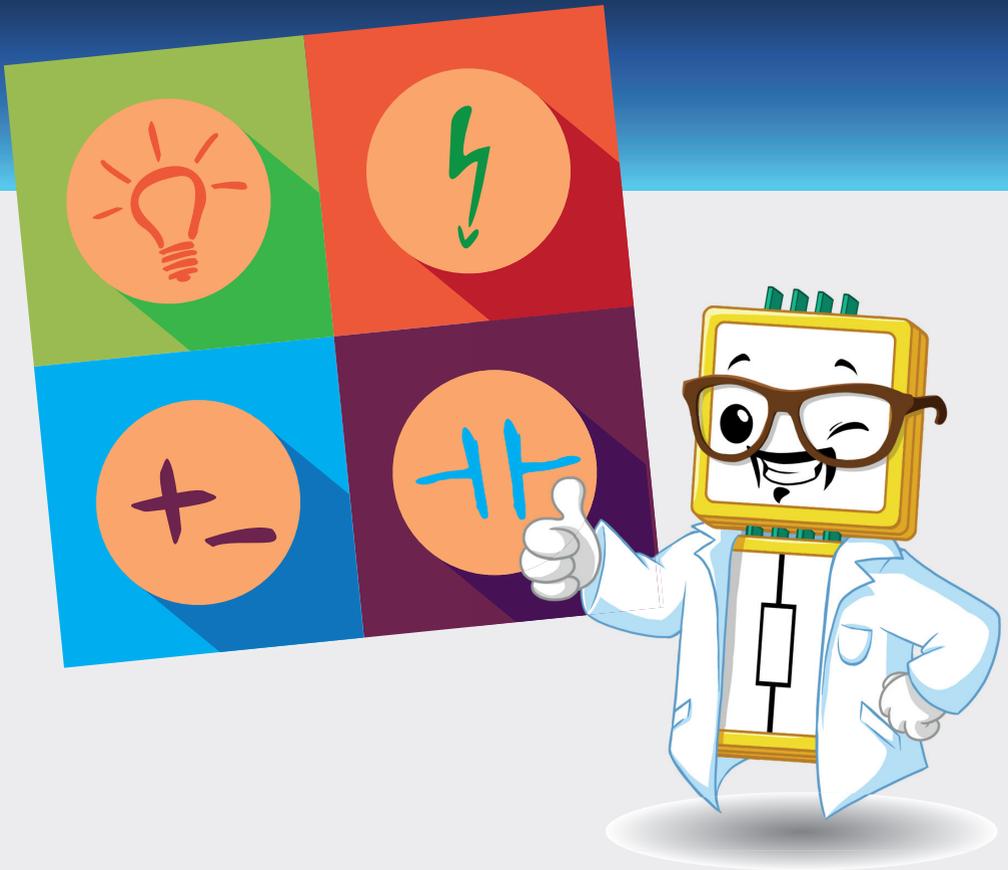




Basic Set

Introduzione all'elettronica



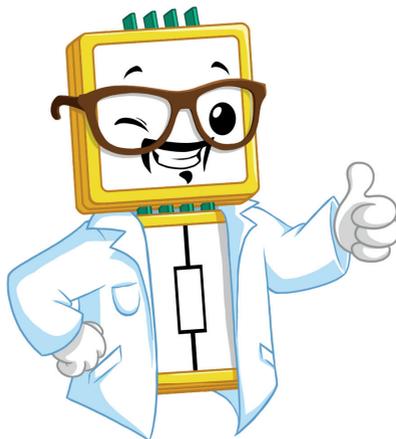
The best way to learn !

Maker Outlook:

Il manuale è solo l'inizio! Sul nostro sito web www.brickrknowledge.de puoi unirti alla nostra Open Source Community e postare le tue idee ed i tuoi suggerimenti. Inoltre, troverai i nostri video più recenti, i circuiti, i moduli e molto altro ancora.

Chiediamo anche il tuo aiuto: non esitare ad inviarci correzioni, desideri e suggerimenti che possano migliorare la qualità del manuale, ora tradotto velocemente per permetterti di essere fra i primi a utilizzare il nuovo Brick'R'Knowledge.

Il futuro della Maker Generation è nelle tue mani!

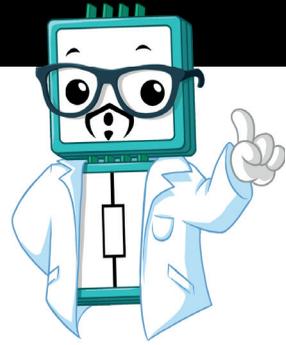




1.	Informazioni sulla sicurezza	4
2.	Introduzione	5
3.	Presentazione di elementi e proprietà	6
4.	Breve presentazione dei moduli	7
4.1	Circuito elettrico – Una breve introduzione	10
4.2	Il LED si accende	11
4.3	Circuito aperto	12
4.4	Massa e moduli	13
4.5	Circuito semplificato con moduli massa	15
4.6	Due LED – Circuito parallelo	16
4.7	Misurazione della polarità	17
4.8	Due LED – Circuito in serie	18
4.9	La resistenza	19
4.10	La resistenza aumenta	20
4.11	La resistenza in un circuito in serie	21
4.12	La resistenza come circuito parallelo	22
4.13	Il potenziometro	23
4.14	Il potenziometro come partitore di tensione	24
4.15	Range esteso del potenziometro (inferiore)	25
4.16	Range esteso del potenziometro (superiore)	26
4.17	Tensione di soglia	27
5.	LDR – Resistenza sensibile alla luce	28
5.1	LDR – Luce al buio	29
5.2	LDR – Luce al buio – Maggiore sensibilità	30
6.	Condensatore come accumulo di carica	31
6.1	Condensatore con maggiore capacità	32
6.2	Condensatore – Una piccola batteria ricaricabile	33
6.3	Condensatore a doppio binario	34
6.4	Condensatore permanente	35
7.	Il transistor come amplificatore	36
7.1	Il transistor come interruttore	37
7.2	LDR e transistor	38
7.3	LDR e transistor – Luce notturna	39
7.4	LDR e transistor – Luce notturna regolabile	40
7.5	Il transistor in un circuito con collettore	41
8.	Conclusioni	42

1. Informazioni sulla sicurezza

Attenzione: non connettete MAI direttamente i moduli del set elettronico all'alimentatore a 230V: **pericolo di vita!**



Per l'alimentazione (9V), utilizzate solo l'alimentatore in dotazione (modulo batteria). La tensione di alimentazione è di solo 9 Volt con una corrente di ca. 1 Ampere, quindi non pericolosa per la vita.

Assicuratevi che nessun cavo elettrico a vista entri in contatto con le normali prese di corrente presenti in un ambiente. In caso contrario, esiste anche qui il pericolo di scosse elettriche o altri rischi per la vita.

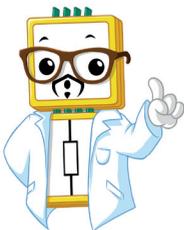
Non guardate mai direttamente un diode (LED) in quanto ciò potrebbe danneggiare la retina (accecare).

Vengono forniti due moduli LED: il LED "verde" (2mA) ed il LED "giallo" (2mA) con un consumo di corrente di 2 milliampere. Non collegate mai il condensatore polarizzato (condensatore elettrolita - ELKO)(100µF) con capacità di 100 micro-Farad direttamente al contatto contrassegnato da "Plus" o indirettamente a quello contrassegnato da "Minus" dell'alimentatore di tensione (9V), ma connettete il contatto contrassegnato da "Plus" solo direttamente o indirettamente al contatto contrassegnato da "Plus" dell'alimentatore di tensione (9).

Si parla di polarità! Se i poli del condensatore elettrolitico sono connessi in modo errato, cioè non secondo quanto descritto nella regola precedente, il condensatore può danneggiarsi -> rischio di esplosione!

È essenziale assicurarsi di scollegare da tutti i moduli l'alimentatore incluso (modulo batteria) dopo gli esperimenti. In caso contrario c'è il rischio di incendi elettrici!

È opportuno che i bambini al di sotto degli 8 anni usino Brick'R'knowledge solo sotto la supervisione di un adulto.



**Non ingerire componenti o altre parti del set elettronico.
In caso ciò dovesse accadere, consultare immediatamente un medico!**

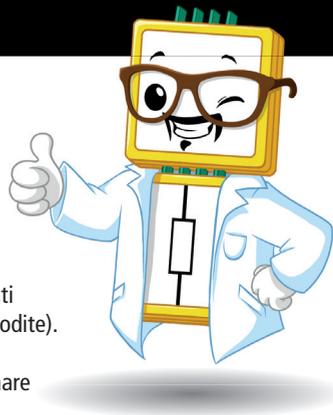
Le ultime informazioni su tutti gli alimentatori, esempi di circuiti ed opzioni per l'ordine sono disponibili in: **www.brickrknowledge.com**

2. Introduzione

Il set elettronico Brick'R'knowledge è una novità a livello mondiale presentata per la prima volta il 28.06.2014 al Maker World all'esposizione HAM Radio di Friedrichshafen .

La peculiarità di questo set elettronico è che i singoli moduli sono collegati mediante un sistema di connessione in cui le parti sono identiche (ermafrodite). In questo modo si possono realizzare anche circuiti elettrici complessi. È anche possibile collegare i singoli moduli ad angoli differenti! Per ritornare al voltaggio 0 Volt (0V, massa) sono subito disponibili due contatti!

Ciò permette di creare circuiti compatti in cui il ritorno a 0V assicura un'alimentazione stabile dei moduli. Un'ulteriore particolarità è che questi circuiti sono molto facili da illustrare e da documentare.



3. Presentazione di elementi e proprietà

Per comprendere gli elementi, dobbiamo spiegare tre concetti base della teoria dell'energia elettrica.

In primo luogo la tensione elettrica (unità: Volt "V", simbolo tedesco "U"): descrive la potenza del campo elettrico con portatori di carica che eseguono un movimento diretto.

Prende il nome da Alessandro Volta, famoso pioniere della fisica vissuto in Italia dal 1745 al 1827.

La corrente elettrica (unità: Ampere "A", simbolo tedesco "I"): descrive il numero di cariche elettriche che attraversano, in un determinato lasso di tempo, una sezione trasversale, ad esempio una linea elettrica.

Prende il nome da André-Marie Ampère, un famoso fisico e matematico francese, vissuto dal 1775 al 1836.

La carica elettrica o anche quantità elettrica (unità: Coulomb "C", simbolo tedesco "Q") è una misura base della fisica.

Se le cariche si muovono attraverso, ad esempio, un conduttore elettrico, parliamo di flusso di corrente. Prende il nome dal famoso fisico francese Charles Coulomb, vissuto dal 1736 al 1806.

La resistenza elettrica (unità Ω - ossia: Ohm, simbolo tedesco "R") è il componente più semplice e più frequentemente utilizzato in elettronica. Limita il flusso di corrente in un circuito in serie e ripartisce la tensione in un circuito parallelo.

Se la resistenza è incorporata in un circuito elettrico, a seconda della tensione passa attraverso di esso esattamente la corrente permessa dalla sua resistenza. Georg Simon Ohm è stato un famoso fisico tedesco, vissuto dal 1789 al 1854.

Un'altra resistenza elettrica è la fotoresistenza. È modificabile. Se viene irradiata dalla luce, ha un valore di resistenza molto basso mentre, se non viene colpita dalla luce, il valore della resistenza aumenta. È uno dei semiconduttori che permettono il flusso di corrente solo in determinate condizioni. Le sue caratteristiche si basano sull'effetto fotoelettrico, grazie alla spiegazione del quale Albert Einstein ricevette nel 1921 il Premio Nobel per la Fisica. Il fenomeno era già stato osservato da altri ricercatori nel 1887.

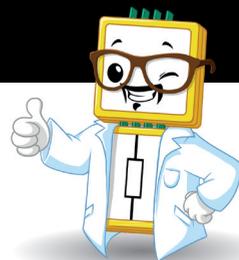
Anche il diodo è un semiconduttore che permette alla corrente di fluire solo in determinate condizioni. Ad un diodo è necessario applicare la tensione con polarità corretta. Deve essere connesso nella direzione del flusso di corrente tecnico.

Il nostro set elettronico di base contiene un particolare diodo luminoso, un LED. Il suo comportamento da semiconduttore viene spesso utilizzato dalla tecnologia in molti campi. Il fenomeno è stato scoperto nel 1874, dal 1925 viene utilizzato nell'industria.

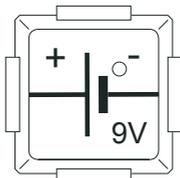
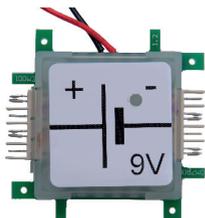
Il condensatore è un particolare dispositivo elettronico che immagazzina energia elettrica in forma di carica (Coulomb) con una tensione (Volt). Il condensatore può essere caricato con energia elettrica. In questo caso la sua proprietà è la capacità "C". L'unità di capacità è Farad, dal nome del famoso fisico inglese Michael Faraday, vissuto dal 1791 al 1867. Sebbene un condensatore sia spesso descritto con l'esempio di due piastre contrapposte, la sua forma può anche essere cilindrica. Il primo comportamento tipo del condensatore era già stato dimostrato in modo indipendente nel 1745 e nel 1746. Lo stesso Alessandro Volta si occupò del condensatore, ovvero dell'accumulo di energia elettrica sotto forma di carica e di tensione, influenzando in tal modo notevolmente lo sviluppo del condensatore per portarlo a quella che oggi è la sua importanza.

Il transistor è un semiconduttore che in realtà non conduce corrente secondo modalità già note. Deve essere integrato correttamente nel circuito, così come un diodo, ma lascia passare la corrente ad un'ulteriore condizione. Il transistor interviene attivamente nei processi di gestione all'interno di un circuito. Gestisce il flusso di corrente su due delle sue porte tramite la terza. Il transistor è stato scoperto nel 1925, ma è stato denominato tale solo dal 1948. Dagli anni '60 viene utilizzato su larga scala. In un moderno processore del computer di casa sono implementati circa 1,9 miliardi di transistor.

4. Breve presentazione dei moduli

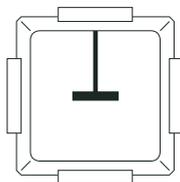


**Batteria/
Alimentatore**



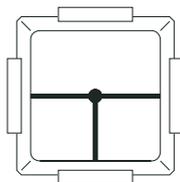
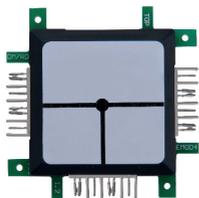
In ogni circuito deve essere installata per ultima, quando il circuito è già stato controllato; in caso contrario esiste il pericolo di cortocircuiti! Il modulo batteria alimenta il circuito con energia elettrica. Viene fornito con un alimentatore. La tensione di alimentazione è di 9 Volt (9).

Massa (3x)



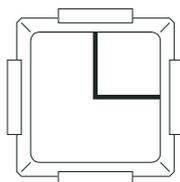
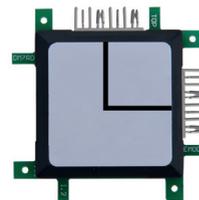
Un modulo molto importante, perché fornisce un circuito chiuso in circuiti complessi. Se manca, è molto più difficile creare circuiti complessi. Connette i due contatti centrali con i contatti esterni riservati alla chiusura del circuito. Con il termine massa, si definisce in elettronica la tensione di riferimento di zero Volt (0V).

**Ramificazione a
T (3x)**



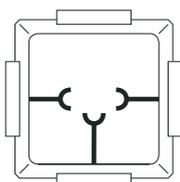
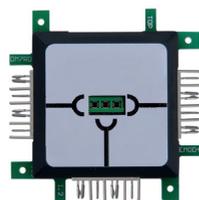
Rende disponibile una ulteriore diramazione. La massa, ovvero il potenziale 0V, è collegata, come tutti i moduli, tramite i contatti esterni.

Angolo (2x)

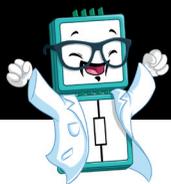


L'angolo può collegare due moduli ad angolo di 90°

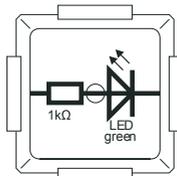
Contatti



I contatti del tipo presa sono adatti ad una facile connessione di cavi o anche alla veloce installazione di elementi non inclusi nel nostro set.

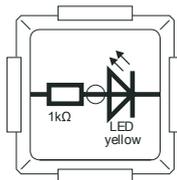


LED verde 2mA

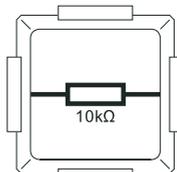
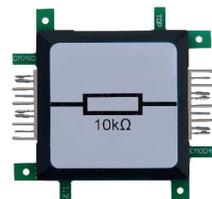


Il nostro set contiene due componenti LED nei colori giallo e verde. Questi colori sono visibili solo quando, attraverso il diodo, fluisce corrente elettrica. La corrente deve essere di almeno 2mA. La resistenza mostrata nel simbolo (1kOhm) è progettata per la protezione del diodo ed in modo tale che, in caso di tensione a 9V, il diodo non venga danneggiato. Senza resistenza, i nostri diodi hanno una tensione di funzionamento da 1,6V a 2,5V. Inoltre, prestate attenzione alla corretta polarità. La freccia sul modulo LED deve avere la direzione del circuito, ovvero da "Plus" (+) a "Minus" (-).

LED giallo2mA

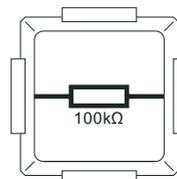
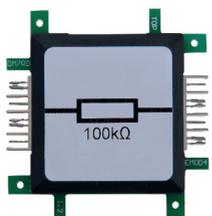


**Resistenza
10 kOhm**



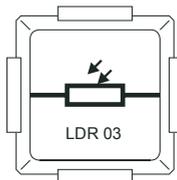
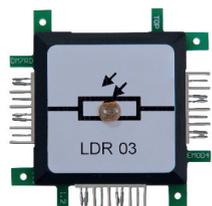
Questo modulo è una resistenza elettrica della grandezza di 10.000 Ohm (10k Ohm). Le resistenze sono usate nei circuiti elettronici per regolare correnti e tensioni. Ad una maggiore resistenza corrisponde una peggiore conduzione della corrente. La resistenza è una misura del flusso di corrente dipendente dalla tensione. 1 Ohm corrisponde ad un flusso di corrente di 1 Ampere ad una tensione di 1 Volt, 10k Ohm corrispondono a 0,0001A (100μA) a 1V.

**Resistenza
100 kOhm**

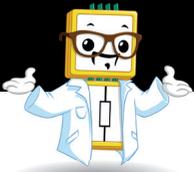


Questo modulo è una resistenza elettrica a 100.000 Ohm o 100kOhm. Tale valore corrisponde ad un flusso di corrente di 10 micro-Ampere (10μA) ad una tensione di 1V.

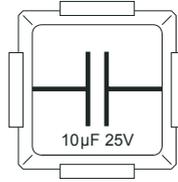
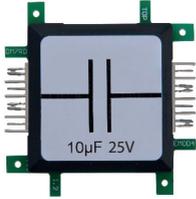
LDR 03



LDR è la definizione inglese di fotoresistenza, ovvero la sua capacità di influenzare la corrente elettrica è determinata dalla luce che la colpisce. Se illuminata, la nostra LDR 03 ha solo una bassa resistenza elettrica pari a 100 Ohm, al buio una di molte migliaia di Ohm. La variazione del valore della resistenza è fluida.

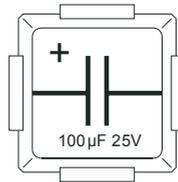
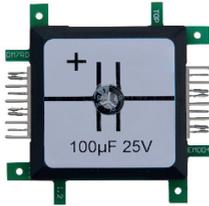


Condensatore 10 μ F



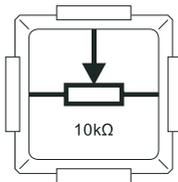
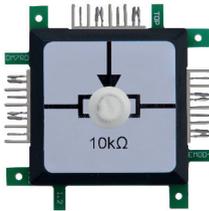
Il nostro set include un condensatore con la capacità di 10 milionesimi di un Farad (10 μ F). Può immagazzinare e rilasciare energia elettrica molto velocemente, come fa un elastico con l'energia meccanica. 1 Farad significa che una tensione di 1 Volt si ottiene quando si carica per 1 secondo la corrente ad 1 Ampere. Solitamente, i condensatori hanno capacità molto ridotte. La tensione non deve superare i 25 Volt!

Condensatore 100 μ F



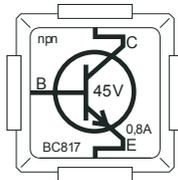
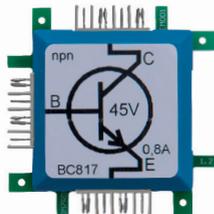
Il nostro set include anche un condensatore elettrolitico da 100 μ F, che è possibile utilizzare fino ad una tensione di 25 Volt. Il condensatore sporge dal modulo. Per questo condensatore, chiamato anche ELKO, è necessario prestare attenzione all'anodo (Plus(+)). Può essere collegato, direttamente o indirettamente, solo all'attacco positivo (+) dell'alimentatore (9V).

Potenzimetro 10kOhm



Il potenziometro è una resistenza modificabile manualmente. Un terzo contatto (cursore) percorre la lunghezza della resistenza ed in questo modo modifica il livello della resistenza elettrica al suo attacco. È possibile modificare il valore da 0 Ohm a 10kOhm. Evitare sempre un cortocircuito! Se il cursore o un altro contatto è connesso direttamente all'alimentatore, può provocare un cortocircuito.

Transistor npn BC817



Il transistor può venire danneggiato se tra gli attacchi B (base) ed E (emittente) o tra l'attacco C (collettore) ed E viene applicata direttamente una tensione senza la presenza di una resistenza! I transistor sono interruttori elettronici che, a differenza di un interruttore della luce, non vengono azionati manualmente, ma tramite un flusso di corrente sul loro attacco B. Poi, tra il collettore e l'emittitore, passa un flusso di corrente. Per evitare il danneggiamento del modulo, il flusso di corrente (da C a E) non deve superare gli 0,5A per arrivare al massimo e per poco tempo agli 0,8 Ampere.

4.1. Circuito elettrico – Una breve introduzione



Nel nostro esperimento 3.2 utilizzeremo il termine "lavoratore" per descrivere figurativamente il funzionamento della corrente elettrica in un circuito. Il testo che segue si propone di spiegare in modo più preciso il circuito e questi "lavoratori". Con "lavoratori" si indicano gli elettroni che possono muoversi liberamente nei metalli. Ciò è molto importante, perché gli elettroni portano l'energia messa a disposizione dalla sorgente di energia sul luogo dove svolgono il loro lavoro.

La direzione tecnica è specificata dal polo positivo (anodo), al polo negativo (catodo). In questo caso si parla di direzione tecnica della corrente descritta quando la struttura dei corpi più piccoli ed indivisibili, gli atomi, non era ancora conosciuta molto bene. Oggi sappiamo che l'effettiva direzione del flusso di corrente è esattamente inversa e passa, quindi, dal polo negativo al polo positivo. Non è poi così male, perché, in fondo, il principio del flusso di corrente non era sbagliato!

Anodo e catodo sono i termini greci per "ascendente" e "discendente". Sulla base delle osservazioni durante esperimenti, ca. 230 anni fa gli scienziati giunsero alla conclusione che i portatori di carica si muovono verso un elettrodo e respingono dall'altro. L'elettrodo di destinazione di questo movimento è chiamato anodo e l'elettrodo di partenza catodo. Poiché i nostri "lavoratori" hanno tutti una carica negativa, se si guarda la batteria dall'esterno si muovono dal catodo verso l'anodo. Ora veniamo al nostro circuito elettrico. La prima regola è: il circuito deve essere sempre chiuso. Questo permette un movimento direzionale dei "lavoratori". Nelle scienze naturali, in particolare nella fisica, vi è il principio di causalità. Pertanto, un evento si verifica solo a seguito di una causa. Inoltre, causa ed effetto sono interconnessi tramite la mediazione.

L'esatta sequenza è la seguente: in primo luogo la causa, poi la mediazione ed infine l'effetto.

Riferito al nostro circuito, ciò significa: la tensione sulla sorgente di tensione è la causa, i nostri "lavoratori" sono il mediatore e la conversione di energia, ad esempio, in un motore o in una lampada, è l'effetto. Se il circuito è interrotto, la corrente elettrica, ovvero i nostri "lavoratori", non può più raggiungere il luogo dell'effetto. Desideriamo spiegarvi la tensione elettrica seguendo un modello logico: se si tende un elastico tra la mano destra e sinistra, più si allontana la parte sinistra da quella destra, maggiore sarà la forza di ritorno dell'elastico.

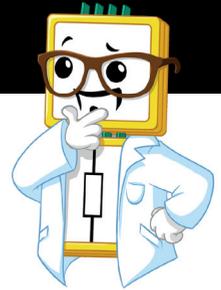
L'elastico è sotto tensione meccanica e vuole distendersi nuovamente. I "lavoratori" nella nostra sorgente di tensione sono stati prelevati dalle loro case, lo stato energeticamente più favorevole, e desiderano ora fortemente ritornare a casa. Quanto maggiore è la forza usata per separare i "lavoratori" dalla loro casa, tanto maggiore è la tensione con la quale essi vogliono ritornare. Viene definita come "separazione di carica".

La forza reciproca che agisce tra le due estremità dell'elastico, può essere definita come una differenza di potenziale. Ciò stabilisce a sua volta la tensione. In un circuito chiuso, i "lavoratori" sono riconvertiti allo stato di scarica. A questo scopo rilasciano la loro energia, ad esempio al motore o al LED. A tal proposito, i nostri "lavoratori" si applicano molto e non si arrabbiano per il fatto di essere stati separati dalle loro case. Perché sono in realtà elettroni, particelle molto piccole che non hanno coscienza ed agiscono esattamente come noi vogliamo se noi, da parte nostra, ci comportiamo in modo esperto e non causiamo un cortocircuito o interrompiamo il circuito elettrico.

Buon divertimento con il nostro set elettronico di base dal vostro Brick'R'knowledge Team!



4.2. Il LED si accende



La prima struttura di un circuito è costituita da due elementi: una sorgente di tensione ed una sorgente luminosa (LED) con una resistenza in serie (inoltre: due componenti ad angolo e due a T).

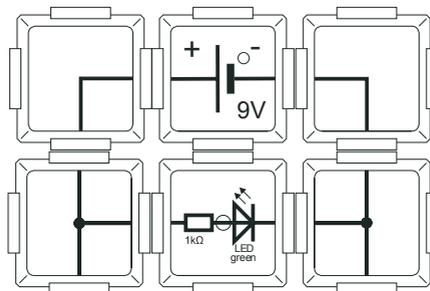
La sorgente di tensione è un modulo contrassegnato da una lunga linea sottile (+), da un breve trattino spesso (-) e dalla scritta "9V". La sorgente di tensione è contraddistinta da poli, il che significa che invia al polo negativo (breve trattino spesso) i "lavoratori" che svolgono il loro lavoro nei componenti a loro collegati per poi rimandarli, una volta terminato il compito, al polo positivo (lunga linea sottile). Il termine "9V" indica quanti di loro lo fanno. "9V" è l'altezza della proprietà "V". "V" (Volt) è la tensione elettrica e quindi anche una caratteristica della nostra sorgente di tensione.

Questa sorgente di tensione invia i nostri "lavoratori" con nove Volt. I nostri "lavoratori" sono, in qualità di elettroni, dei portatori di carica e, insieme a resistenza (R) e tensione (V), generano il flusso di corrente (A).

Il LED è il luogo dove i nostri "lavoratori" svolgono il loro compito, ovvero produrre luce. LED significa: diodo che emette luce. (Nota: non ogni sorgente luminosa è un diodo e non ogni diodo è una sorgente luminosa!)

Ciò significa che lascia i nostri "lavoratori" alla loro postazione di lavoro solo quando il polo positivo della sorgente di tensione è collegato alla fine "spuntata" della freccia LED indicata nello schema elettrico. Se la fine "appuntita" della freccia è collegata al polo positivo della sorgente di tensione, i nostri lavoratori vengono bloccati - questo è il motivo per cui la freccia nello schema elettrico del diodo ha una barra prima della fine "appuntita" della freccia. La resistenza supplementare resa disponibile dal LED nello schema elettrico ha il compito di ridurre il numero dei "lavoratori", perché il loro numero così elevato danneggerebbe il LED in un tempo molto breve. Si parla anche di resistenza in serie.

Al momento della impostazione, vi preghiamo di ricordare che i nostri "lavoratori" hanno difficoltà a muoversi in altri materiali come plastica, ceramica, vetro e aria. Ma sono molto mobili in metalli come ferro, rame o oro. Per portare i nostri "lavoratori" al loro posto di lavoro e lasciarli liberi una volta terminato, è necessario chiudere un circuito. La nostra sorgente di tensione è punto di partenza e di arrivo. Si parla di circuito elettrico. Per impostare un cosiddetto circuito sono necessari due componenti ad angolo ed un modulo a T. Quando collegate i moduli, assicuratevi che i contatti in metallo si tocchino nel punto di connessione. Nelle sezioni seguenti, sostituiremo il termine "lavoratori" con il termine "flusso di corrente", perché quest'ultimo descrive meglio il comportamento dei nostri "lavoratori".



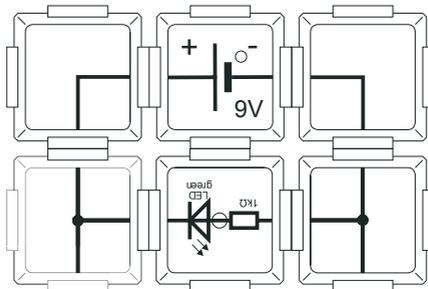
4.3. Circuito aperto

Configurazione sperimentale: modulo sorgente di tensione, LED verde, 2x modulo ad angolo, 2x modulo a T

La seconda struttura di un circuito è costituita da due elementi: una sorgente di tensione ed un LED con una resistenza in serie. (In aggiunta: 2 moduli ad angolo e 2 a T)

In questo esperimento, il LED viene integrato nel circuito nel senso di sbarramento e, quindi, non si accende. È sempre molto importante tenere presente il corretto funzionamento del LED. Si accende solo quando è integrato nel circuito nel senso di conduzione. Il simbolo circuitale del LED è una freccia. La freccia deve puntare dal potenziale positivo (Plus) verso il potenziale negativo (Minus) della sorgente di tensione: in questo modo rende possibile un corretto flusso ed il LED si accende. L'inizio della freccia è chiamato anodo, la fine della freccia catodo. La barra sul catodo indica che la corrente non può fluire, se si applica qui il potenziale positivo della sorgente di tensione.

In questo caso il LED agisce come qualsiasi altro diodo. È paragonabile ad una porta che può girare solo in una direzione ed alla quale si può accedere solo dalla stessa direzione. Se desidero attraversare la porta nel senso di sbarramento, la spingo con forza, ma mi viene sbarrata la strada. Tutti gli elementi del catodo sono contrassegnati da un trattino o da una barra. Nel senso di conduzione, viene collegato al polo negativo della sorgente di tensione. Questo trattino o barra indica che qui il potenziale positivo viene bloccato.



NON SI ACCENDE!!!

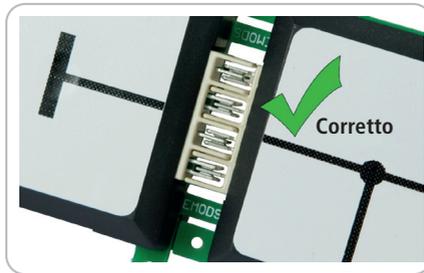


4.4. Massa e moduli

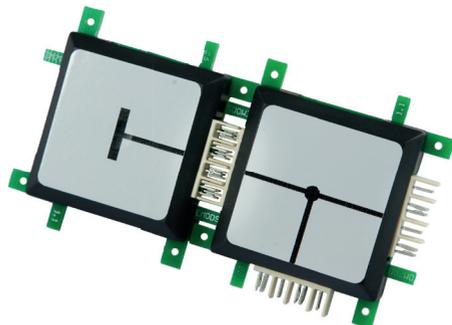
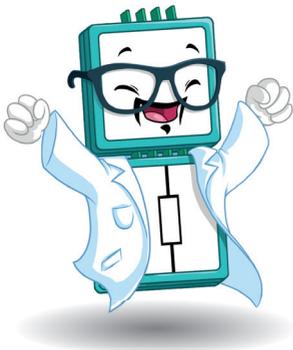
Il modulo "massa" è una componente essenziale del nostro set elettronico. Grazie ad altri moduli o connessioni riduce il numero di linee aggiuntive. Questo svela il segreto dei nostri connettori a quattro poli. I due contatti centrali sono riservati alla trasmissione del segnale. I due contatti esterni servono per la chiusura del circuito elettrico, ovvero per la ritrasmissione del flusso di corrente alla sorgente di tensione. Ciò realizza il modulo "massa". Questo modulo è quindi chiamato "modulo massa", perché in elettronica viene definito "massa" non il peso del modulo, ma il potenziale di riferimento rispetto al quale sono definiti tutti gli altri potenziali. Il nostro modulo massa crea questa connessione a 0V. Nel nostro circuito si tratta di 9 Volt contro 0 Volt: si parla semplicemente di "nove Volt". In elettronica i circuiti elettronici vengono realizzati in modo che, una volta che tutti gli elementi sono connessi secondo il loro funzionamento in circuiti più o meno complessi, questi vengono collegati alla "massa". Questo permette di leggere gli schemi elettrici. Il nostro modulo massa collega i due contatti centrali con i due contatti esterni. In questo modo non provochiamo un corto circuito, perché la corrente scorre ancora attraverso gli elementi all'interno dei moduli.



Quando si assemblano i moduli, è necessario fare attenzione a che i contatti entrino in contatto correttamente, altrimenti c'è pericolo di interruzioni o anche di cortocircuiti!

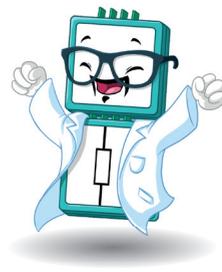


I moduli precedenti non erano dotati di guide. Potevano quindi separarsi più facilmente gli uni dagli altri, in modo da non avere più nessun contatto. I nuovi moduli sono dotati di una guida che facilita la creazione del contatto.



Ecco un esempio di una connessione inserita correttamente. La connessione è formata da piccoli pin che si incastrano meccanicamente e conducono anche energia elettrica. Per garantire l'isolamento tra i contatti ed evitare un corto circuito, sono utilizzati divisori di plastica che non conducono corrente elettrica.

Quando si assemblano i moduli, è necessario fare attenzione a che i contatti entrino in contatto correttamente, altrimenti c'è pericolo di interruzioni o anche di cortocircuiti!



Nella figura sottostante è possibile vedere un esempio di una connessione difettosa. Tra i contatti ci sono ancora distanze che non possono garantire un flusso sicuro di corrente. Il circuito elettrico rimane "aperto" o è instabile ed il funzionamento non è possibile.

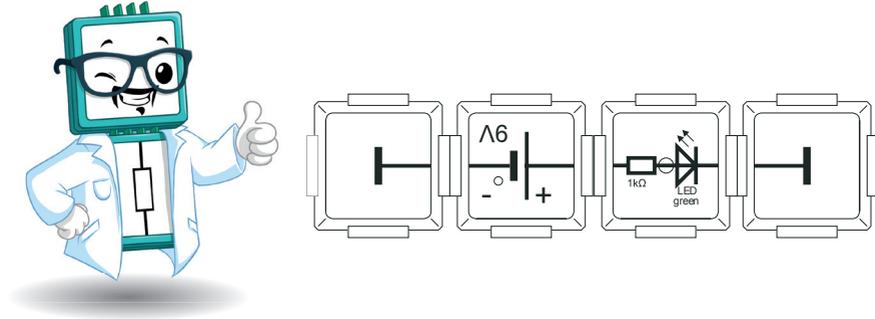


È molto importante controllare il corretto posizionamento dei pin: se sono troppo distanti tra loro, ci potrebbe essere un corto circuito. La corrente non fluisce nei nostri elementi con l'effetto desiderato, ma cerca la via più breve per ritornare alla sorgente di tensione. Un cortocircuito porta al flusso di corrente massimo, perché l'unica resistenza, che la corrente deve superare, è la resistenza interna della sorgente di tensione. Tale resistenza è molto piccola e questo è il motivo per cui la corrente di cortocircuito, in caso di durata prolungata, può portare a surriscaldamento. In questo caso c'è pericolo di incendio!

Importante: verificare sempre il giusto posizionamento dei contatti!!!!

4.5. Circuito semplificato con moduli massa

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED verde, 2x modulo massa**

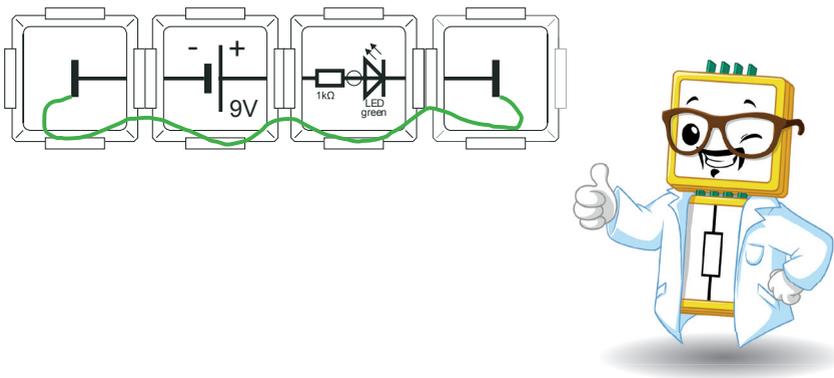


Con i moduli massa, la configurazione sperimentale diventa notevolmente più semplice in quanto sono necessari solo 4 moduli invece dei 6 finora richiesti. Naturalmente, il circuito elettrico viene chiuso, anche se i moduli massa a sinistra e a destra dei moduli centrali sembrano finire nel vuoto. I moduli massa garantiscono la connessione tra le estremità.

Ciò viene realizzato con una connessione dei due contatti interni verso quelli esterni. Ogni esperto riconosce il simbolo massa alla fine della punta "spuntata" e sa che qui ha luogo il ritorno della corrente ovvero la chiusura del circuito elettrico.

Il simbolo massa consente di risparmiare tempo in applicazioni professionali e permette una migliore visione d'insieme di schemi elettrici complessi.

Flusso della linea di massa:

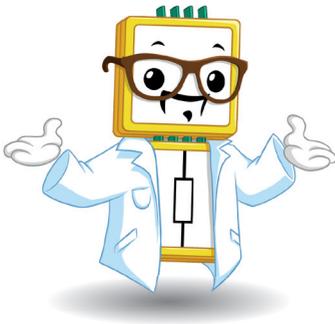
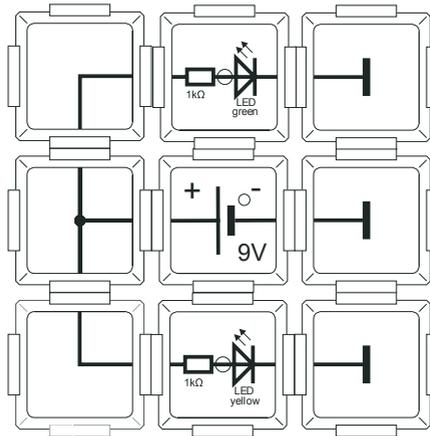


4.6 Due LED – Circuito parallelo

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED verde, LED giallo, 3x modulo massa, 2x modulo ad angolo**

Il nostro set elettronico comprende due moduli LED, uno verde ed uno giallo. Possono essere utilizzati insieme in un circuito. Entrambi i moduli LED si accendono solo se sono collegati correttamente, cioè con l'anodo al potenziale positivo della sorgente di tensione. Un circuito parallelo è sempre disponibile se il flusso di corrente ha due o più opzioni per trovare il modo per andare dal polo positivo a quello negativo. Nel nostro esempio, i LED si accendono contemporaneamente, perché la corrente fluisce attraverso entrambi i moduli LED in direzioni diverse.

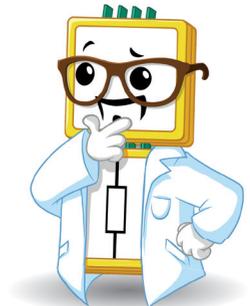
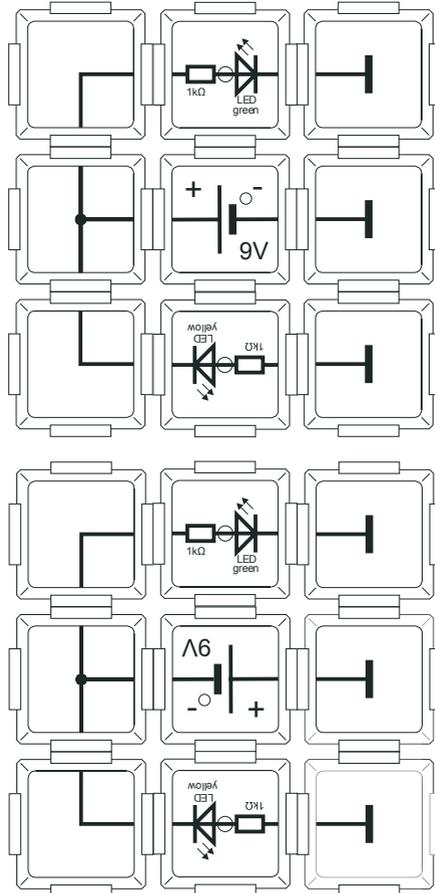
I nostri moduli LED compresi nella fornitura hanno una resistenza in serie di 1 k Ω , perché i LED verdi e gialli richiedono entrambi circa la stessa tensione di funzionamento, da 1,6 a 2,5 Volt. LED con altri colori hanno anche differenti tensioni di funzionamento e, quindi, sono necessarie differenti resistenze in serie. Ad esempio, i LED rossi e blu, in presenza della medesima resistenza in serie, non si accendono contemporaneamente. Siccome il LED rosso ha una tensione di funzionamento inferiore a quello blu, prima si accenderebbe e poi verrebbe danneggiato all'accensione del LED blu. La tensione di alimentazione deve continuare a crescere in un circuito parallelo. I LED hanno una tensione di funzionamento relativamente piccola e sono poco utilizzati senza resistenza in serie. Nella maggior parte dei casi, se un LED viene fatto funzionare senza una resistenza in serie, si rompe.



4.7 Misurazione della polarità

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED verde, LED giallo, 3x modulo massa, 2x modulo ad angolo, 1 modulo a T**

Se i due LED sono accesi in modo antiparallelo, è possibile determinare la polarità della batteria usata (alimentatore). C'è sempre uno solo dei due LED acceso, non importa come viene inserito il modulo batteria.



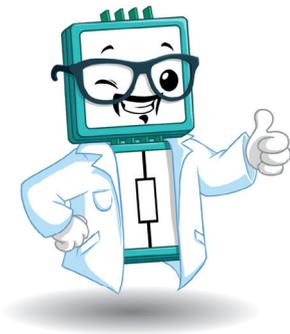
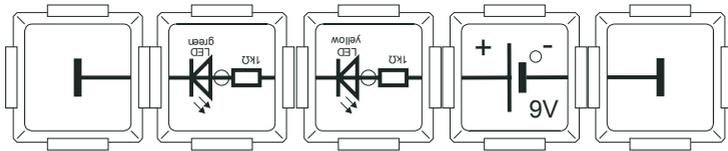
4.8 Due LED – Circuito in serie

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED verde, LED giallo, 2x modulo massa**

Come esempio di un circuito di base di un circuito elettrico, costruiamo ora un circuito in serie. Il collegamento in serie è, accanto al circuito parallelo, la seconda possibilità per realizzare un flusso di corrente attraverso due o più elementi elettronici. Si parla anche di circuito in serie. In questo caso, i nostri moduli LED sono posizionati nel circuito elettrico l'uno dietro l'altro. Il polo positivo della sorgente di tensione è collegato all'anodo del LED giallo.

Il LED giallo inoltra il flusso di corrente del suo catodo verso l'anodo del LED verde. La corrente è ora costretta a fluire attraverso entrambi i moduli per poter così raggiungere, dal polo positivo della sorgente di tensione, il polo negativo della sorgente di tensione.

Le resistenze in serie nei moduli LED si sommano, il flusso di corrente si riduce della metà. Ciò può essere osservato dalla potenza di luminescenza dei LED, la cui intensità è inferiore rispetto a quella del circuito in parallelo.



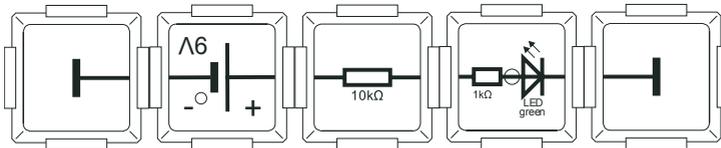
4.9 La resistenza

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED verde, LED giallo, 2x modulo massa, modulo resistenza (10K Ω)**

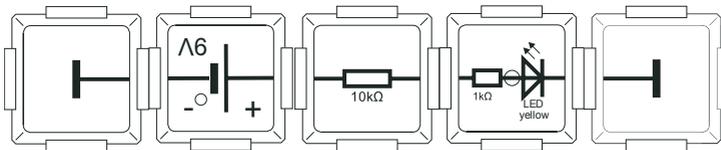
La resistenza elettrica diminuisce il flusso di corrente elettrica. Questa proprietà è essenziale per i circuiti elettronici. Attraverso di essa, il flusso di corrente può essere manipolato o può essere impostata la tensione desiderata. Si tratta, quindi, di una proprietà desiderata e necessaria di un componente elettronico, diversa da quanto il nome lascia pensare. Isolatori e superconduttori sono gli esempi estremi di una resistenza elettrica. L'isolatore ha, in teoria, una resistenza infinita, mentre il superconduttore non ha alcuna resistenza. Il valore della resistenza elettrica è misurato in Ohm (Ω). Se un circuito elettrico non avesse nessuna resistenza, la corrente che scorre in esso sarebbe infinitamente alta, cosa impossibile.

Anche in caso di cortocircuito, ovvero lo scambio diretto di carica tra polo positivo e polo negativo della sorgente di tensione, ogni circuito elettrico deve superare ancora almeno la resistenza interna. Se si confronta la corrente elettrica con un flusso di acqua diminuito a causa del diametro del tubo che in un determinato punto si restringe, diventa subito chiaro che la quantità di acqua si riduce quanto più il diametro del tubo diminuisce. Se comunque desidero che fluisca la stessa quantità di acqua (nello stesso lasso temporale), devo aumentare la pressione sul lato di entrata. La pressione è l'equivalente della tensione elettrica, il flusso d'acqua è la corrente elettrica e la resistenza d'attrito del tubo dell'acqua è la resistenza elettrica. Aumentando la pressione dell'acqua, attraverso il nostro tubo fluirà, nello stesso lasso di tempo, una maggiore quantità d'acqua.

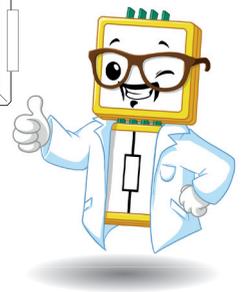
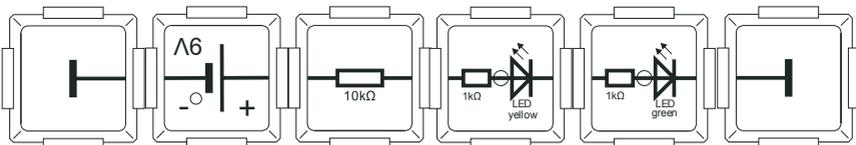
La differenza di pressione dell'acqua tra ingresso e uscita dal nostro tubo è analoga alla caduta di tensione tramite una resistenza elettrica. Le proprietà tensione (V), corrente (A) e resistenza (Ω) sono in stretta relazione. Vale la seguente relazione: tensione (V) è uguale al prodotto di corrente (A) e resistenza (Ω) ($V = \Omega \times A$). Un flusso di corrente di 0,9 Ampere si raggiunge, quindi, quando ad una resistenza di 100 si applica una tensione di 9 Volt. Nel nostro circuito, le resistenze sono molto più grandi, cosa che, a parità di tensione, ha come conseguenza un flusso di corrente molto più piccolo. (da 10 Ω a 10,000 Ω risultano 0,9 Ampere per 0,0009 Ampere a 9 volt).



Con il LED giallo.



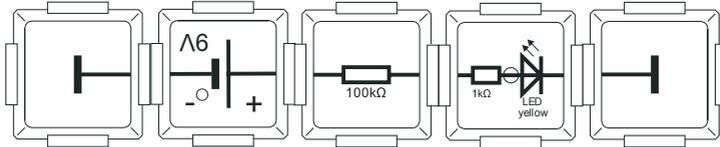
O con ancora minore intensità, perché entrambi i moduli LED sono collegati in serie.



4.10 La resistenza aumenta

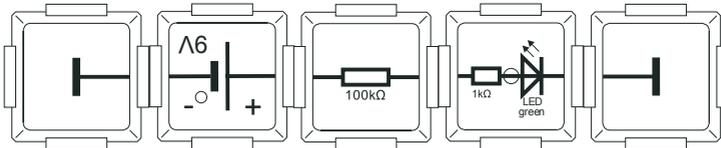
Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED verde, LED giallo, 2x modulo massa, modulo resistenza (100kΩ)**

Utilizzando la resistenza a 100.000 Ω fornita nel set elettronico, riduciamo ulteriormente il flusso di corrente. Siccome la tensione (9V) rimane invariata, il LED diminuisce nuovamente la sua intensità.



Funziona anche con il LED verde in quanto la tensione di funzionamento dei LED giallo e verde è simile.

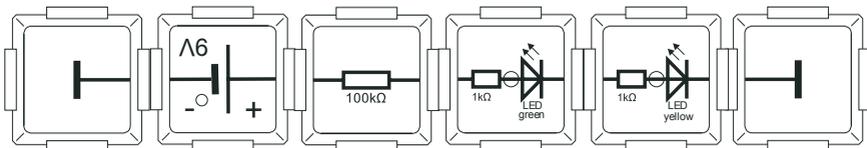
Il flusso di corrente massimo ora possibile risulta dal quoziente di tensione (9V) e dalla resistenza di 100.000 Ohm. Se si trascura la resistenza interna della sorgente di energia e della resistenza in serie del nostro LED di 1.000Ω si parla di 0,00009 Ampere. Il crescente numero di decimali è indicato tramite potenze negative di tre. 0,009 significa 9 milli (millesimi) -Ampere o 9mA; 0,00009 Ampere, come nel nostro esempio, viene già indicato in milionesimi, vale a dire 90 micro-Ampere, 90μA. Anche se il flusso di corrente è notevolmente ridotto, il LED è ancora un poco luminoso. Questo dimostra l'eccellente qualità dei LED attuali.



Se si collegano entrambi i moduli LED in un circuito in serie, l'intensità luminosa del LED verde è ora molto debole. Il flusso di corrente è qui ulteriormente ridotto poiché le resistenze in serie devono essere sommate e la nostra sorgente di tensione rimane costante a 9 Volt. Per il flusso di corrente totale (I) si ottiene

$$I = \frac{U_{\text{Batteria}} - U_{\text{LEDverde}} - U_{\text{LEDgiallo}}}{R_{100k\Omega} + R_{1k\Omega} + R_{1k\Omega}} \quad \text{con valori concreti:} \quad I = \frac{9V - 1,9V - 1,9V}{100.000\Omega + 1000\Omega + 1000\Omega} = 0,000051A$$

Il valore è molto basso.



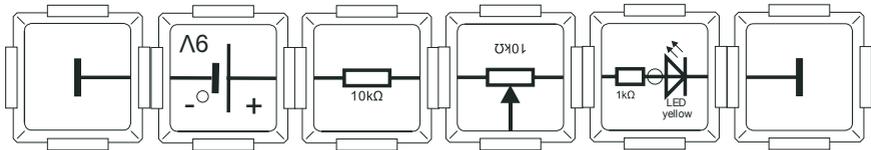
4.11 La resistenza in un circuito in serie

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, 2x modulo massa, modulo resistenza (10KΩ), modulo potenziometro**

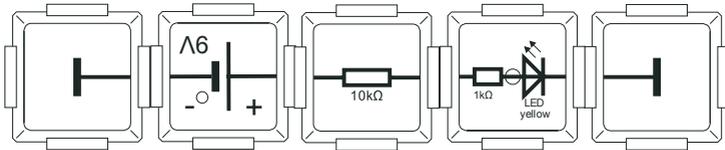
Facciamo un altro esperimento con circuiti in serie per comprendere meglio i valori complessivi della resistenza in un circuito in serie ed i loro effetti. A tal fine abbiamo bisogno di un'ulteriore resistenza da 10kΩ, una l'abbiamo già utilizzata. Il secondo modulo, il potenziometro, viene fornito nel nostro set elettronico ed ha una funzione differente. Di questa funzione, ovvero della variabilità della sua resistenza, non ne abbiamo ora bisogno. È possibile usarlo anche come l'altra resistenza a 10.000Ω.

A tal scopo lo colleghiamo nel senso della lunghezza con i due contatti opposti. Il cursore non cambia qui il valore della resistenza, ma solo il valore della resistenza al suo terzo contatto. Anche per l'aumento dei valori numerici, come per la diminuzione, sono usati prefissi. Se le posizioni finali, quelle a destra di una cifra, aumentano, si indicano le prime tre posizioni in Kilo (migliaia). 10.000Ω corrisponde a 10kΩ. Il prefisso "kilo" è espresso da una "k" minuscola prima dell'unità di resistenza. I corrispondenti prefissi della potenza decimale sono utilizzabili anche per altre grandezze, ad esempio per la tensione (V).

Se si comparano i valori di resistenza con una certa tolleranza, ci si può aspettare un raddoppio da 10Ω a 20kΩ .



Per un confronto, ecco la struttura con una sola resistenza a 10Ω.



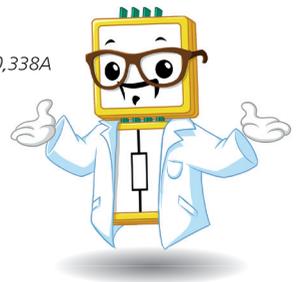
Per un valore di corrente totale approssimativo con due resistenze (20kΩ) attraverso il LED risulta:

$$I = \frac{U_{\text{sorgente di tensione}}}{R_{10k\Omega} + R_{10k\Omega}} = \frac{9V}{20\,000\Omega} = 0,00045A = 0,45mA$$

Per un flusso di corrente approssimativo attraverso il LED con una resistenza (10kΩ) è necessario raddoppiare il valore da 0,45mA a 0,9mA risulta, in quanto resistenza e flusso di corrente sono indirettamente ed inversamente proporzionali tra loro.

Per l'esatto valore totale della corrente con due resistenze (20KΩ) attraverso il LED:

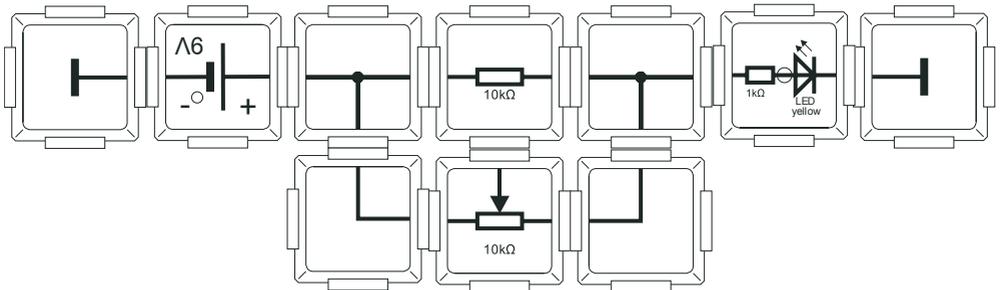
$$I = \frac{U_{\text{sorgente di tensione}} - U_{\text{LED giallo}}}{R_{10k\Omega} + R_{10k\Omega} + R_{\text{LED}}} = \frac{9V - 1,9V}{21.000\Omega} = \frac{8,3V}{21.000\Omega} = 0,000338A = 0,338A$$



4.12 La resistenza come circuito parallelo

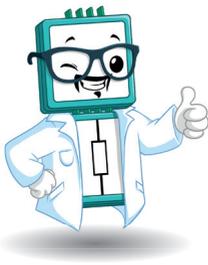
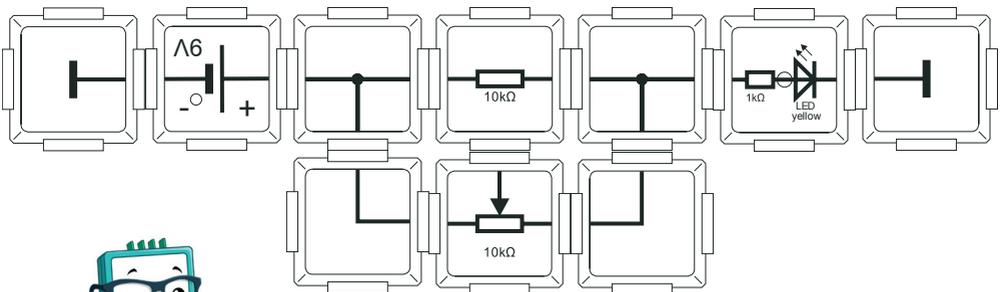
Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, 2x modulo massa, modulo resistenza (10K Ω), modulo potenziometro, 2x modulo a T, 2x modulo ad angolo**

In elettronica, è molto raro che si utilizzino solo circuiti in serie o paralleli puri. Nella maggior parte dei casi, si tratta di circuiti misti, dati da una ramificazione di circuiti in serie e paralleli. È il caso del seguente esempio. Ci riferiamo comunque a questo esperimento come ad un circuito parallelo, poiché viene esaminato solo il flusso di corrente attraverso resistenze adiacenti. Si può osservare l'intensità luminosa del LED collegato in serie alle due resistenze attive in parallelo. Poiché entrambe le resistenze, 10kOhm e potenziometro, hanno lo stesso valore di resistenza, il flusso di corrente ha due possibilità uguali, per arrivare al LED. La resistenza totale delle resistenze parallele si dimezza quindi a 5K Ω .



Per rendere evidente un cambiamento nel flusso di corrente, togliamo dal circuito elettrico uno dei due moduli resistenza. Non importa quale sia, perché la corrente ha comunque sempre l'altro modulo resistenza rimasto come alternativa per raggiungere il LED. Possiamo osservare che la luminosità del LED decresce. Il flusso di corrente ha ora un solo modo per raggiungere il LED, cosa che raddoppia il valore totale della resistenza del nostro percorso utile a 10k Ω . L'apparente contraddizione dell'aumento del valore totale di resistenza togliendo, al contempo, dei moduli resistenza è il "segreto" del circuito parallelo.

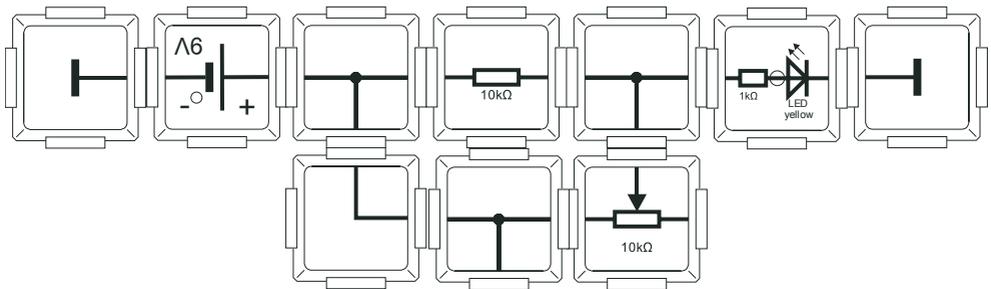
Al termine dell'esperimento, può venire di nuovo utilizzato il secondo modulo resistenza e la luminescenza del LED, ovvero il flusso totale di corrente aumenta di nuovo. Il processo può essere ripetuto ogni volta che lo si desidera.



4.13 Il potenziometro

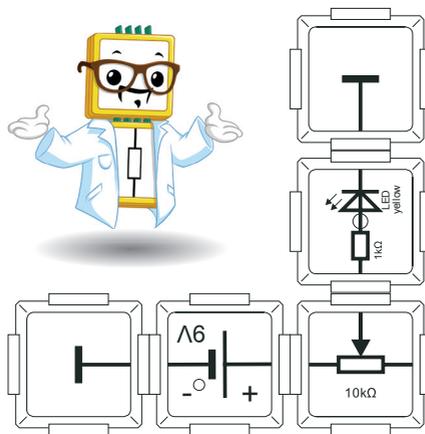
Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, 2x modulo massa, modulo resistenza (10K Ω), modulo potenziometro, 2x modulo a T, 2x modulo ad angolo**

Il potenziometro è un importante elemento elettronico che permette di cambiare continuamente un valore di resistenza. Senza il potenziometro, modifiche nei circuiti elettronici sarebbero possibili solo se si inserissero altri componenti. Una cosa, nella pratica, estremamente non pratica. Ora utilizziamo questo modulo nella funzione per la quale è predestinato! Ruotando la manopola sulla parte superiore del modulo potenziometro, è possibile regolare il valore della resistenza da zero Ω a un massimo di 10K Ω . La resistenza può essere modificata ruotando la manopola. La resistenza totale del nostro circuito parallelo può essere impostata da zero 0 a un massimo 5k Ω . L'aumento del flusso di corrente può essere visto grazie all'intensità del LED. La direzione di rotazione segue quella oraria: quella verso destra è in senso orario e verso sinistra in senso antiorario. In questo modo si modifica il flusso di corrente.



Ecco un altro esempio di utilizzo del potenziometro. La resistenza parallela viene rimossa ed il LED viene collegato direttamente al contatto cursore del potenziometro. Il valore della resistenza cambia ora da 0 Ω ad un massimo di 10k Ω .

Come descritto nell'esperimento 3:13, il valore totale della resistenza è ora di nuovo il doppio di quello nel circuito parallelo delle resistenze.



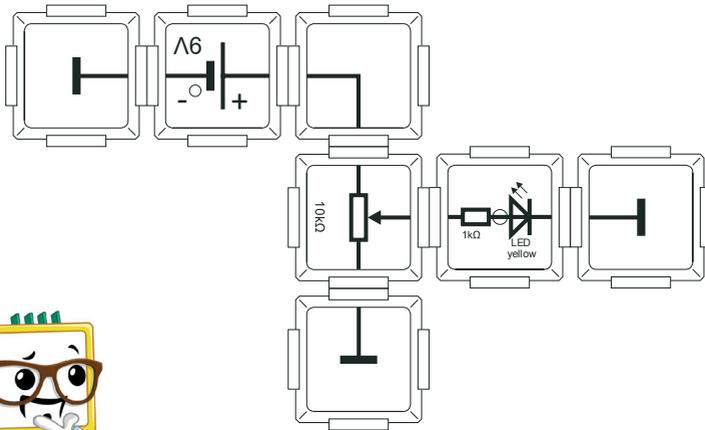
4.14 Il potenziometro come partitore di tensione

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, 3x modulo massa, modulo potenziometro, modulo ad angolo**

Nella seguente configurazione sperimentale usiamo il modulo potenziometro per il suo reale scopo. Vengono collegati tutti e tre i contatti. È importante notare che il contatto cursore non è collegato al catodo (Plus) della sorgente di tensione e neanche al modulo massa. Esiste il pericolo di un corto circuito, che può danneggiare il modulo potenziometro. Può essere collegato solo in modo tale che la tensione di alimentazione di 9 Volt, a seconda della posizione del contatto cursore, si suddivida in proporzione da 0 Volt a 9 Volt.

Solo il modulo LED può essere collegato al contatto cursore. Ciò significa: se la manopola è ruotata completamente verso sinistra, nell'anodo del LED sono presenti 9 Volt ed il LED è acceso con la massima intensità. Se la manopola è ruotata completamente verso destra, verso il modulo massa, il LED si spegne e sono presenti 0 Volt. Con la manopola posta in posizione intermedia, è possibile regolare la metà della tensione di alimentazione di 4,5 Volt. L'intensità del nostro LED è ora continuamente regolabile. È interessante notare che abbiamo di nuovo creato un circuito parallelo tra i moduli potenziometro e LED.

Il flusso di corrente ha di nuovo due alternative per raggiungere dal polo positivo della sorgente di tensione il suo polo negativo. Tramite il nostro modulo massa, abbiamo realizzato un circuito chiuso. La corrente fluisce in modo permanente attraverso il potenziometro. L'altro, parallelo ad esso, passa attraverso il modulo LED. Il flusso di corrente che attraversa il modulo potenziometro non deve essere interrotto. Il flusso di corrente che attraversa il modulo LED può essere fermato completamente. La divisione del potenziometro nel nostro elemento rappresenta figurativamente il modo con cui divide la tensione. Il flusso di corrente tra il modulo potenziometro ed il modulo massa collegato è sempre costante.



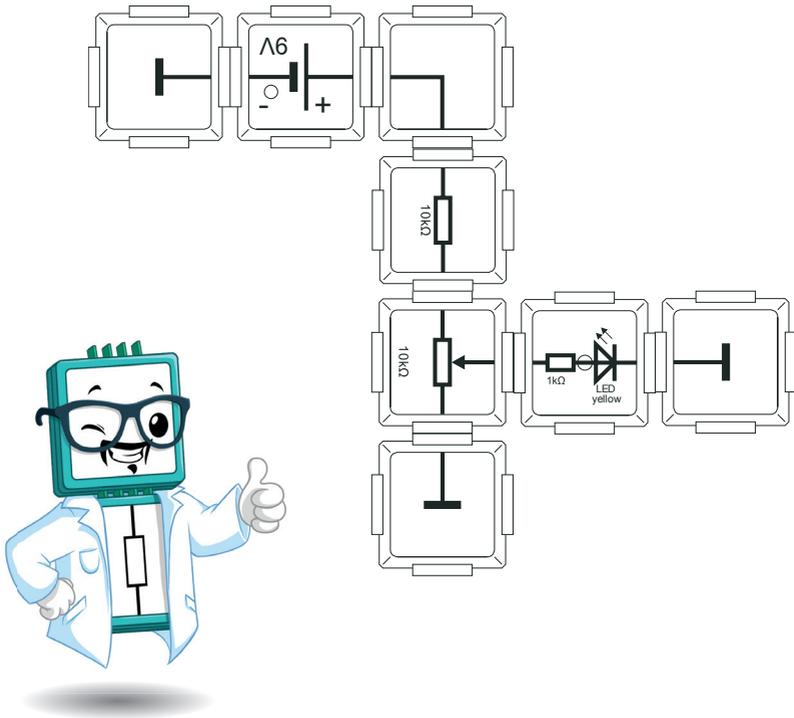
4.15 Range esteso del potenziometro (inferiore)

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, 3x modulo massa, modulo potenziometro, modulo ad angolo, modulo resistenza a 10k Ω**

Il potenziometro è posto, con una resistenza (10k Ω), in un circuito in serie ed è quindi limitato nella portata della distribuzione della tensione. Se tra la sorgente di energia ed il potenziometro è accesa anche una resistenza, il potenziometro determina esclusivamente il range di tensione inferiore. La divisione della tensione tramite il potenziometro avviene solo quando la tensione di alimentazione è stata già suddivisa in modo che sia ora possibile scindere, con l'aiuto del potenziometro, solo l'intervallo inferiore del range di tensione.

Si divide la tensione due volte. Nel nostro esperimento, una divisione di tensione tramite il potenziometro è possibile solo in un range inferiore al 50 per cento, perché la prima divisione di tensione è realizzata tramite una resistenza a 10kOhm che corrisponde esattamente al valore massimo di resistenza del potenziometro. L'intervallo è quindi entro i limiti compresi tra 4,5 e 0 Volt, ovvero la metà inferiore della tensione di alimentazione a 9 Volt. Anche in questo esperimento è necessario fare molta attenzione a che solo il modulo LED sia collegato al contatto cursore del modulo potenziometro. Un errore qui non porterebbe al danneggiamento del potenziometro, ma un ulteriore errore potrebbe distruggere il potenziometro. In questo modo lo si esclude.

Nell'elettronica la sicurezza è sempre al primo posto!



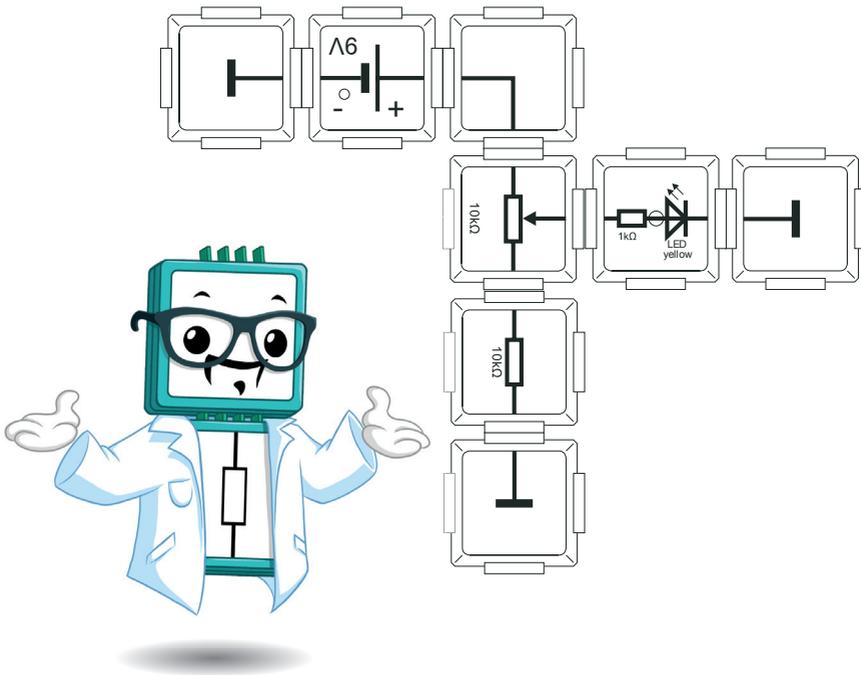
4.16 Range esteso del potenziometro (superiore)

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, 3x modulo massa, modulo potenziometro, modulo ad angolo, modulo resistenza a 10k Ω**

Il potenziometro è posto, con una resistenza (10k Ω), in un circuito in serie ed è quindi limitato nella portata della distribuzione della tensione. Se tra la sorgente di energia ed il potenziometro è accesa anche una resistenza, il potenziometro determina esclusivamente il range di tensione superiore. La divisione della tensione tramite il potenziometro avviene prima che la tensione di alimentazione venga di nuovo suddivisa dalla resistenza (10k Ω), in modo che sia possibile scindere, con l'aiuto del potenziometro, solo l'intervallo superiore del range di tensione.

Anche qui si divide la tensione due volte. Nel nostro esperimento, una divisione di tensione tramite il potenziometro è limitata al range superiore al 50 per cento, perché la seconda divisione di tensione è realizzata tramite un modulo resistenza (10k Ω), che corrisponde esattamente al valore massimo di resistenza del potenziometro di 10k Ω . I due valori delle resistenze hanno la stessa grandezza e quindi suddividono il range di tensioni in due parti uguali. L'intervallo possibile è quindi entro i limiti compresi tra 9 e 4,5 Volt, ovvero la metà superiore della tensione di alimentazione a 9 Volt.

Anche in questo esperimento è necessario fare molta attenzione a che solo il modulo LED sia collegato al contatto cursore del modulo potenziometro. Un errore qui non porterebbe al danneggiamento del potenziometro, ma un ulteriore errore potrebbe distruggere il potenziometro. In questo modo lo si esclude. Il modulo LED e la parte del potenziometro che si trova tra il modulo resistenza (10k Ω) ed il cursore formano nuovamente un circuito parallelo con una resistenza di 10k Ω .



4.17 Tensione di soglia

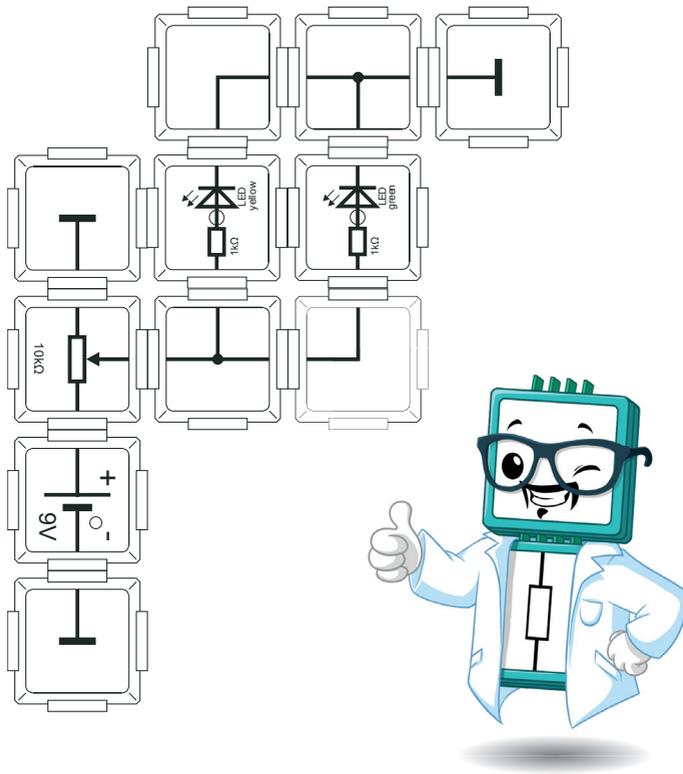
Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, LED verde, 3x modulo massa, modulo potenziometro, 2x modulo ad angolo, modulo resistenza a 10k Ω , 2x modulo a T**

La tensione di soglia è un termine che viene utilizzato in elettronica per i semiconduttori. Nel nostro set elettronico sono presenti, oltre a moduli LED e transistor, anche i semiconduttori. La tensione di soglia definisce il valore della tensione impostato che deve essere superato affinché, ad esempio, i semiconduttori funzionino. Nel seguente esperimento costruiamo un circuito nel quale i LED si accendono grazie al superamento della tensione di soglia. La determiniamo regolando la manopola sul nostro modulo potenziometro.

Per prima cosa, la manopola deve essere posizionata completamente a sinistra e poi venire girata lentamente verso destra. Osserviamo in seguito che prima un LED (es. quello giallo), poi l'altro LED (es. quello verde), in rari casi entrambi contemporaneamente, iniziano ad accendersi. Quale LED si accende prima, è determinato dalla inevitabile tolleranza nella produzione. Il nostro potenziometro funge anche qui da partitore di tensione, come descritto negli esperimenti precedenti. Anche in questo caso è necessario fare molta attenzione a che il contatto cursore sia collegato solo al modulo LED. In caso contrario esiste il pericolo di corto circuito che potrebbe danneggiare il modulo potenziometro.

Se la manopola si trova nella posizione di partenza, vale a dire a sinistra, non c'è tensione; se è posizionata a destra, viene raggiunta la tensione massima di 9 Volt e l'intensità dei LED è al più alto livello. Per i LED a bassa potenza (2mA), la tensione di funzionamento dipende dal colore ed è tipicamente: rosso 1.6 - 2.2V, giallo 1.7 - 2.5V, verde 1.7 - 2.5V, blu 3 - 4V.

Il valore più basso indica approssimativamente la tensione di soglia.



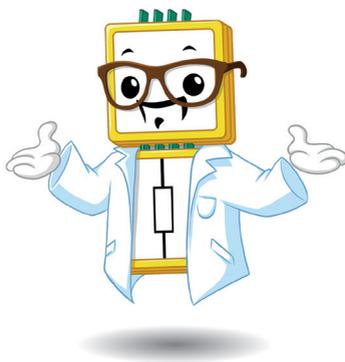
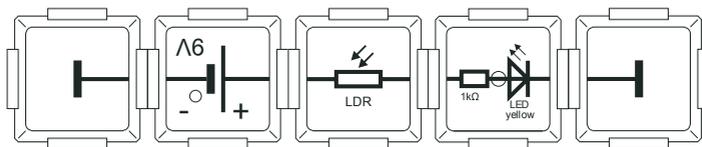
5. LDR – Resistenza sensibile alla luce

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, modulo LDR, 2x modulo massa**

Il nostro modulo LDR cambia il suo valore di resistenza in funzione dell'intensità della luce con cui viene illuminato. Quindi, non cambia la sua resistenza meccanicamente, come nel potenziometro, ma a seconda di una ulteriore grandezza elettromagnetica, la luce. Se il modulo LDR viene illuminato dalla luce, cambia il suo valore di resistenza a favore della conducibilità, il valore di resistenza diminuisce ed il flusso di corrente che lo attraversa aumenta.

Il suo valore di resistenza raggiunge un livello molto elevato pari a più 100k Ω al buio, mentre alla luce ha un valore molto basso di pochi 100 Ω . Il cambiamento è di circa mille volte tanto. Nel seguente esperimento, il LED si accende solo quando l'LDR nel nostro modulo LDR viene illuminato. Si spegne quando l'LDR viene oscurata.

L'effetto ha un breve tempo di delay. Qui, naturalmente, è di nuovo presente un circuito in serie puro dato dai moduli LDR e LED.



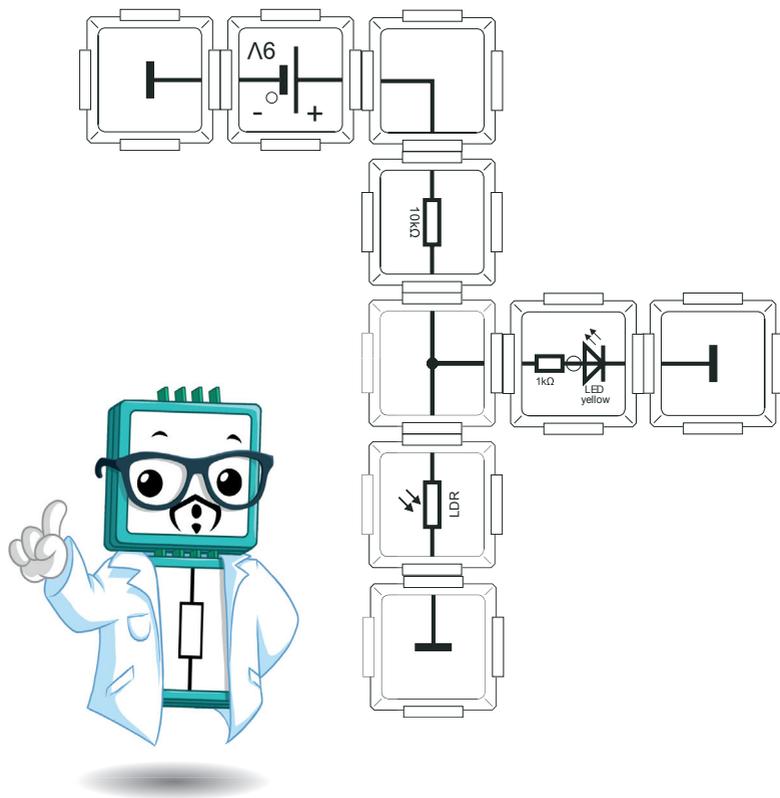
5.1 LDR – Luce al buio

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, modulo LDR, modulo resistenza a 10k Ω , 3x modulo massa, modulo potenziometro, modulo ad angolo, modulo a T**

Ha poco senso che una sorgente luminosa fornisca ulteriore luce quando l'ambiente è illuminato, come nel precedente esperimento. Ha senso soltanto per scopi tecnici, per i quali viene effettuato il controllo di una intensità luminosa remota, ad esempio la luce in un seminterrato.

Una LDR potrebbe gestire un LED di controllo nel corridoio. Spesso si desiderava esattamente il contrario. La luce deve illuminare quando regna l'oscurità. L'effetto dell'LDR è in questo caso apparentemente incoerente. Con un trucco raffinato, l'elettronica può invertire l'uso di LDR e LED. Per questo, costruiamo una ramificazione formata da circuito parallelo ed in serie. Il modulo resistenza ed il modulo LDR sono collegati in serie. Il modulo LED è collegato in parallelo, dal punto centrale tra resistenza e LDR. Se si scurisce ora l'LDR, cioè si aumenta in modo significativo la sua resistenza, il flusso di corrente che lo attraversa è ora molto piccolo.

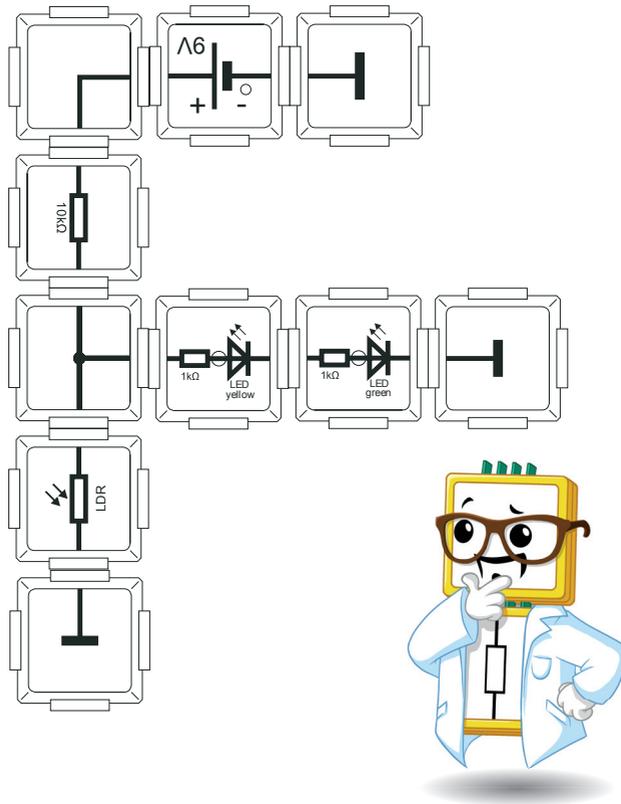
La corrente "cerca" allora una migliore alternativa per raggiungere il modulo massa posto dietro il LED. Il LED si accende. Se, invece, si illumina l'LDR nel nostro modulo LDR, la caduta di tensione attraverso la nostra resistenza a 10k Ω è così grande che la tensione di soglia necessaria per il funzionamento del LED non viene più raggiunta ed il LED si spegne. Il modulo ad angolo supplementare non deve essere utilizzato. Viene mostrato solo a scopo illustrativo.



5.2 LDR – Luce al buio – Maggiore sensibilità

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, LED verde, modulo LDR, modulo resistenza a 10k Ω , 3x modulo massa, modulo potenziometro, modulo ad angolo, modulo a T**

Ora diventa solo apparentemente complicato. Per migliorare la loro sensibilità, usiamo le tensioni di diffusione di entrambi i LED del nostro set elettronico. La tensione di diffusione è la tensione che deve essere applicata in un semiconduttore per realizzare processi di conduzione all'interno del semiconduttore. È pari, a seconda del materiale utilizzato per il semiconduttore, da 0,3 Volt a 0,7 Volt. La nostra tensione di diffusione è di circa 1,9 Volt. Troverà applicazione un circuito misto formato da due moduli resistenza (LDR e 10k Ω) e due moduli LED (LED giallo e verde). I moduli LED sono posti in parallelo rispetto al modulo LDR. Al buio la caduta di tensione attraverso l'LDR è molto elevata in quanto quest'ultimo, insieme al modulo resistenza (10k Ω), funge da partitore di tensione. La tensione di alimentazione di 9 Volt si trova quasi esclusivamente sui due LED e sulla resistenza a 10k Ω . Nell'esperimento precedente, la tensione di alimentazione si trovava sulla resistenza a 10k Ω e su un solo LED. Il flusso di corrente attraverso i due LED diventa sufficientemente grande per poterli accendere solo al buio completo. La soglia di intensità della luce ambientale, a partire dalla quale il LED si accende, è maggiore. Nell'ultimo esperimento, i LED non erano completamente scuri quando l'LDR è stata illuminata. Qui, con il raddoppio della tensione di soglia, quando si illumina l'LDR entrambi i LED si oscurano.



6. Condensatore come accumululo di carica

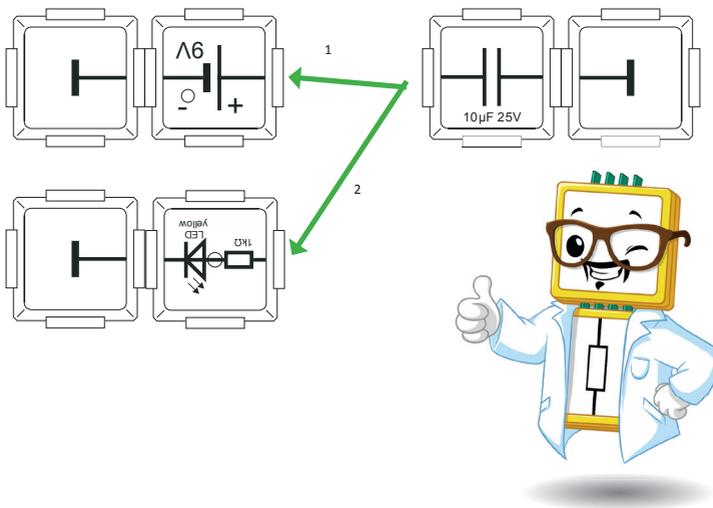
Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, modulo condensatore a 10 μ F, 2x modulo massa**

I condensatori sono un componente importante nel settore dell'elettronica. Sono in grado di immagazzinare energia molto velocemente e di rilasciarla altrettanto rapidamente. La velocità con la quale i condensatori possono immagazzinare energia e rilasciarla, comparato al minimo sforzo tecnico per la loro produzione, li rende indispensabili. Il condensatore è costituito da due strati conduttivi contrapposti isolati l'uno dall'altro tramite un materiale. Questo materiale è, oltre alle dimensioni degli strati ed alla loro reciproca distanza, la componente più importante del condensatore e determina in modo essenziale le sue proprietà elettriche. Questo materiale è indicato con il termine dielettrico.

Il dielettrico è generalmente costituito da un isolante, ma anche l'aria o un vuoto possono essere utilizzati come dielettrico. La caratteristica più importante è la capacità, misurata in Farad (F). Per scopi comuni, un Farad (1F) è già molto. Una capacità comune nella vita elettronica quotidiana è già indicata in alte potenze negative decimali. I milionesimi sono specificati in Micro (μ), i miliardesimi in Nano (n) e i biliardesimi in Piko (p). Nel nostro set elettronico sono disponibili due elementi condensatori. Uno ha un condensatore con capacità di 10 μ F, l'altro ha un condensatore di 100 μ F. Inoltre, bisogna tenere presente la tensione massima di funzionamento come pure la polarità nei condensatori elettrolitici. Questi ultimi hanno un polo positivo ed un polo negativo. Il nostro condensatore elettrolitico è chiamato anche ELKO.

Il polo negativo del condensatore polarizzato deve essere collegato al polo negativo della sorgente di tensione. Il polo negativo del condensatore spesso non è contrassegnato. Il polo positivo del condensatore deve essere collegato al polo positivo della sorgente di tensione. Il polo positivo del condensatore è contrassegnato con un "Plus". Collegando in modo sbagliato il condensatore elettrolitico, è possibile che si danneggi ed esploda. Questa regola deve essere tenuta ben presente quando tra il condensatore elettrolitico e la sorgente di tensione si trovano altri elementi. Il condensatore 10 μ F posto nell'altro modulo non è polarizzato e può essere collegato come meglio si desidera. La capacità viene stabilita tramite tensione impostata, tempo di carica e corrente di carica. Poiché il valore di resistenza di un condensatore aumenta con la durata della sua carica e dipende anche dalla carica che già ha, idealmente un condensatore non potrà mai essere completamente caricato. Molto interessante.

1. Per la ricarica, collegare il condensatore 10 μ F tra batteria e massa.
2. Per scaricare il condensatore 10 μ F, collegarlo tra LED e massa. Il LED lampeggerà brevemente



6.1 Condensatore con maggiore capacità

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, modulo condensatore elettrolitico a 100 μ F, 2x modulo massa**

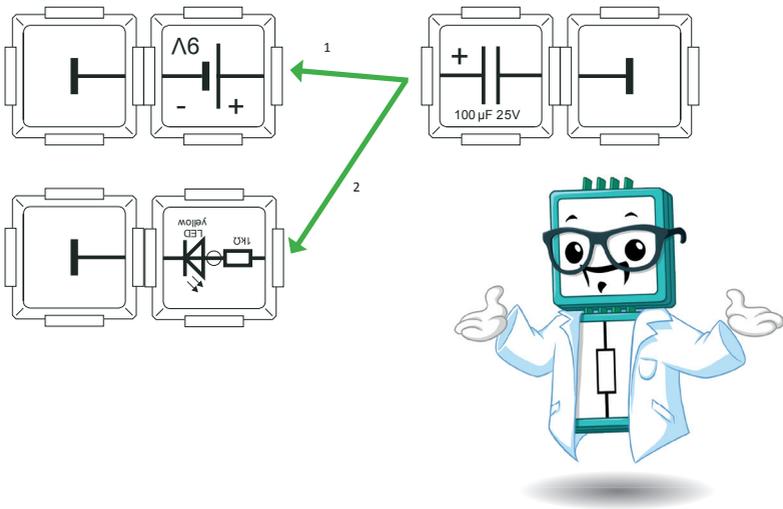
Il condensatore a 100 μ F nel nostro modulo è, come già descritto, un condensatore elettrolitico. È assolutamente importante prestare attenzione alla polarità, altrimenti c'è pericolo di esplosione. Il lato del condensatore contrassegnato con un Plus (+) deve essere collegato al polo positivo della sorgente di tensione (contrassegnato con +). Il termine elettrolita significa che il catodo del polo negativo del condensatore è fatto di un materiale conduttore che può immagazzinare più energia. Può quindi immagazzinare una carica maggiore rispetto ad un altro condensatore. Un elettrolita ha una resistenza elettrica maggiore nei metalli, ma può anche trasportare ed immagazzinare cariche elettriche.

La connessione elettrolita è un ottimo isolante, quindi ha una elevata resistenza elettrica che determina un nuovo aumento della capacità del condensatore. Con 100 μ F, la capacità del nostro ELKO è dieci volte superiore a quella del primo condensatore. Può, quindi, immagazzinare anche una quantità dieci volte maggiore di energia elettrica. Questa caratteristica la useremo ora in un altro esperimento. La luminescenza del LED è ora maggiore e dura più a lungo rispetto al precedente esperimento 5.1.

Configurazione sperimentale:

La carica avviene tramite la sorgente di tensione ed il modulo massa. Quest'ultimo viene collegato al polo negativo, il catodo, del condensatore e rimane lì anche durante la scarica. Il polo positivo della sorgente di tensione viene a contatto con l'anodo, il polo positivo (+) del condensatore e questo è in breve tempo sufficientemente carico per accendere il nostro LED.

Ora disconnettiamo la connessione della sorgente di tensione e del modulo condensatore e colleghiamo l'anodo del condensatore all'anodo del modulo LED. Per poter creare un circuito elettrico chiuso, il catodo, il polo negativo del LED nel nostro modulo LED, deve essere collegato al modulo massa. Dopo un prolungato e luminoso lampeggiare del LED, il nostro condensatore è nuovamente scaricato.



6.2 Condensatore – Una piccola batteria ricaricabile

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, modulo condensatore elettrolitico a 100 μ F, modulo resistenza 100k Ω , 2x modulo massa**

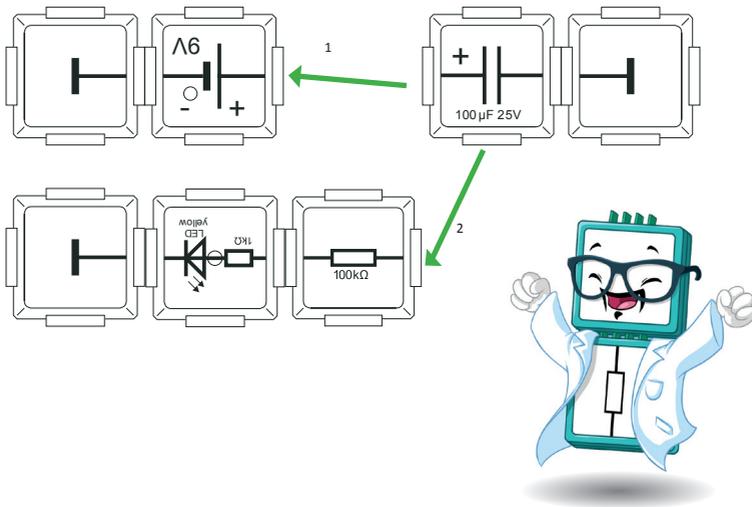
Limitando la corrente di scarica del condensatore tramite la resistenza a 100k Ω , è possibile aumentare il tempo di scarica. In entrambi gli esperimenti 5.1 e 5.2, la scarica è determinata solo dalla resistenza di polarizzazione presente nel nostro modulo LED. Ora portiamo il modulo resistenza in serie a 100k Ω all'anodo del nostro modulo LED e aumentiamo in questo modo significativamente il valore della resistenza totale.

La corrente di scarica è data dalla tensione sul condensatore, che diminuisce con l'aumentare della scarica. Tramite la resistenza a 100k Ω , riduciamo il flusso di corrente prolungando così il tempo di scarica. La tensione sul condensatore rimane più a lungo. Il nostro condensatore elettrolitico funzionerà come una piccola batteria, ad esempio come una minuscola batteria dell'auto. La capacità del condensatore è la stessa della carica iniziale nell'esperimento 5.2. Moltiplicando il flusso medio di corrente (I) con il tempo di scarica (t), si ottiene la carica (Q). ($Q = A \times t$). Siccome la tensione sul condensatore dipende dalla sua carica, ma la carica si trova in un flusso variabile, la tensione cambia qui costantemente, perché con l'aumento della durata della carica aumenta anche la resistenza sul condensatore se si diminuisce il flusso di corrente. Per condizioni caricate che rimangono invariate vale: la tensione (U) è pari al prodotto dato da capacità (C) e carica (Q). ($U = C \times D$). Per processi che mutano si deve utilizzare una funzione esponenziale. Nel seguente esperimento, viene utilizzato il LED giallo, perché è leggermente più luminoso di quello verde.

Esperimento:

La carica avviene tramite la sorgente di tensione ed il modulo massa. Quest'ultimo viene collegato al polo negativo, il catodo, del condensatore e rimane lì anche durante la scarica. Il catodo, polo positivo della sorgente di tensione viene a contatto con l'anodo, polo positivo del condensatore.

Ora disconnettiamo la connessione della sorgente di tensione e del modulo condensatore e colleghiamo l'anodo del condensatore alla resistenza a 100k Ω e questa all'anodo del modulo LED. Per poter creare un circuito elettrico chiuso, il catodo, polo negativo del LED, deve essere collegato al modulo massa. Dopo un prolungato e più scuro lampeggiare del LED ed il suo spegnimento, il nostro condensatore è nuovamente scaricato.



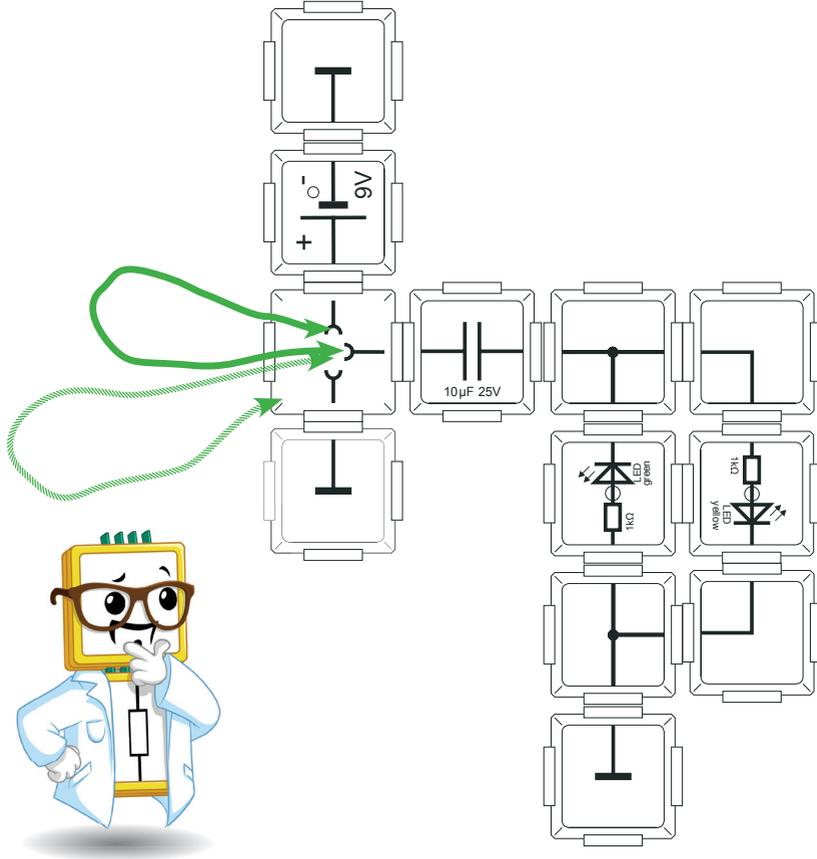
6.3 Condensatore a doppio binario

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, LED verde, modulo condensatore a 10 μ F, modulo contatti, 3x modulo massa, 2x modulo a T, 2x modulo ad angolo**

Abbiamo avuto modo di conoscere le caratteristiche del condensatore durante la scarica. La carica è stata realizzata a livello tecnico, ma non rappresentata visivamente. Nel seguente esperimento illustriamo sia il processo di carica, che quello di scarica. Per questo scopo usiamo per la prima volta il modulo contatti per poter realizzare due connessioni senza dover modificare la configurazione dell'esperimento. Le caratteristiche di carica e scarica del condensatore sono opposte ed uguali. Allo stesso modo colleghiamo anche i LED nella nostra configurazione sperimentale: opposti ed uguali (antiparallelo). Con il processo di carica sul condensatore, il LED giallo lampeggia brevemente, con quello di scarica lampeggia il LED verde. Il processo di carica viene realizzato tramite una connessione, illustrata nello schema elettrico, del contatto superiore con quello di destra. Il processo di scarica è causato da una connessione dal contatto inferiore con il contatto di destra. Usiamo il modulo condensatore 10 μ F, non è quindi necessario fare attenzione alla polarità.

Esperimento:

1. Per prima cosa connettere il contatto superiore con quello di destra per poi scollegarli quando il LED giallo si accende
2. Ora collegare il contatto inferiore con quello di destra per poi scollegarli quando il LED verde si accende



6.4 Condensatore permanente

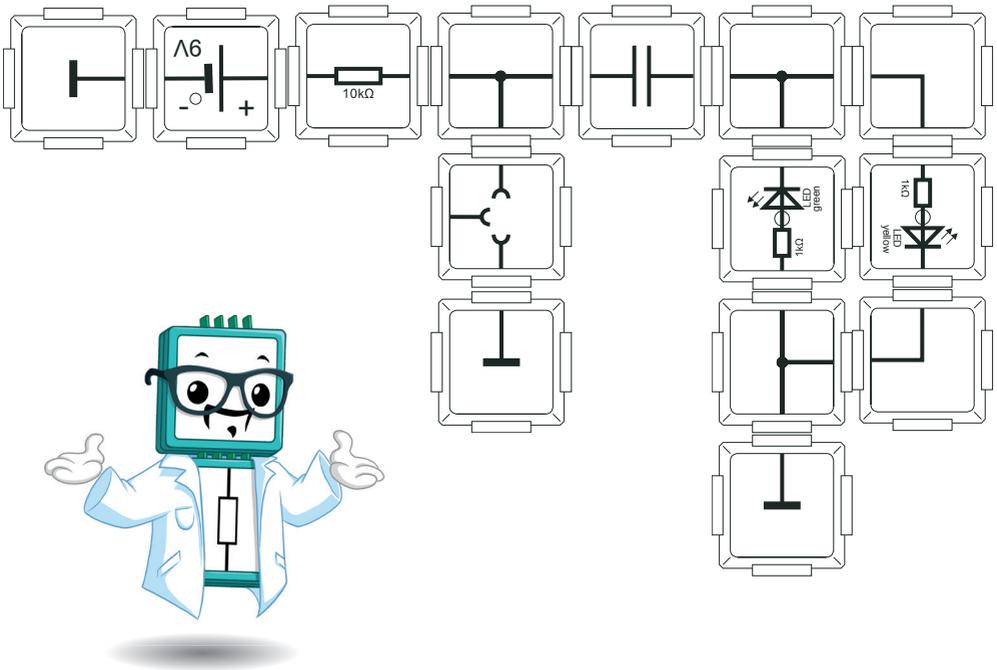
Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, LED verde, modulo condensatore a 10µF, modulo contatti, 3x modulo massa, 2x modulo a T, 2x modulo ad angolo**

La facilità di gestione di un circuito elettrico è un criterio importante nella sua progettazione. Ad esempio, è chiaramente meglio dover utilizzare solo un interruttore per controllare una funzione invece che due o più interruttori. Nel nostro circuito seguente, il condensatore viene continuamente utilizzato in un circuito e si scarica solo quando i contatti opposti vengono collegati al nostro modulo contatto. Per far questo, i due moduli LED antiparalleli vengono inseriti nel circuito elettrico in modo da essere in serie con il condensatore 10µF e la resistenza 10kΩ.

Se ora, tramite la sorgente di tensione, viene applicata una tensione, il LED giallo si accende brevemente finché il condensatore è carico e la sua resistenza nel circuito a corrente continua è diventata estremamente alta. Se ora si chiude la connessione ai contatti opposti del nostro modulo contatti, il condensatore viene scaricato immediatamente ed il LED verde si accende brevemente. Collegando i due contatti in rapida successione, i LED lampeggiano alternativamente. La resistenza 10kΩ è molto importante, perché limita la corrente massima possibile durante la scarica del condensatore, impedendo così un cortocircuito. Il flusso di corrente attraverso i contatti al momento della loro chiusura è addirittura superiore al flusso massimo della sorgente di corrente possibile, perché deve essere aggiunta la scarica del condensatore.

$$I = \frac{9V}{10.000k\Omega} = 0,9mA$$

Rispetto alla carica, durante la scarica la direzione della corrente viene invertita.



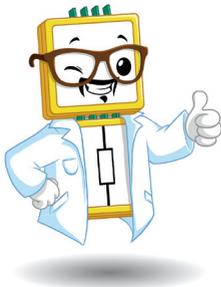
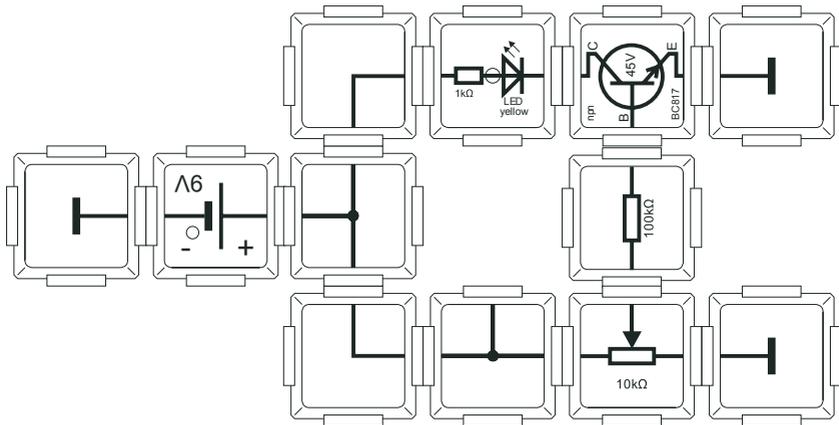
7. Il transistor come amplificatore

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, modulo resistenza 10kΩ, modulo transistor, modulo potenziometro, 3x modulo massa, 2x modulo a T, 2x modulo ad angolo**

Il transistor è l'ultimo elemento dei semiconduttori del nostro set elettronico. Il transistor è un amplificatore elettronico che non viene impiegato in modo meccanico, come un interruttore della luce nella vostra casa, ma in modo elettronico tramite un flusso di corrente sul suo modulo contatto. I "contatti di lavoro" prendono il nome di collettore (C) ed emettitore (E). Tramite di essi si realizza il flusso di corrente in grado di far funzionare il corrispondente modulo, esattamente come una lampada che si accende quando si preme l'interruttore della luce.

È essenziale garantire il corretto collegamento. Il contatto emettitore deve venire collegato direttamente o indirettamente al polo negativo della sorgente di tensione. La base è di solito collegata indirettamente al polo positivo dell'alimentatore di tensione, così come il collettore. Ciò dipende dal tipo esatto di circuito. Se la base occupa una posizione speciale, può essere utilizzato solo con circa un 100-1000tel della corrente che fluisce nell'emettitore. Ciò è garantito nel nostro circuito da una resistenza a 100kΩ. Se posizionato verso l'estrema sinistra, il potenziometro può "accendere" il transistor e, posizionato verso l'estrema destra, può "spegnerlo".

È necessario fare attenzione a che il contatto cursore del modulo potenziometro non venga accidentalmente connesso direttamente al contatto massa o a quello della sorgente di tensione. Il potenziometro contenuto nel nostro modulo potenziometro è un partitore di tensione. Quando si gira la manopola da destra a sinistra, il LED giallo si accende e si spegnerà nuovamente quando la manopola verrà girata verso sinistra.

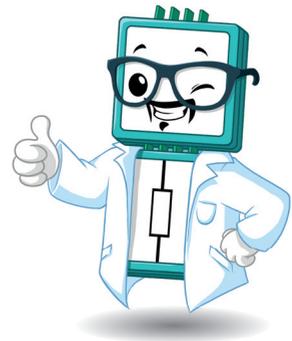
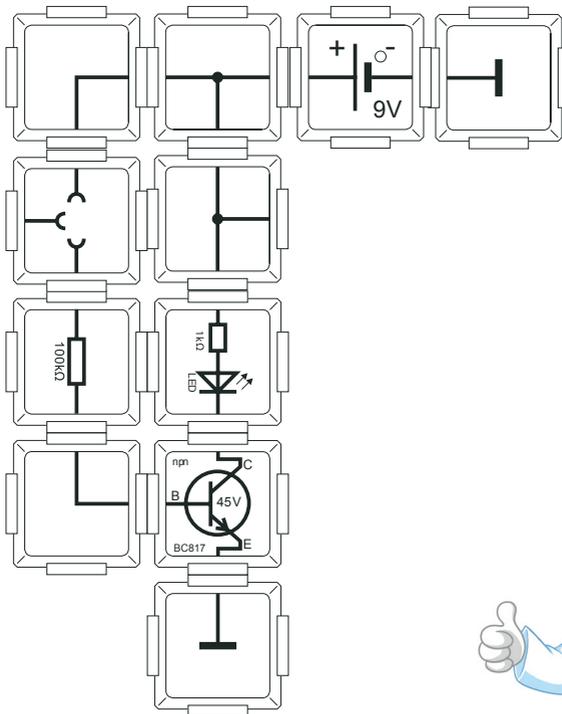


7.1 Il transistor come interruttore

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, modulo resistenza 100k Ω , modulo transistor, 2x modulo massa, 2x modulo a T, 2x modulo ad angolo, modulo contatto**

Il flusso della corrente di base nel transistor è così sensibile che provoca, ad alte resistenze elettriche, un flusso di corrente tra collettore (C) ed emettitore (E). Questo permetterà di chiarire il nostro prossimo circuito. Il modulo contatti inserito prima della resistenza base a 100k Ω può, ad esempio, essere superato solo utilizzando il vostro dito per accendere il LED giallo. Il corpo umano ha approssimativamente una resistenza elettrica di diverse migliaia di Ohm, il che è sufficiente per un processo di commutazione.

L'elevata sensibilità della corrente di base del transistor, consente un ampio campo di applicazioni del transistor come interruttore. Il transistor può essere usato come rivelatore di pioggia. I contatti mostrati nel nostro schema elettrico vengono poi estesi, ad esempio fino all'esterno di una casa, per rappresentare correnti minime causate dalla pioggia. In questo caso, il transistor è, per così dire, un sensore.

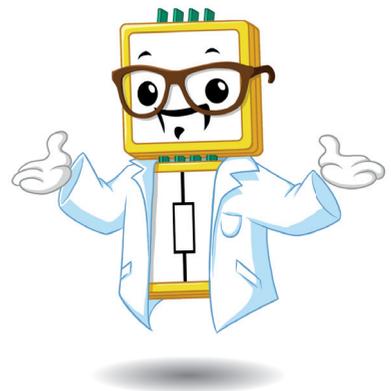
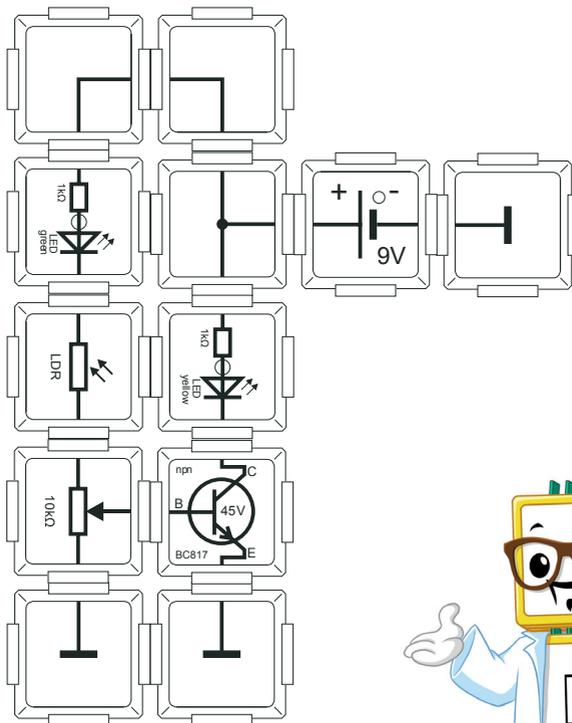


7.2 LDR e transistor

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, LED verde, modulo potenziometro, modulo transistor, modulo LDR, 3x modulo massa, modulo a T, 2x modulo ad angolo**

Ora desideriamo realizzare un circuito in cui il transistor sia impostato in modo tale da essere in grado di accendere il LED giallo a seconda dell'intensità della luce ambientale. Il potenziometro e la fotoresistenza (LDR03) sono collegati in serie e formano un partitore di tensione. LED verde, LDR e potenziometro condividono la tensione totale. Dove LDR e potenziometro sono resistenze variabili. L'LDR viene regolata dall'intensità della luce ambientale, il potenziometro viene impostato manualmente.

Il secondo circuito elettrico è quello sopra il contatto collettore ed il contatto emettitore sul transistor. È controllato direttamente dalla corrente di base e può essere definito come circuito di potenza. Il LED verde mostra la corrente di base: più luminosa è la luce accesa, maggiore è la corrente che fluisce tra base ed emettitore. Il contatto cursore del modulo potenziometro può essere collegato solo al contatto base del modulo transistor. Non c'è ancora nessun rischio di cortocircuito, ma un altro errore e potrebbe essere danneggiato.



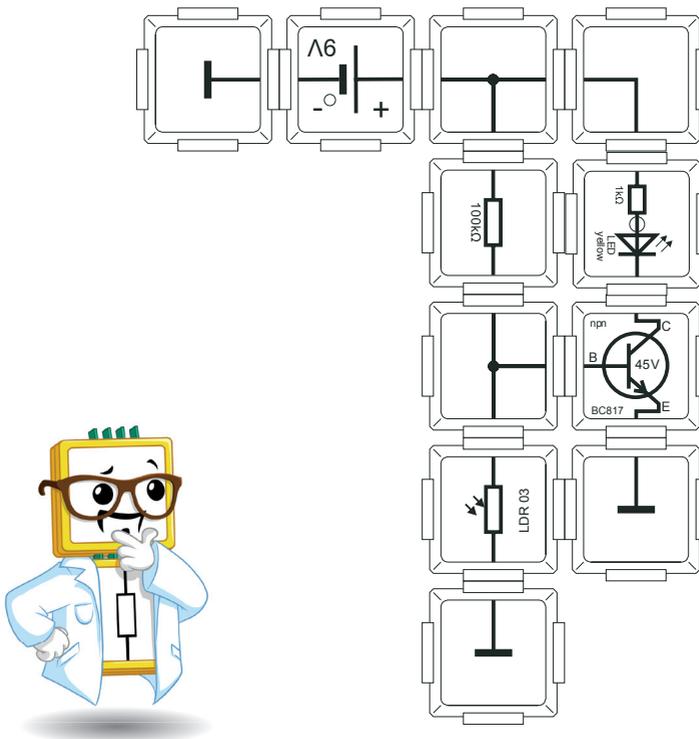
7.3 LDR e transistor – Luce notturna

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, modulo resistenza 100k Ω , modulo transistor, modulo LDR, 3x modulo massa, 2x modulo a T, modulo ad angolo**

Già in precedenza abbiamo creato la luce notturna con un trucco, con un transistor è meglio. Per questo abbiamo collegato nel circuito che segue il modulo LDR contro la massa, cosa che produce esattamente la funzione desiderata. Il valore di resistenza nella nostra LDR diminuisce con l'aumentare dell'intensità della luce ambientale ed il partitore di tensione di resistenza a 100k Ω e LDR causa la riduzione del flusso di corrente al contatto base del transistor.

Tramite la resistenza a 100k Ω cade quasi l'intera tensione di 9V. Restano ancora circa 0,09V se l'LDR ha una resistenza di 100 Ω . Ciò non è sufficiente a commutare il transistor al suo contatto di base. Non c'è quindi nessun flusso di corrente tra collettore ed emettitore. Il LED giallo si spegne. Se, al contrario, al buio la resistenza dell'LDR è molto alta, la tensione di 9V si suddivide quasi equamente tra le due resistenze. Fluisce una corrente di base che, a sua volta, rende possibile un flusso di corrente nel circuito elettrico di lavoro tra collettore ed emettitore. Il LED giallo nel nostro modulo LED si accende.

Si parla in questo caso di servizio notturno automatico.



7.4 LDR e transistor – Luce notturna regolabile

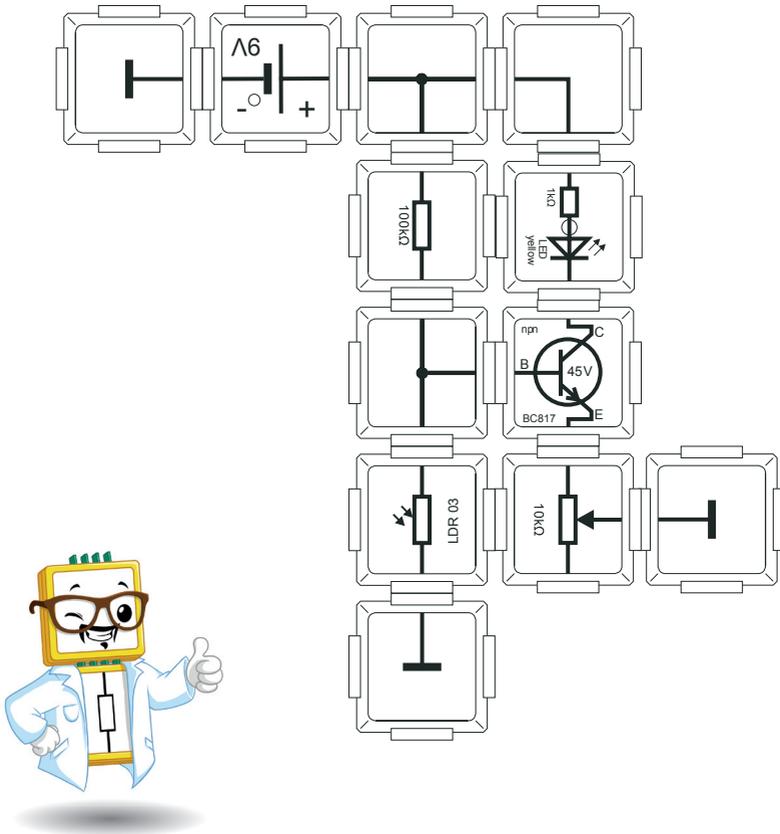
Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, modulo resistenza 100k Ω , modulo transistor, modulo LDR, modulo potenziometro, 3x modulo massa, 2x modulo a T, modulo ad angolo**

Come nel precedente esperimento usiamo anche qui un circuito elettrico con tutti e tre i semiconduttori del nostro set elettronico: il LED, la fotoresistenza ed il transistor. Ora abbiamo esteso il nostro circuito ad una funzione essenziale. Con l'aiuto del potenziometro possiamo regolare la sensibilità del nostro servizio notturno.

È ora possibile regolare la soglia della corrente di base in modo che il LED giallo si accenda quando si scende al di sotto di una determinata soglia di luce ambientale. Ora, con l'aiuto del potenziometro, si può impostare la tensione di soglia alla base, poiché la differenza di tensione tra base ed emettitore non è mai superiore 0.7V della tensione del flusso del tratto base-emettitore. Quando la corrente fluisce attraverso il transistor ed il potenziometro, aumenta anche la tensione tra emettitore e potenziale 0.

In tal modo, siccome la differenza è di 0,7V, aumenta anche la tensione alla base. Il circuito diventa insensibile in quanto aumenta la tensione critica di accensione. Il circuito è simile al circuito collettore del transistor che vi mostreremo in seguito. Se il potenziometro è impostato alla massima resistenza, la luce del LED si accende al buio. Solo allora la corrente di base è ancora abbastanza grande per accendere il transistor.

La condizione ottimale è compresa tra i valori e può essere esaminata.



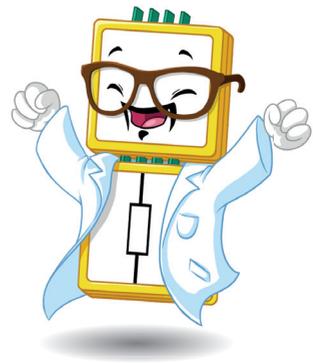
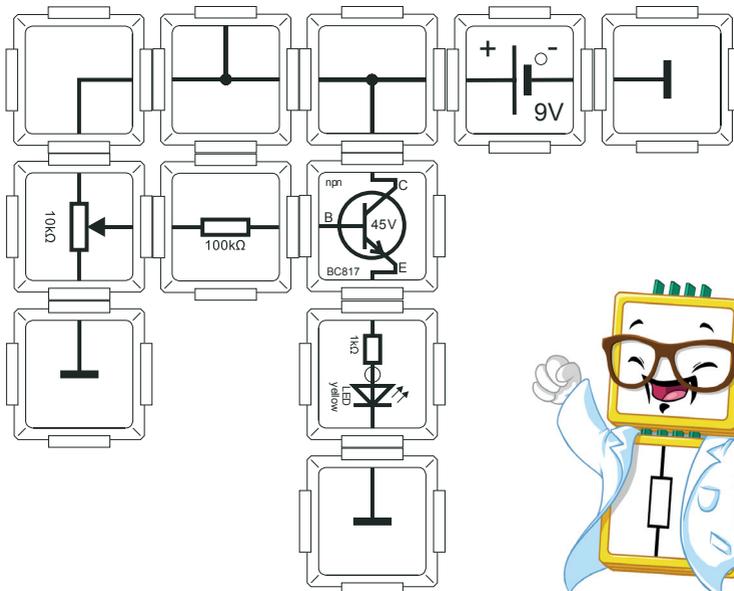
7.5 Il transistor in un circuito con collettore

Configurazione sperimentale: **modulo sorgente di tensione, LED giallo, modulo resistenza 100k Ω , modulo transistor, modulo potenziometro, 3x modulo massa, 2x modulo a T, modulo ad angolo**

Il transistor è uno dei componenti elettronici piú comunemente utilizzati. Ve lo avevamo già presentato all'inizio del nostro manuale. Viene installato miliardi di volte nelle unità di controllo di un normale computer desktop. Il numero di transistor utilizzati è molto superiore alla distanza calcolata in chilometri tra il sole e la terra. Il transistor ha tre circuiti di base e tre attacchi. Quelli maggiormente usati sono il circuito emettitore e quello collettore. Il circuito di base è adatto per circuiti particolari e non verrà ulteriormente spiegato in questa sede.

Qui, la tensione dell'emettitore segue sempre la tensione alla base con una differenza di 0,7 volt. Il circuito è quindi anche chiamato "inseguitore di tensione". Non viene eseguita nessuna amplificazione di tensione, ma piuttosto una amplificazione della corrente. Nel circuito emettitore è stata effettuata una amplificazione sia di tensione, che di corrente e, per quanto riguarda il circuito di base, ha avuto luogo solo un'amplificazione di tensione e nessuna amplificazione di corrente.

Se si ruota lentamente la manopola da destra a sinistra, il LED giallo si accende e l'intensità della sua luce aumenta con l'aumentare dell'angolo di rotazione. Questo circuito è chiamato circuito collettore, perché il contatto collettore è collegato direttamente al potenziale positivo della sorgente di tensione.



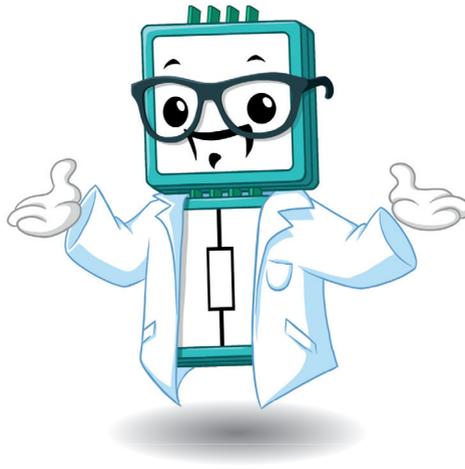
8. Conclusioni



Ci auguriamo che vi siate divertiti con il nostro set di base di elettronica. Se vi siete divertiti a passeggiare sulle orme di grandi scienziati come Faraday, Ohm e Volta, anche il nostro set elettronico avanzato vi entusiasmerà sicuramente.

L'Advanced Set ampliarà nettamente il raggio d'azione dei vostri esperimenti e vi affascinerà grazie a funzioni complesse con circuiti flip flop o processori come Arduino, Raspberry Pi e Banana. Ai nostri giovani ricercatori offriamo un accesso più chiaro a sistemi RF, adeguati elementi di design con LED e, naturalmente, un grande potenziale per sviluppare la propria creatività.

Sviluppato da **DM7RDK** nell'ambito dello sviluppo dei giovani, della formazione di radioamatori e per soluzioni industriali. Rolf-Dieter Klein è stato il moderatore della trasmissione "Computer Treff Sendung" della BR-alfa che si occupava di Computer ed il creatore del piccolo Computer NDR degli anni '90.





ALLNET GmbH

Maistrasse 2

D-82110 Germering, Germany

Tel.: +49 89 894 222-22

Fax: +49 89 894 222-33

www.brickrknowledge.de/it

email: info@brickrknowledge.com



<https://www.facebook.com/BrickRknowledge>