



Brick 'R'
knowledge

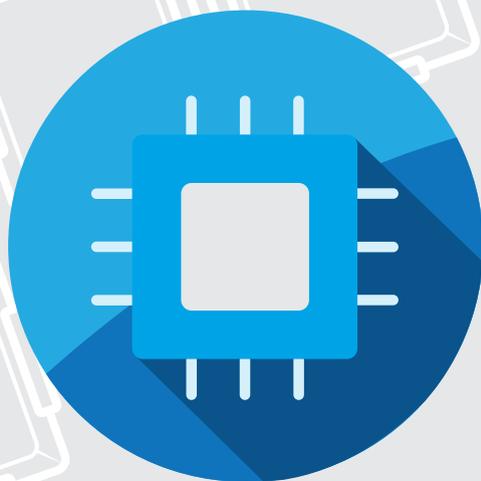
Set avanzado

Elektronik Experimentierkasten

Kreativität fördern – Entwicklung stärken

Set de experimentos electrónicos

Promover la creatividad - fortalecer el desarrollo



1.	Índice	3
2.	Instrucciones de seguridad	6
3.	Bricks (componentes) del set avanzado	7
	3.1 Conectores	8
	3.2 Bricks básicos	9
	3.3 Resistencias	11
	3.4 Condensadores eléctricos	13
	3.5 Inductores/bobinas	16
	3.6 Diodos y optoelementos	17
	3.7 Antenas y elementos de audio	21
	3.8 Interruptores y transistores	22
	3.9 Amplificador	24
	3.10 Módulos especiales	
4.	Configuración experimental - circuitos	25
	4.1 Luces LED	
	4.2 Circuito abierto	26
	4.3 Dos LED - circuito paralelo	27
	4.4 Polaridad de la batería - medición	28
	4.5 Tierra y brick	29
	4.6 Circuito simplificado con brick de tierra	31
	4.7 Circuito con pulsador	32
	4.8 Circuito con interruptor	33
5.	Lógica digital con botones	34
	5.1 Circuito AND	
	5.2 Circuito OR	35
	5.3 Circuito NOT	36
	5.4 Circuito exclusivo OR	37
6.	La resistencia	38
	6.1 Cálculo del valor de resistencia	
	6.2 LDR - resistencia dependiente de la luz	39
	6.3 El circuito paralelo	40
	6.4 Circuito en serie	41
	6.5 El potenciómetro	42
	6.6 Tensión umbral	43
7.	Condensador eléctrico	44
	7.1 Carga y descarga	
	7.2 Condensador con 10 μ F	45
	7.3 Condensador recargable	46
8.	Inductancia	47
	8.1 Carga y descarga de una bobina	
	8.2 Inducción	48
	8.3 Tensión inductiva	49
	8.4 Captación de energía	50
9.	Transistores	51
	9.1 Transistores como interruptor	
	9.2 Transistores en la configuración darlington utilizados como sensor táctil	52
	9.3 Circuito darlington con sensor táctil capacitivo	53
	9.4 LDR y transistor	54
	9.5 LDR como luz nocturna con transistor y resistencia	55

9.6	LED como fotodiodo	56
9.7	Transistor como inversor	57
9.8	LED invertido	58
9.9	LED de corriente constante con tensión de alimentación de 9V	59
9.10	LED de corriente constante con tensión de alimentación de 18V	60
9.11	Multivibrador astable	61
9.12	Multivibrador monostable	62
9.13	Multivibrador biestable	63
10.	JFET (Junction Field Effect Transistor). Transistor efecto de campo de juntura	64
10.1	Canal J310-n JFET	
11.	MOSFET	65
11.1	Fundamentos del MOSFET	
11.2	MOSFET como interruptor	66
11.3	Sensor táctil NMOS simple	67
12.	Semiconductores especiales	68
12.1	PUT - Transistor de Uniunión Programable	
12.2	Tiristor en el circuito equivalente	69
13.	Temporizador 555	70
13.1	Temporizador astable	
13.2	Temporizador monostable	71
13.3	Temporizador biestable	72
13.4	Temporizador 555 alternativa biestable 1	73
13.5	Temporizador 555 alternativa biestable 2	74
13.6	Temporizador 555 como generador de tensión	75
14.	Circuitos lógicos	76
14.1	AND con diodos	
14.2	OR con diodos	77
14.3	Circuito NAND con transistores	78
14.4	Circuito NOR	79
14.5	Circuito AND	80
14.6	Circuito OR	81
15.	Osciladores	82
15.1	Oscilador RF Banda ISM de 13.56 MHz	
15.2	Oscilador de cristal con afinación (trim)	83
15.3	Oscilador de cristal con diodo de capacitancia para la sintonización	84
15.4	Circuito resonante oscilador con condensador y bobina	85
16.	Amplificador operacional	86
16.1	Fundamentos de OPAMP	
16.2	OPAMP como seguidor de voltaje	87
16.3	OPAMP como no invertido 11:1 amperios	88
16.4	OPAMP como un amplificador invertido de 10:1 con tierra virtual	89
16.5	OPAMP como integrador	90
16.6	OPAMP como diferenciador	91
16.7	OPAMP como oscilador con bobina y condensador	92
16.8	Oscilador Wien-Robinson	93
16.9	Oscilador Wien-Robinson con estabilización	94

17.	Amplificador de audio con LM386	95
	17.1 Micrófono y amplificador	
	17.2 Generador de ruido	96
	17.3 Generador de ruido 2	97
	17.4 Amplificador de luz	98
	17.5 OPAMP como detector de línea de alimentación AC	99
	17.6 Barrera de luz para la transmisión de audio	100
	17.7 Fototransistor con preamplificador	101
	17.8 Fototransistor con transmisión de infrarrojos (IR)	102
	17.9 Fotodiodo para transmisión IR	103
18.	Circuitos con relés	104
	18.1 Relé	
	18.2 El relé como interruptor	105
	18.3 Relé en serie	106
	18.4 Relé en serie	107
	18.5 Relé en circuito paralelo	108
	18.6 Relé en autosuficiencia	109
	18.7 Relé en autosuficiencia con interruptor	110
	18.8 Relé con autointerruptor	111
	18.9 Relé con segundo relé de autointerrupción	112
	18.10 Relé lentamente autosuficiente	113
	18.11 Relé (operación NOT)	114
	18.12 Relé (operación AND)	115
	18.13 Relé (operación NO AND (NAND))	116
	18.14 Funcionamiento del relé OR	117
	18.15 Funcionamiento del relé NOT OR (NOR)	118
	18.16 Funcionamiento con relé exclusivo-OR (XOR)	119
19.	Relé de láminas	120
	19.1 Relé de láminas	
20.	Timbre – Circuito Morse	121
21.	Sistemas de alarma	122
	21.1 Sistema de alarma 1	
	21.2 Sistema de alarma 2	123
	21.3 Sistema de alarma 3	124
	21.4 Barrera de luz 1	125
	21.5 Barrera de luz 2	126
22.	Elementos térmicos	127
	22.1 Elementos térmicos con PTC	
	22.2 Elementos térmicos con NTC	128
	22.3 NTC con MOSFET (canal n, modo de mejora)	129
	22.4 NTC con transistor bipolar (BC817)	130
23.	Visión de futuro	131

2. Instrucciones de seguridad

Atención: nunca conecte los bricks directamente a la red eléctrica (115V/230V), existe peligro de muerte.

Para su alimentación (9V) sólo se puede utilizar la fuente (Brick adaptador de Pila) que va incluida. La tensión de 9V y un flujo de corriente aprox. 1A no suponen ningún riesgo para la salud. Por favor, tenga especial cuidado de que los cables abiertos no entren en contacto o caigan dentro de una regleta de enchufes ya que existe el riesgo de recibir una descarga eléctrica o de electrocutarse. Nunca mire directamente a un diodo de emisor de luz (LED), porque existe el riesgo de dañar la retina (deslumbrar).

El condensador polarizado (condensador de tantalio/condensador electrolítico) nunca se debe conectar con el contacto marcado en "Plus/Positivo" de manera directa o indirecta al conector de la fuente de alimentación (9V) marcado con "Minus/Negativo", sino directa o indirectamente al conector de la fuente de alimentación (9V) marcado con "Plus/Positivo". Si el condensador electrolítico tiene la polaridad invertida, es decir que no se tiene en cuenta lo anterior descrito, existe el riesgo de que se pueda estropear e incluso haber riesgo de explosión.

Es importante asegurarse de que la fuente de alimentación (Brick adaptador de Pila) esté desconectada después de cada experimento, ya que sino existe el riesgo de un incendio eléctrico.

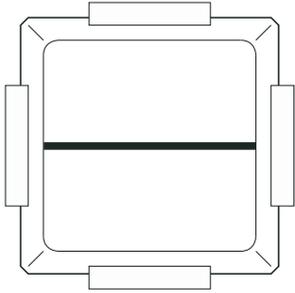


3. Bricks (componentes) del set avanzado

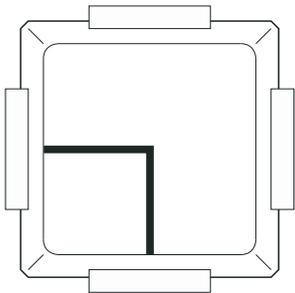
Los bricks son módulos compactos para el mundo electrónico. Son la solución perfecta para que los jóvenes científicos tengan la oportunidad de experimentar con el mundo de la electrónica. El set contiene componentes estándar como conectores, fuentes de alimentación, así como bricks activos y pasivos. La siguiente lista le ofrece un resumen con las unidades de las propiedades más comunes y sus abreviaturas.

Valor	Unidad	Símbolo/abreviación
Corriente	Amperio	A
Voltaje	Voltios	V
Potencia	Vatios	W
Resistencia	Ohmios	Ω
Valor de capacitancia (Condensador)	Faradio	F
Valor de inductancia (Bobina)	Henrio	H
Frecuencia	Hercios	Hz
Prefijo para $\times 10^3$	Kilo	k
Prefijo para $\times 10^6$	Mega	M
Prefijo para $\times 10^9$	Giga	G
Prefijo para $\times 10^{12}$	Tera	T
Prefijo para $\times 10^{-3}$	Milli	m
Prefijo para $\times 10^{-6}$	Micro	μ
Prefix para $\times 10^{-9}$	Nano	n
Prefijo para $\times 10^{-12}$	Pico	p
Prefijo para $\times 10^{-15}$	Femto	f

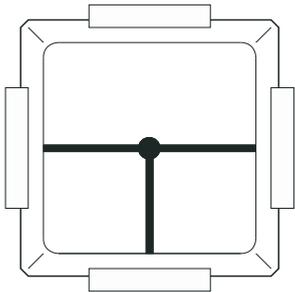
3.1 Conectores



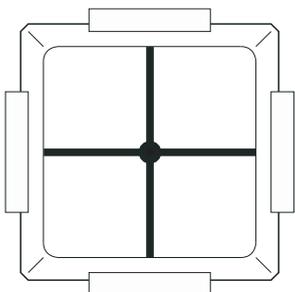
El brick de conector recto une dos bricks.
Es necesario para cerrar huecos en circuitos complicados.



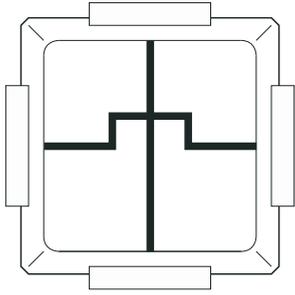
El brick de esquina interconecta dos bricks a través de una esquina en un ángulo de 90 grados.



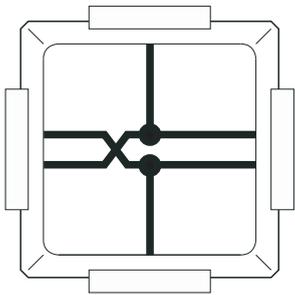
El brick en forma de T puede crear desvíos adicionales. La tierra, es decir el potencial de 0V, está conectado como en todos los Bricks por los contactos exteriores.



El brick cruzado conecta las cuatro direcciones entre sí. En la esquina del circuito, el puente cruzado se puede usar en línea o como un brick de esquina.

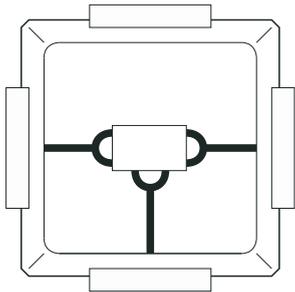


El brick de doble conector recto, conecta sólo los lados opuestos, de abajo a arriba y de izquierda a derecha.

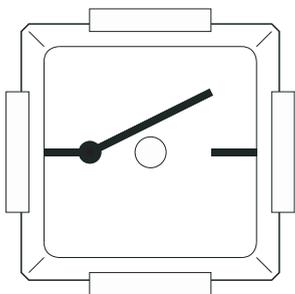


Este brick conecta los contactos centrales que están separados. Separando y cruzando las líneas, se puede cambiar la conexión.

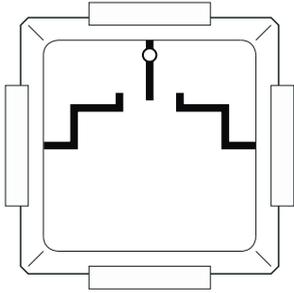
3.2 Bricks básicos



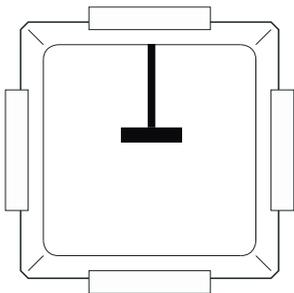
El brick universal se puede utilizar para integrar componentes externos en un circuito. Por ejemplo, se puede usar para integrar resistencias de $9.8\text{ k}\Omega$. También se puede utilizar como un interruptor, para cerrar las intersecciones de un circuito.



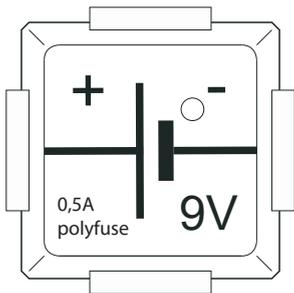
El brick pulsador es un interruptor electromecánico que permite una conexión conductiva sólo al pulsar y mantener pulsado el botón. En el momento de soltarlo, la conexión se abrirá de nuevo y el botón volverá a su posición inicial.



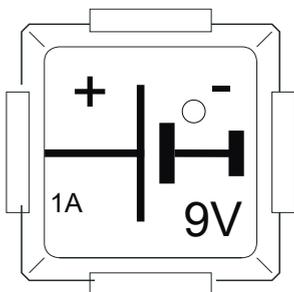
El brick interruptor combina tanto el contacto derecho como el izquierdo con el contacto central. En la posición central, todas las conexiones están separadas. La corriente máxima es de 6A.



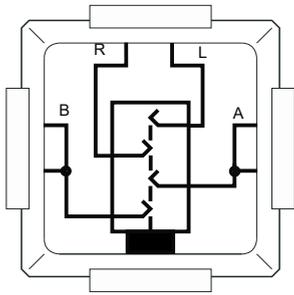
El brick de tierra es un elemento muy importante, que asegura un circuito cerrado en conexiones complejas. Interconecta los dos contactos del medio con los exteriores, los cuales están reservados para el cierre del circuito. Como tierra, se denomina en la electrónica, la comparación de voltaje de cero voltios (0V).



El brick de alimentación se debe conectar como último Brick al circuito, después de haber controlado el mismo, de lo contrario existe peligro de cortocircuito! El Brick adaptador de pila suministra energía eléctrica al circuito. Incluye adaptador de corriente. La tensión de alimentación es de 9 voltios (9V). El LED integrado, proporciona una retroalimentación óptica e informa al usuario con una luz LED roja en caso de corto circuito.

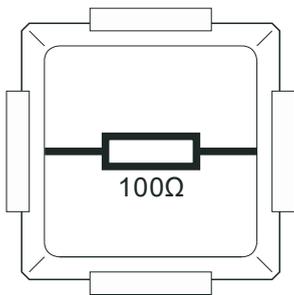


El brick de energía es la segunda forma de alimentar un circuito. Proporciona un voltaje DC estabilizado de 9V con una corriente máxima de cortocircuito de 1A. La tierra está conectada al polo negativo, de manera que no se deben usar más bricks de tierra para completar el circuito. Un LED verde señala la inserción correcta del brick. Para reducir el riesgo de fallos electrónicos, el brick de energía debe desconectarse después de cada experimento.

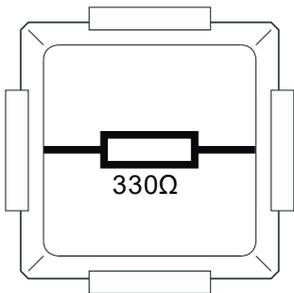


Este brick contiene cuatro estéreo jacks o conexiones de micrófono de 3.5mm. Cada enchufe tiene un conector de cuatro clavijas, el cual es adecuado para una combinación de micrófono y auriculares.

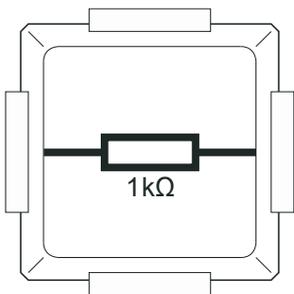
3.3 Resistencias



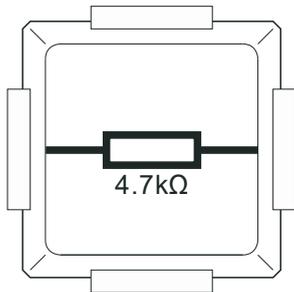
Este brick tiene una resistencia eléctrica de 100Ω . Este valor corresponde a una corriente de 10mA a un voltaje de 1V. Como todas nuestras resistencias, la disipación de potencia resultante no debería exceder los 0.125 vatios.



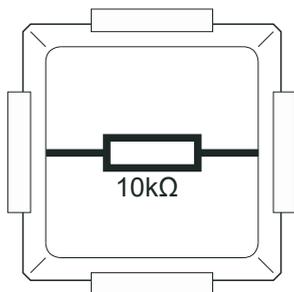
Este brick tiene una resistencia eléctrica de 330Ω . Este valor corresponde a una corriente de 3.03mA a un voltaje de 1V. Como todas nuestras resistencias, la disipación de potencia resultante no debería exceder los 0.125 vatios.



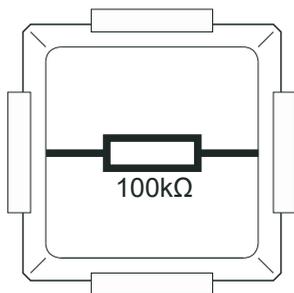
Este brick tiene una resistencia eléctrica de $1k\Omega$. Este valor corresponde a una corriente de 1mA a un voltaje de 1V. Como todas nuestras resistencias, la disipación de potencia resultante no debería exceder los 0.125 vatios.



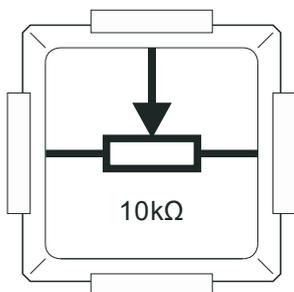
Este brick tiene una resistencia eléctrica de $4.7\text{k}\Omega$. Este valor corresponde a una corriente de $213\mu\text{A}$ a un voltaje de 1V . Como todas nuestras resistencias, la disipación de potencia resultante no debería exceder los 0.125 vatios.



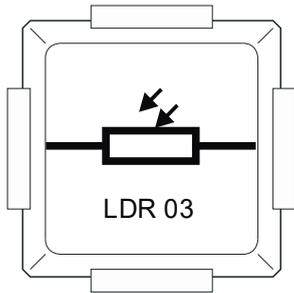
Este brick tiene una resistencia eléctrica de $10\text{k}\Omega$. Este valor corresponde a una corriente de $100\mu\text{A}$ a un voltaje de 1V . Como todas nuestras resistencias, la disipación de potencia resultante no debería exceder los 0.125 vatios.



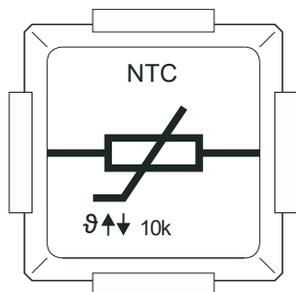
Este brick tiene una resistencia eléctrica de $100\text{k}\Omega$. Este valor corresponde a una corriente de $10\mu\text{A}$ a un voltaje de 1V . Como todas nuestras resistencias, la disipación de potencia resultante no debería exceder los 0.125 vatios.



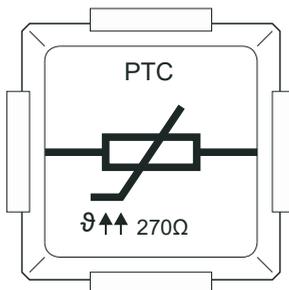
El potenciómetro es una resistencia manualmente variable. Un tercer contacto (contacto por rozamiento) rastrea la longitud de la resistencia y cambia el valor de la resistencia eléctrica en su contacto. Se puede configurar en el rango de 0 hasta $10\text{k}\Omega$. Si el contacto por rozamiento u otro contacto se conecta directamente a la fuente de alimentación, se producirá un cortocircuito. Esto debe evitarse! El potenciómetro tiene una potencia máxima de aproximadamente 0.125 vatios.



El LDR es la denominación inglesa para la fotorresistencia, es decir, su capacidad de controlar la corriente eléctrica según la luz que irradia sobre él. Si nuestra LDR 03 recibe luz, tiene una resistencia eléctrica baja de 100 ohmios, en la oscuridad sin embargo, varios miles de ohmios. El cambio del valor de la resistencia es fluido.



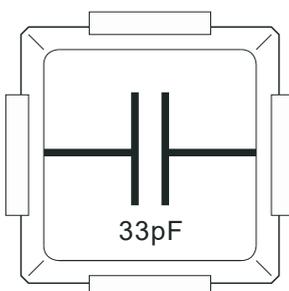
La resistencia NTC (Coeficiente de Temperatura Negativo) es una resistencia dependiente de la temperatura. El cambio en el valor de resistencia es opuesto al cambio de la temperatura. Por ejemplo, si la temperatura aumenta, la resistencia eléctrica disminuye. El valor de resistencia, como en el símbolo del circuito, es 10k a una temperatura ambiente de 25 grados. La resistencia NTC es muy adecuada como sensor de temperatura.



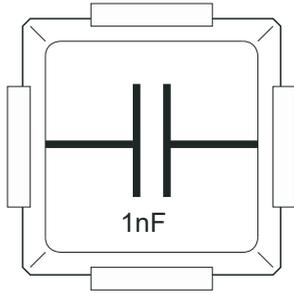
La resistencia PTC (Coeficiente de Temperatura Positivo) cambia su valor en el mismo sentido que la temperatura. Esto significa que cuando la temperatura aumenta, también lo hace la resistencia eléctrica. El valor de resistencia, como en el símbolo del circuito, es 270Ω a temperatura ambiente. El PTC es perfecto para un rango de temperatura de entre -10 y 40 grados, ya que este rango ofrece un cambio de resistencia acorde a los cambios de temperatura.

Atención: El valor nominal del PTC tendría que ser diferente en el set del que aparece aquí como ejemplo!

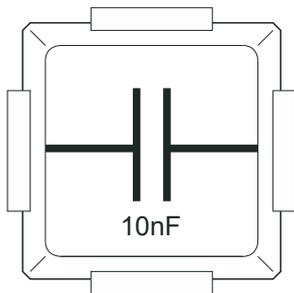
3.4 Condensador eléctrico



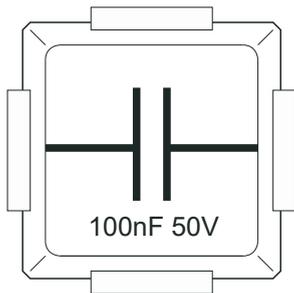
El set incluye un condensador eléctrico con una capacidad de 33pF. Puede almacenar energía eléctrica y la libera muy rápidamente, como lo hace una banda elástica utilizando energía mecánica. 1F significa que se alcanza una tensión de 1V cuando se carga durante 1s por una corriente de 1A. Los condensadores suelen tener una capacidad muy baja. Los condensadores no deben exceder la tensión máxima especificada.



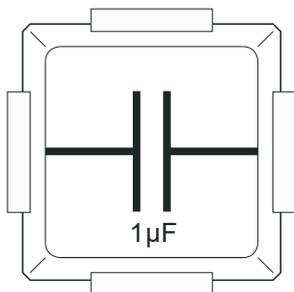
El set incluye un condensador eléctrico con capacidad de 1nF. El voltaje de 1V se alcanza después de 1ns, cuando se carga con una corriente de 1A. Los condensadores eléctricos no deben exceder su tensión máxima especificada.



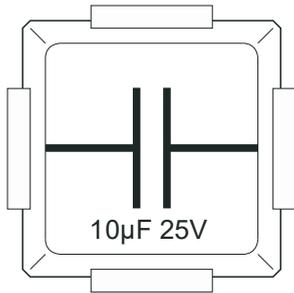
Este condensador eléctrico tiene una capacidad de 10nF. Por lo tanto, puede almacenar 10 veces más electricidad que la variante 1nF. Una tensión de carga de 1V se alcanza después de 1ns, cuando se carga con una corriente de 1A 10nF. Los condensadores eléctricos no deberían exceder su voltaje máximo específico .



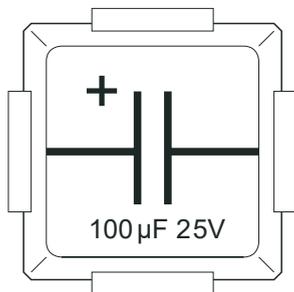
Este condensador eléctrico tiene una capacidad de 100nF. Por lo tanto, puede almacenar 100 veces más electricidad que la versión 1nF. La tensión de carga de 1V se alcanza después de los 100ns, cuando se carga con una corriente de 1A. Los condensadores eléctricos no deben exceder su voltaje máximo específico de 50V.



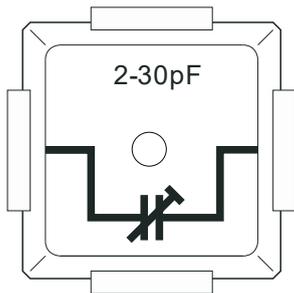
Este condensador eléctrico tiene una capacidad de 1µF. Por lo tanto, ahorra 1000 veces más electricidad que la versión 1nF. La tensión de carga de 1V se alcanza después de los 1µs, cuando se carga con una corriente de 1A. Los condensadores eléctricos no deberían exceder su voltaje máximo especificado de 50V.



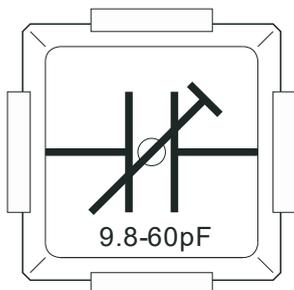
Este condensador eléctrico tiene una capacidad de 10 millonésimas de faradios (10µF). Es capaz de almacenar la energía eléctrica y emitirla muy rápidamente, como lo hace una banda elástica con energía mecánica. 1 faradio significa que se alcanza una tensión de 1 voltio cuando se carga durante 1 segundo con una corriente de 1 amperio. Los condensadores eléctricos generalmente tienen muy poca capacidad. La tensión no debe exceder los 25 voltios!



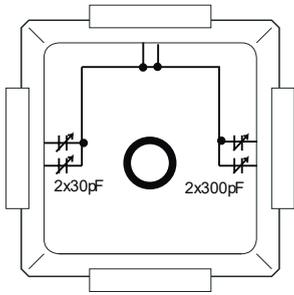
Nuestro set también contiene un condensador electrolítico de 100µF, que no puede operar a una tensión más alta que 25 voltios. El condensador sobresale del Brick. En este condensador, también llamado ELKO, hay que prestar especial atención al ánodo (polo positivo (+)). Este sólo puede conectarse al conector positivo (+) de la fuente de alimentación (9V) de manera directa o indirecta. Puede almacenar 100.000 veces más electricidad que la variante 1nF. Una tensión de carga de 1V se alcanza después de 100µs, cuando se carga con una corriente de 1A. Los condensadores no deben exceder su tensión máxima específica.



El brick de condensador variable tiene un rango de valores de capacitancia de 2pF a 30pF. El valor se puede ajustar manualmente. Use un destornillador pequeño para girar el tornillo de ajuste en el sentido de las agujas del reloj, para aumentar el valor de capacitancia. Este brick puede utilizarse fácilmente para sintonizar circuitos resonantes o de filtro.

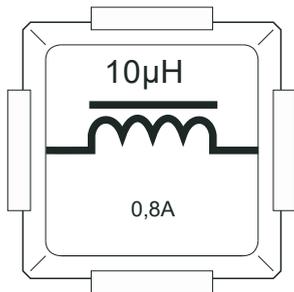


El condensador variable tiene un rango de ajuste de 9.8pF a 60pF. El valor de capacitancia se puede ajustar manualmente. Este brick se puede usar fácilmente para sintonizar circuitos resonantes o de filtro.

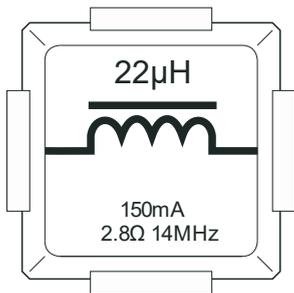


Este brick contiene cuatro condensadores variables. Están conectados por separado a los contactos del brick, dos con 2x30pF y dos con 2x300pF. El valor de los dos juntos puede ajustarse mediante un mando giratorio común. Los condensadores variables se pueden utilizar individualmente o, en caso necesario, también se pueden conectar en paralelo.

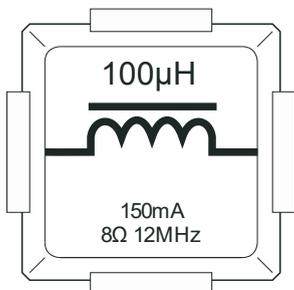
3.5 Inductores / bobinas



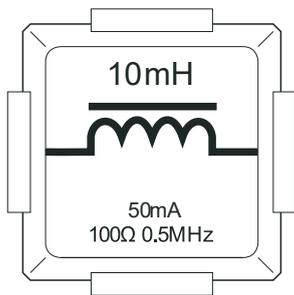
Este brick contiene una bobina con una inductancia de 10µH. Un voltaje de inducción de 1V se alcanza a los 10µs, a través de un cambio de corriente de 1A. Las bobinas se pueden usar para configurar circuitos resonantes de frecuencia y filtros. La bobinas contrarestan cualquier cambio de corriente para estabilizar el circuito.



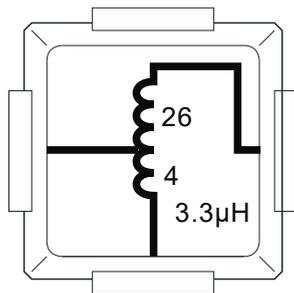
Este brick contiene una bobina con una inductancia de 22µH. Un voltaje de inducción de 1V se alcanza a los 22µs, a través de un cambio de corriente de 1A. Las bobinas se pueden usar para configurar circuitos resonantes de frecuencia y filtros. La bobinas contrarestan cualquier cambio de corriente que se produzca para estabilizar el circuito, esta propiedad estabilizadora de corriente, se usa para convertir (transformar) un voltaje.



Este brick contiene una bobina con una inductancia de 100µH. Un voltaje de inducción de 1V se alcanza a 0.1ms, a través de un cambio de corriente de 1A. Las bobinas se pueden usar para configurar circuitos resonantes de frecuencia y filtros. Las bobinas contrarestan cualquier cambio de corriente para estabilizar el circuito. Esta propiedad estabilizadora se usa para convertir (transformar) un voltaje.

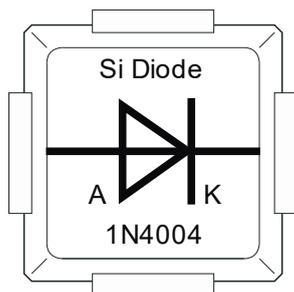


Este brick contiene una bobina con una inductancia de 10mH. Un voltaje de inducción de 1V se alcanza a 10ms, a través de un cambio de corriente de 1A. Las bobinas se pueden usar para configurar circuitos resonantes de frecuencia y filtros. Las bobinas contrarestan cualquier cambio de corriente.

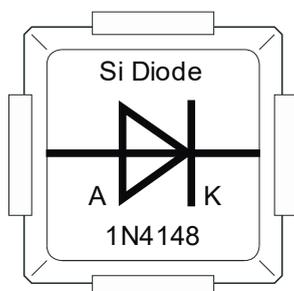


El set avanzado contiene bobinas con una inductancia de 3.3µH. Las inductancias ocurren sólo cuando el flujo de corriente cambia. A un voltaje constante, las bobinas actúan como una resistencia. Una inductancia de 1H indica que, para un cambio de corriente de 1A en un segundo, un voltaje de 1V está inducido. Esta bobina alcanza un voltaje inductivo de 1A a 3.3µs con un cambio de corriente de 1A. El grifo se utiliza para conseguir inductancias parciales del valor total.

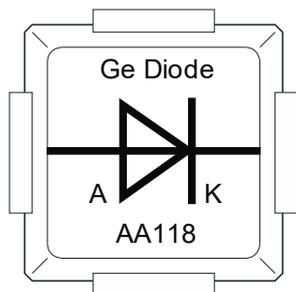
3.6 Diodos y optoelementos



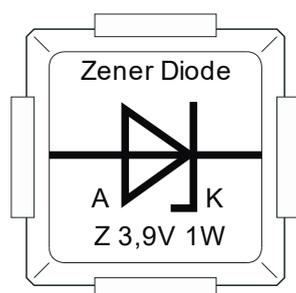
Este brick incluye un diodo de potencia. Su propiedad especial es que puede soportar alta tensión en dirección inversa, de alrededor de 400V. También funciona como un diodo normal. El voltaje hacia adelante es de aproximadamente 0.7-1V.



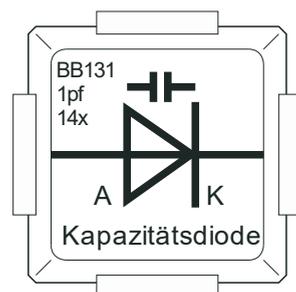
La característica especial de este diodo es que puede rectificar voltajes de hasta 100V y puede conmutar frecuencias muy altas, de hasta 100MHz. Funciona hacia adelante. En dirección inversa, la corriente es muy baja.



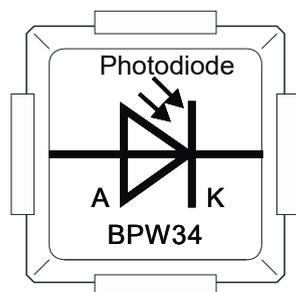
Un diodo de germanio permite, al igual que todos los otros diodos, que la corriente fluya sólo hacia adelante. Su singularidad reside en el material semiconductor utilizado, el germanio. Esto permite una tensión de difusión sustancialmente menor en comparación con el material de silicio. La tensión de difusión de este brick diodo es sólo 0.2V. El AA118 se puede usar para aplicaciones con frecuencias de hasta 1GHz.



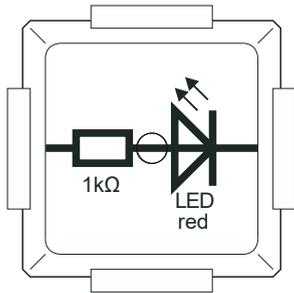
Este brick contiene un diodo de zener. Tiene la particular característica de estabilizar el voltaje. La estabilización de tensión se realiza en sentido inverso en este componente. Si el voltaje es lo suficientemente largo, se produce una avería y la corriente fluye en dirección inversa. El voltaje de ruptura también se llama voltaje zener y este brick tiene un voltaje de ruptura de 3.9 V.



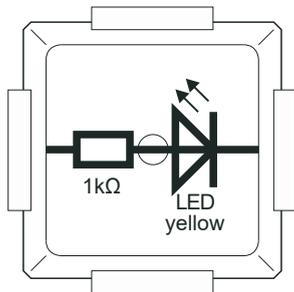
Este brick contiene un diodo de capacitancia. Cuando se opera en dirección inversa, tiene una capacidad controlable. Si el voltaje se aplica en la dirección inversa, una zona aislada se forma entre las capas conductoras del diodo. Esto aumenta con el aumento de la tensión inversa y la capacidad disminuye. De este modo, permite controlar oscilaciones en circuitos eléctricos.



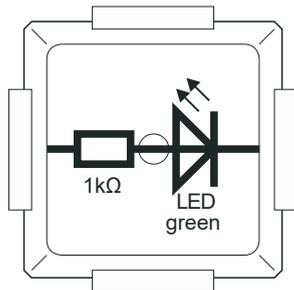
Este brick es un fotodiodo. Por favor, preste atención a la polaridad. Un fotodiodo conduce la electricidad, como todos los otros diodos, sólo hacia adelante. Para usarlo como sensor de luz, el brick debería insertarse en sentido inverso. En este caso, pasan a ser conductores cuando se exponen a la luz. Para ello, el ánodo debe conectarse al terminal negativo del voltaje y el cátodo a su terminal positivo.



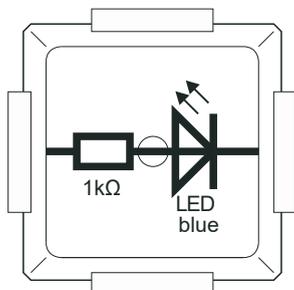
Este brick LED tiene un LED rojo con una resistencia en serie de $1k\Omega$ instalada. Funciona hacia adelante. Instalado correctamente (hacia adelante) el LED se ilumina, cuando se alcanza un voltaje mínimo de aproximadamente 1.5V. El voltaje mínimo depende del color del LED.



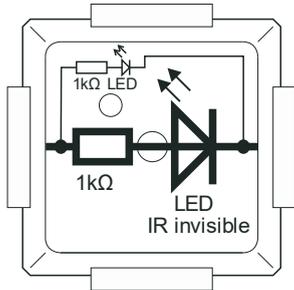
Este brick LED tiene un LED amarillo con una resistencia en serie de $1k\Omega$ instalada. Funciona hacia adelante. Instalado correctamente (hacia adelante) el LED se ilumina, cuando se alcanza un voltaje mínimo de aproximadamente 1.7V. El voltaje mínimo depende del color del LED.



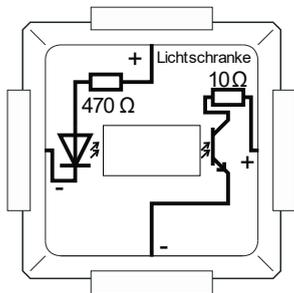
Este brick LED tiene un LED verde con una resistencia en serie de $1k\Omega$ instalada. Funciona hacia adelante. Instalado correctamente (hacia adelante) el LED se ilumina, cuando se alcanza un voltaje mínimo de aproximadamente 1.8V. El voltaje mínimo depende del color del LED.



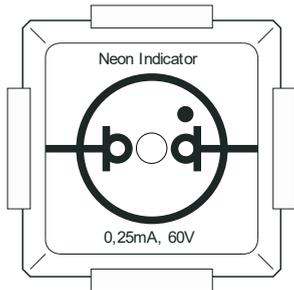
Este brick LED tiene un LED azul con una resistencia en serie de $1k\Omega$ instalada. Funciona hacia adelante. Instalado correctamente (hacia adelante) el LED se ilumina, cuando se alcanza un voltaje mínimo de aproximadamente 2.7V. El voltaje mínimo depende del color del LED.



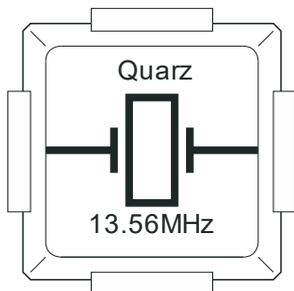
Este brick contiene un diodo infrarrojo. El ojo humano no puede detectar la longitud de ondas de la luz emitida, ya que está por debajo (Latín: infra) del rango visible (400nm-700nm), con unos 780nm aproximadamente. Un LED rojo indica actividad. Precaución: radiación invisible.



Este brick contiene una barrera fotoeléctrica. El funcionamiento se basa en el hecho de que el LED ilumina un fototransistor. Si se rompe la conexión óptica entre el LED y el fototransistor, el transistor se bloquea. Las barreras de luz, por ejemplo, se utilizan en sistemas de alarma o como sensores incrementales en aplicaciones industriales. Toda la información se transmite completamente aislada, sin contacto eléctrico. Esto puede ser utilizado como aislamiento galvánico.

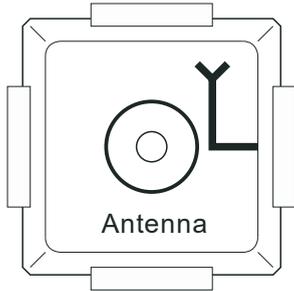


La lámpara incandescente pertenece, como las lámparas fluorescentes, al grupo de las lámparas de descarga de gas. Se aplica una tensión alta de alrededor de 70V, resultando en la ionización de los átomos de gas inerte en el interior de la lámpara. Este proceso se llama ionización de impacto. Los gases inertes se usan en la lámpara para evitar una mayor reacción de los átomos. El fenómeno luminoso siempre se observa en el cátodo. Cuando el voltaje AC se aplica, los dos electrodos se iluminan.

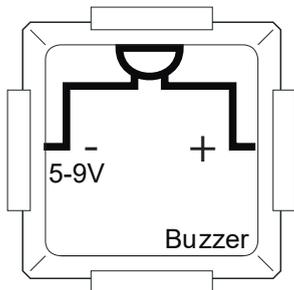


Un oscilador de cristal, genera una vibración precisa mediante un campo alternativo externo. Se puede integrar en un circuito en serie o paralelo. Cada resonador de cristal tiene una frecuencia natural o resonante. El brick contiene un cristal que oscila a 13.56MHz. La calidad de la oscilación generada es muy alta.

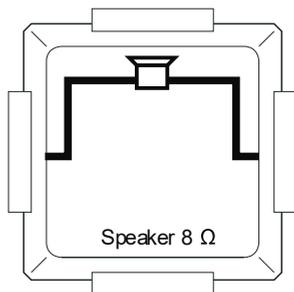
3.7 Antenas y elementos de audio



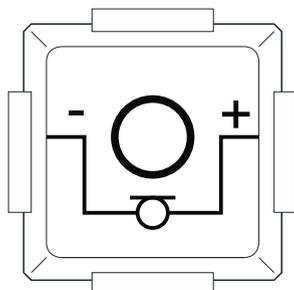
Una antena recibe o transmite ondas electromagnéticas.



El timbre convierte señales eléctricas en acústicas. Sin embargo, no tiene una gama de frecuencias muy amplia, como un altavoz. La generación de diferentes señales de sonidos, no es posible. Está pensado para mensajes acústicos breves y simples. El timbre está construido con un elemento piezoeléctrico o un electroimán y está operado con un voltaje AC. Nuestro brick contiene un circuito electrónico, por eso es importante tener en cuenta la polaridad (+, -), un voltaje DC, porque está transformado internamente.

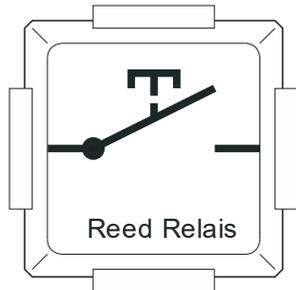


El altavoz convierte señales eléctricas en tonos. Los altavoces están diseñados para un rango de frecuencias específico, dependiendo de las tareas específicas. Un altavoz de banda ancha, por ejemplo, tiene un espectro de 40-20,000Hz. Los altavoces sólo deberían funcionar con la potencia adecuada y el valor de resistencia correcto. La siguiente fórmula se aplica a nuestro altavoz: $\sqrt{(P \cdot R)} = V$, $\sqrt{(0.25W \cdot 8\Omega)} = 2V$. Por lo tanto, nuestro brick altavoz, no debería estar conectado a la fuente de alimentación de 9V.

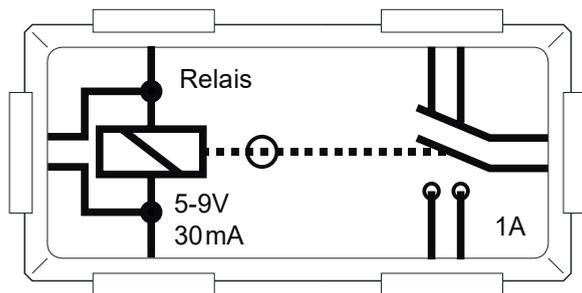


Nuestro brick micrófono convierte ondas acústicas en señales eléctricas. El micrófono se puede describir como lo opuesto al altavoz. Muchos micrófonos hacen uso de un valor de capacidad variable, para convertir las ondas de presión del sonido en una señal eléctrica. Como nuestro micrófono contiene un transistor de efecto de campo para la amplificación, es importante prestar atención a la polaridad correcta (+/-). El rango de frecuencia se extiende de 20-20,000Hz, la sensibilidad es de aproximadamente $5-10 \frac{mV}{Pa}$

3.8 Interruptores y transistores



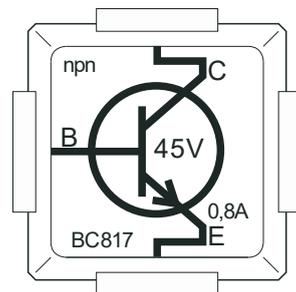
Un interruptor de contacto Reed (tubo delgado) se activa a través de un campo magnético externo. Este campo magnético puede ser generado por un imán o un electromagnético permanente. Los interruptores reed tienen una magnetización remanente baja. Se encienden cada vez que se añade un campo magnético externo en la misma dirección y se apagan cuando se elimina el campo magnético externo. Se utilizan como un interruptor de proximidad.



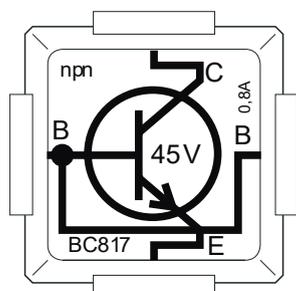
El brick relé es un interruptor electromagnético. El circuito de control y los contactos están eléctricamente aislados. El voltaje mínimo es de aproximadamente 5V a una corriente de 30mA. Un relé puede conmutar corrientes sustancialmente mayores, según sea necesario para activarla. Nuestros relés pueden conmutar hasta 1A. Nuestro brick relé tiene un rectificador y estabilizador incorporado, de manera que el relé puede operar hasta con 9V, sin prestar atención a la polaridad. Un LED indica, cuando un relé está activado.

Atención:

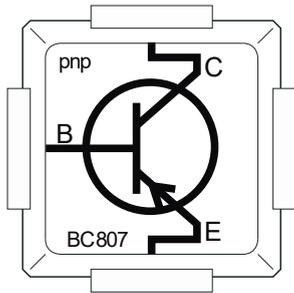
Los transistores se pueden dañar, si entre las conexiones B (base) y E (emisor), o entre las conexiones C (colector) y E se conecta tensión sin resistencia! Los transistores son interruptores electrónicos que no funcionan como un interruptor de luz manual, sino a través de un flujo de corriente en su conexión B. A continuación, fluye corriente entre el colector y el emisor. El flujo de corriente conmutada (C a E) no debe exceder de los 0,5A a 0,8A, para evitar la destrucción del componente. En un transistor NPN, la base debe ser positiva en relación con el emisor, para un funcionamiento normal.



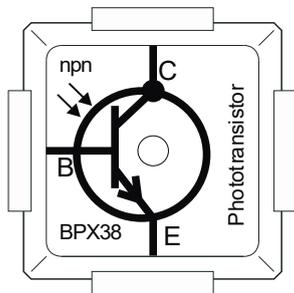
Este brick contiene un transistor NPN. Controla el flujo de corriente entre el colector (C) y el emisor (E) a través de la corriente eléctrica más pequeña en su contacto base (B). La base debe ser positiva en relación con el emisor para su normal funcionamiento.



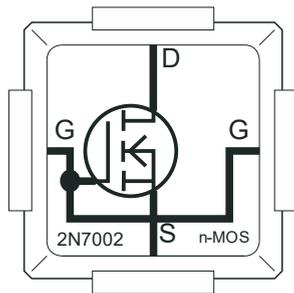
Este brick contiene el mismo transistor NPN. Controla el flujo de corriente entre el colector (C) y el emisor (E) a través de la corriente eléctrica más pequeña en su contacto base (B). La base debe ser positiva en relación con el emisor para su normal funcionamiento. Además, este brick ofrece una conexión de la base al lado izquierdo y al derecho. Esto permite una construcción mucho más fácil de circuitos complejos.



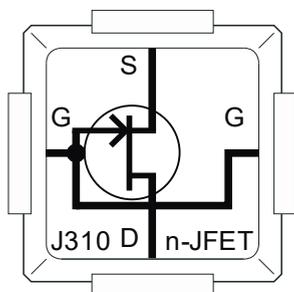
El transistor PNP controla con una corriente mucho menor en los contactos base (B), el flujo de corriente mucho mayor entre el emisor (E) y el colector (C). Para un funcionamiento normal, la base necesita ser negativa en relación con el emisor.



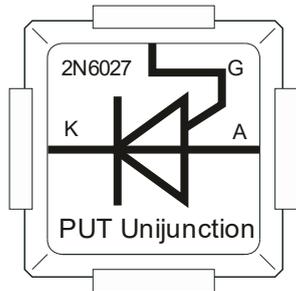
El fototransistor controla el colector-emisor-corriente a través de la corriente en la base, como un transistor convencional. Además, los flujos de corriente del colector al emisor también pueden estar controlados mediante una luz emitida en la apertura transparente, en el transistor. El fototransistor es de alguna manera similar a una fotorresistencia, pero la ganancia del transistor lo hace más sensible.



Nuestro transistor de efecto de campo controla el flujo de corriente entre el drenaje y la fuente a través del voltaje aplicado en la puerta. Lo especial de este dispositivo es que la conexión entre la puerta y la fuente es de impedancia muy alta. Los transistores de efecto de campo, también son conocidos como MOSFET (Transistor de Efecto de Campo de Metal-Óxido-Semiconductor) o como "MOS". Existen diferentes tipos de MOS, nuestro brick es un canal de realce tipo n, el cual está normalmente fuera de estado. Esto significa que el voltaje positivo por encima de cierta tensión umbral necesita aplicarse a la puerta, para que el MOS empiece a conducirse entre el drenaje y la salida del agua.

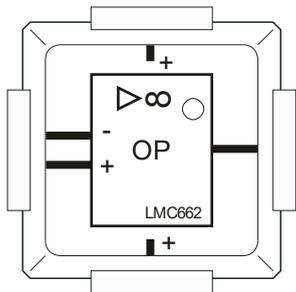


Un JFET (Transistor de unión de efecto de campo) conduce desde la fuente hasta el drenaje sin un voltaje externo en la puerta. Actúa como una resistencia estándar hasta que alcanza la tensión de corte. Esto es aproximadamente a 2.5 voltios. El flujo de corriente entre el drenaje y la fuente permanece constante cuando se alcanza el nivel de corte. Este voltaje de corte se puede reducir a un voltaje negativo en relación con el contacto de la fuente. Este voltaje negativo también controla el flujo de corriente.

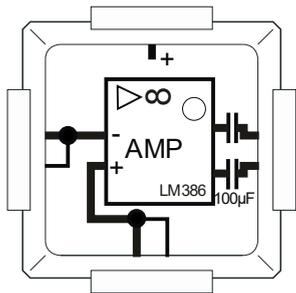


Este brick contiene un PUT (Transistor Uniunión Programable). Lo especial de este dispositivo es la tensión de umbral ajustable entre el ánodo y el cátodo. Cuando un voltaje se aplica en dirección hacia adelante, la resistencia entre el ánodo y el cátodo para alcanzar el umbral es muy alta. Una vez aplicado el voltaje positivo a la puerta, la tensión de umbral puede reducirse y el PUT pasar a ser poco conductivo mucho antes. Con un PUT, los circuitos osciladores se pueden construir fácilmente.

3.9 Amplificador

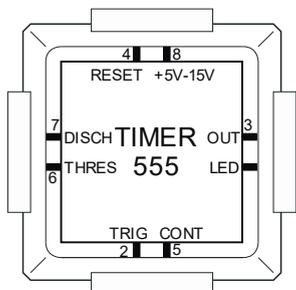


Este brick contiene un amplificador operacional (op amperios) con una corriente de entrada muy baja, de 2 trillones de amperios (10^{-15}). Esto resulta en una impedancia de entrada de 1 Teraohm (10^{12}). Dependiendo del cableado, el amplificador operacional puede amplificar las diferencias de tensión, hasta 2.000.000 veces. El factor de amplificación se define por la ratio de resistencia de entrada y salida. La cantidad de ganancia se da en Bel (B) o decibelios (dB) su 1/20 parte - que se trata de una función logarítmica. La tensión de la ganancia de 2,000,000 es equivalente a aproximadamente 126dB.



El LM386 se utiliza para amplificar señales de audio débiles. Tiene una potencia máxima de 0.25 vatios a una impedancia de salida de 8Ω . Las características son similares al amplificador operacional e amplifican el nivel de entrada por un factor de 200.

3.10 Módulos especiales



El temporizador 555 se utiliza como temporizador o como generador de frecuencias. La hora de conexión, la hora de desconexión, así como la forma de las señales de salida pueden definirse detalladamente. El brick puede realizar diferentes funciones, desde el oscilador hasta el generador de impulsos.

4. Configuración experimental - circuito

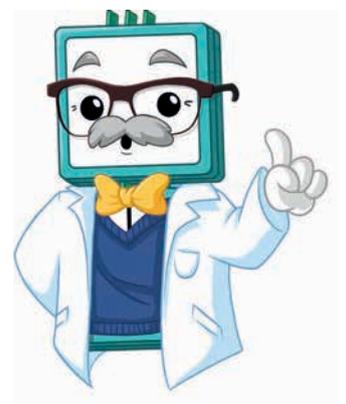
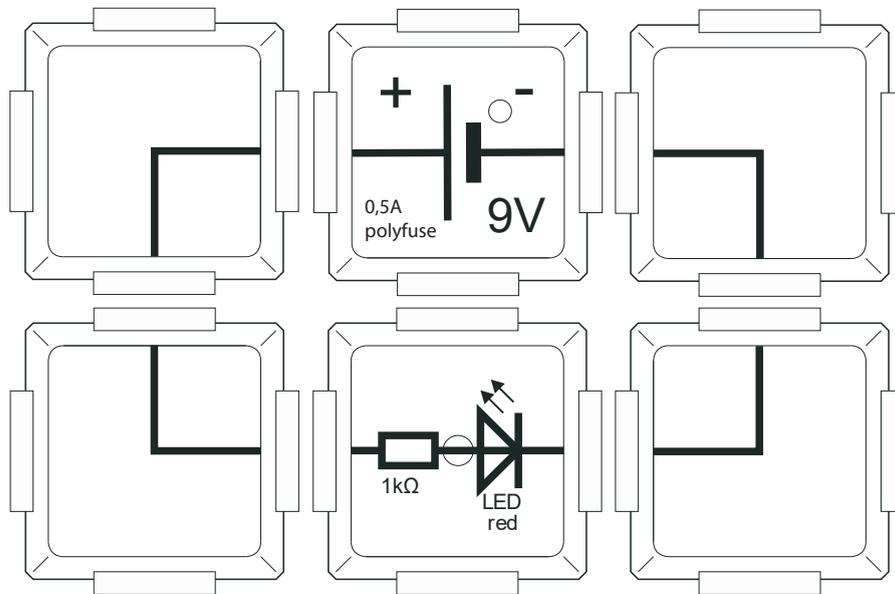
4.1 Luces LED

Nuestro primer circuito consiste en una fuente de voltaje y un brick LED. La fuente de voltaje puede ser el brick de batería o un brick AC. El LED se considera una forma moderna de lámpara y es extremadamente eficiente energéticamente. El LED usa sólo una centésima parte del consumo de energía de una bombilla, ya que no hay cable para hacer brillar. Una recombinación de electrones en el semiconductor dopado con p, libera la luz producida. Incluso los LED calientan durante el funcionamiento, pero producen mucho menos calor que las bombillas, produciendo la misma cantidad de luz.

Cuando construya el circuito, por favor, preste atención a la disposición adecuada del brick LED. Este se ilumina sólo cuando esta insertado correctamente.

El cátodo (polo negativo) del LED debe estar conectado al terminal negativo de la fuente de voltaje, tal y como muestra la figura de abajo. El ánodo (terminal positivo) del LED, sin embargo, tiene que estar conectado al polo positivo de la fuente de alimentación. De este modo, la corriente fluye por el LED de más a menos, en la dirección de la corriente técnica. El brick LED tiene una resistencia en serie. Esto es muy importante porque previene la destrucción del LED. Si este se conecta a la potencia sin resistencia, se conectaría a la fuente de alimentación después de iluminar durante muy poco tiempo. La resistencia limita el flujo de corriente.

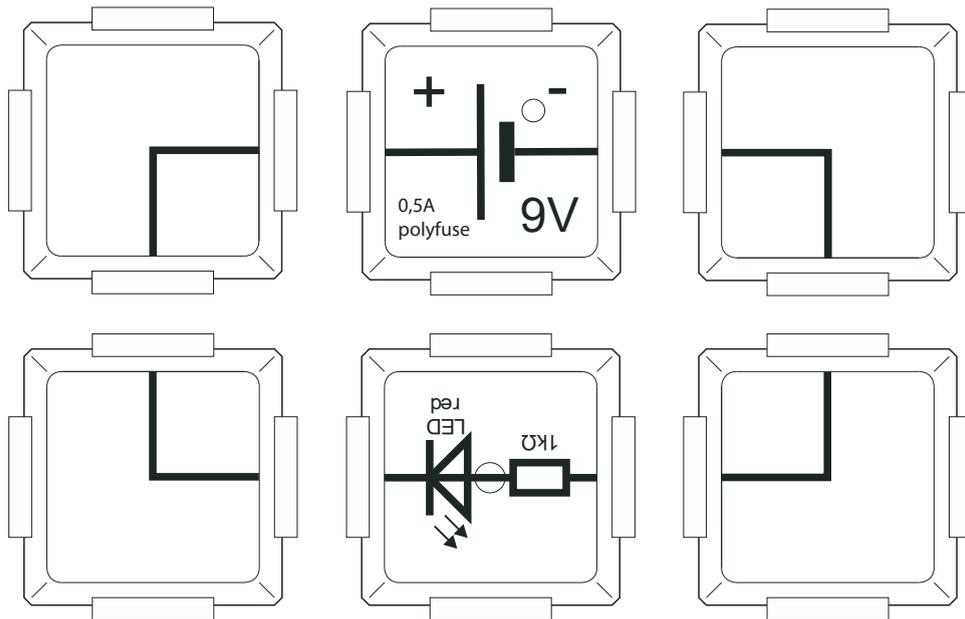
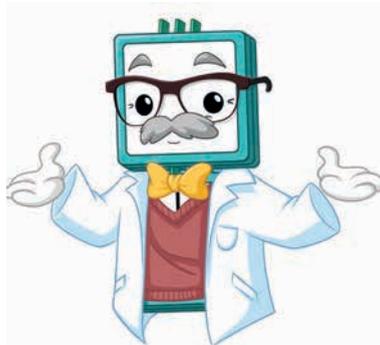
Prudencia: Los bricks tienen que estar conectados correctamente. Si el LED no se ilumina, por favor, compruebe la conexión de los bricks. Se recomienda comprobar siempre la polarización y las conexiones antes de insertar el brick de alimentación.



4.2 Circuito abierto

En este experimento, el brick LED está insertado en dirección inversa y por lo tanto, no se ilumina. Es importante tener siempre en mente la función exacta del LED. Este se ilumina sólo cuando se inserta en la dirección de avance del diodo. La flecha indica el flujo actual del LED hacia adelante. La corriente debe fluir desde el potencial positivo (más) hasta el potencial negativo (menos) de la unidad de la fuente de alimentación para permitir un flujo de corriente y dejar que el LED ilumine. El comienzo de la flecha se llama ánodo, la barra al final de la flecha se llama cátodo. La barra en el cátodo implica que la corriente no puede fluir cuando el potencial positivo de la fuente de voltaje se aplica aquí.

El LED se comporta como cualquier otro diodo. Es comparable a una puerta, que sólo puede girar en una dirección. El cátodo está marcado en todos los componentes con una barra. En dirección hacia delante se conecta al polo negativo de la fuente de tensión. Esta barra indica que el potencial positivo está bloqueado.

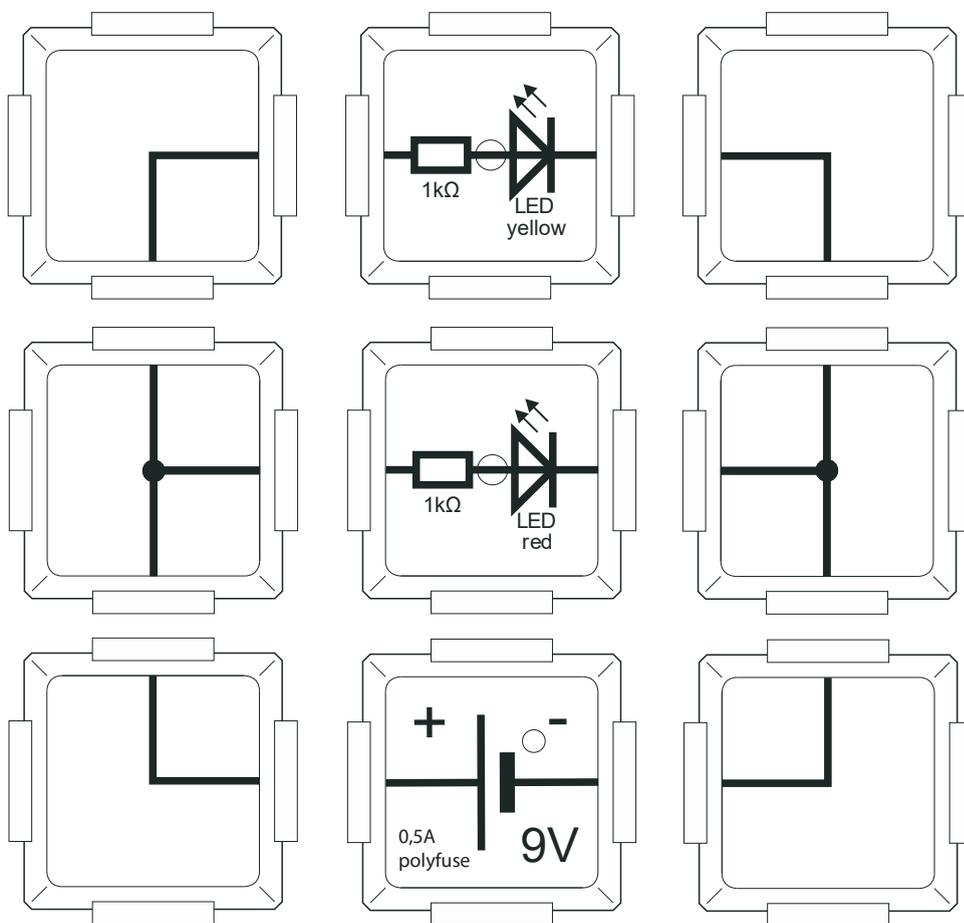


El LED no ilumina!

4.3 Dos LED – circuito paralelo

Nuestro set Brick'R'knowledge tiene varios bricks LED, por ejemplo rojo, amarillo, azul y verde. Todos los brick LED se iluminan sólo cuando están conectados correctamente, es decir, con el ánodo en el potencial positivo de la fuente de voltaje. Una conexión paralela está siempre presente cuando el flujo de corriente tiene dos o más posibilidades para pasar del polo positivo al negativo.

Gracias a la resistencia integrada, los dos LED pueden estar conectados en paralelo directamente a una fuente de alimentación. Si un LED se conecta directamente a una fuente de voltaje sin la resistencia y el voltaje es mayor que el voltaje de umbral, se destruirá rápidamente, ya que no hay limitación de corriente.

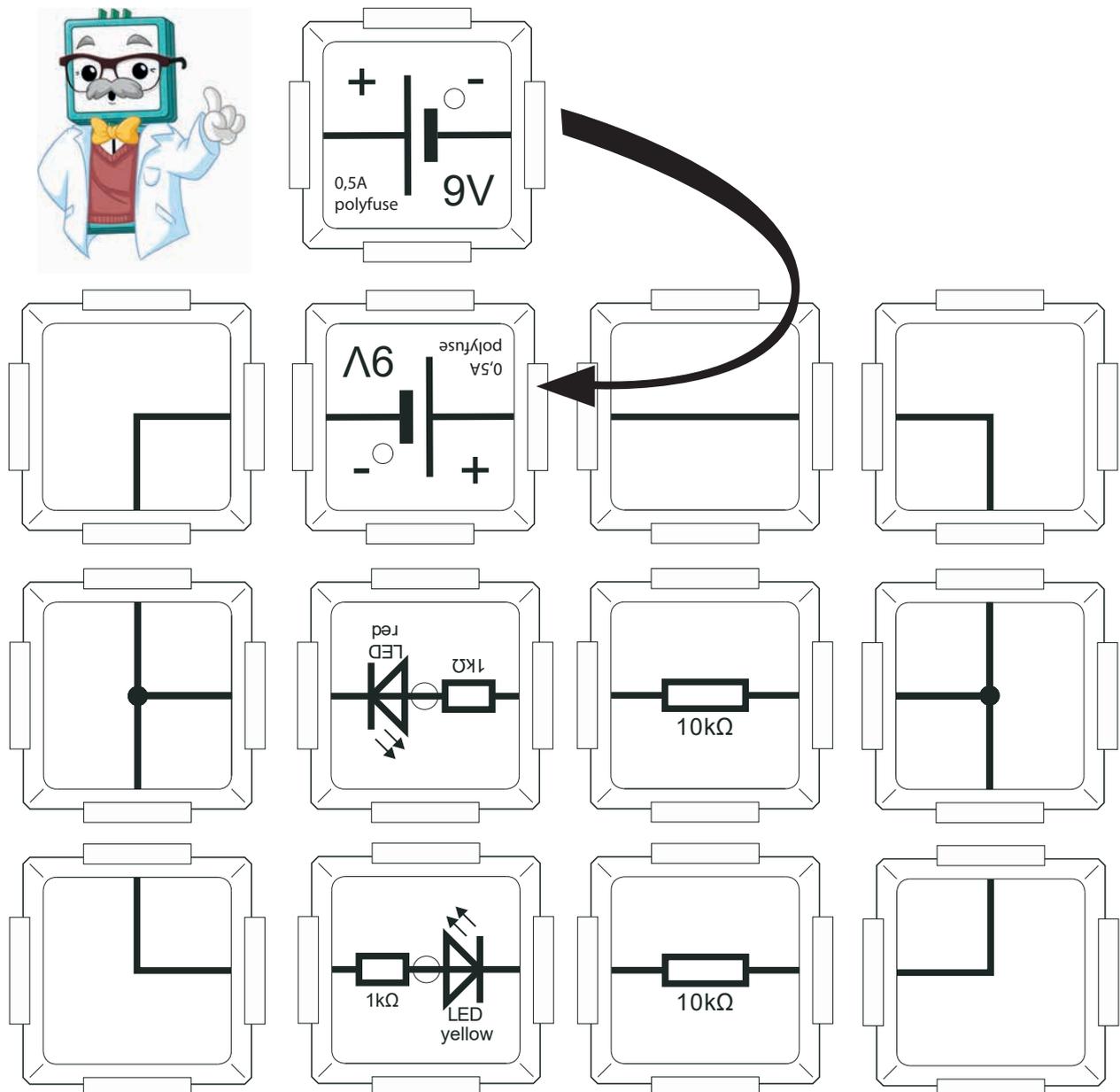


4.4 Polaridad de la batería – medición

En nuestro próximo experimento, la capacidad del LED para permitir el flujo de corriente en una sola dirección, puede ser usada para probar la polaridad de una fuente de voltaje o batería. En este ejemplo, el cátodo del LED rojo y el ánodo del LED amarillo están conectados al potencial positivo del brick de la batería. Como consecuencia, sólo el LED rojo se iluminará. Al cambiar la polaridad de la fuente de voltaje, el LED rojo no se iluminará, sino que lo hace el amarillo. Ahora el terminal negativo de la fuente de tensión está conectado a ambos bricks LED. Si una fuente de alimentación está conectada, sólo se iluminará un LED, nunca ambos, esto se denomina circuito antiparalelo. El circuito contiene dos resistencias de $10k\Omega$ en serie con los bricks LED para limitar el flujo de corriente una vez más. Esto también se puede utilizar para comprobar la polaridad de las fuentes de alimentación que tienen un voltaje superior a 9V.

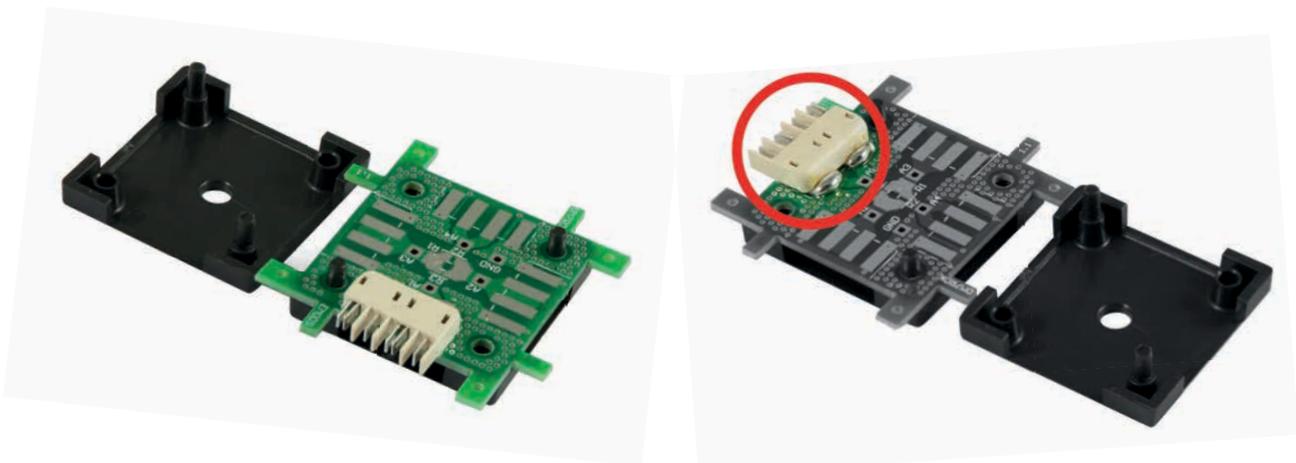
Atención: El voltaje máximo de la fuente de alimentación debe ser inferior a 24 voltios. Por favor, no conecte un brick directamente a la red eléctrica de 230V. Existe peligro de muerte!

Atención: Nunca conecte los dos polos de una batería juntos, esto provocará un cortocircuito con peligro de incendio o explosión.

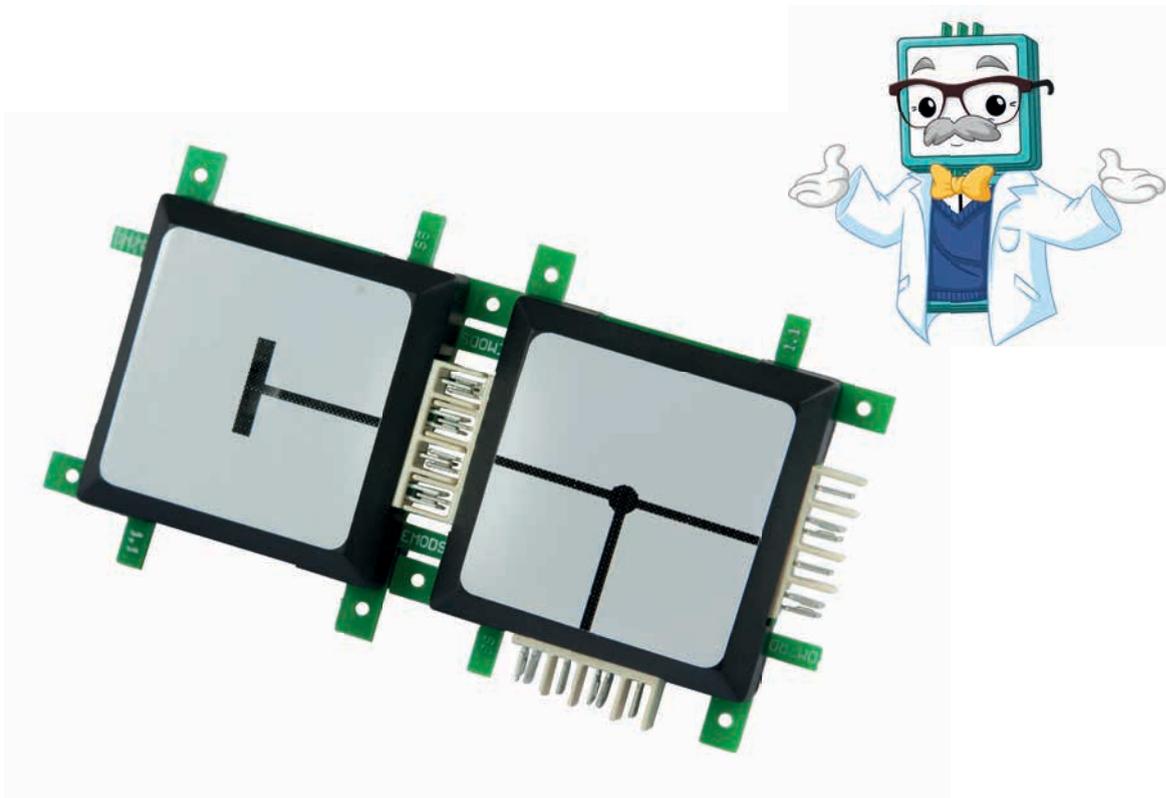


4.5 Tierra y Brick

Uno de los bricks más importantes es el más conocido como brick de tierra. El brick de tierra tiene un conector con cuatro contactos. Normalmente, los dos contactos del medio se utilizan para la conexión de señal o potencia. Los dos contactos exteriores están destinados a la "tierra", técnicamente conocida como el nivel 0V. El brick de tierra conecta los contactos interiores con los exteriores. Por lo tanto, es posible tener un flujo de retorno de corriente hacia el 0V de una fuente de alimentación invisible a los símbolos esquemáticos exteriores. Por supuesto, la fuente de alimentación también debe estar conectada a un polo (normalmente el polo negativo) a la tierra utilizando el brick de tierra. Hay un brick de potencia con una conexión interna a la tierra, ya hecha y visible en el símbolo. También un brick de batería, donde ambos polos están abiertos, y se puede conectar con un brick de tierra al nivel del suelo.



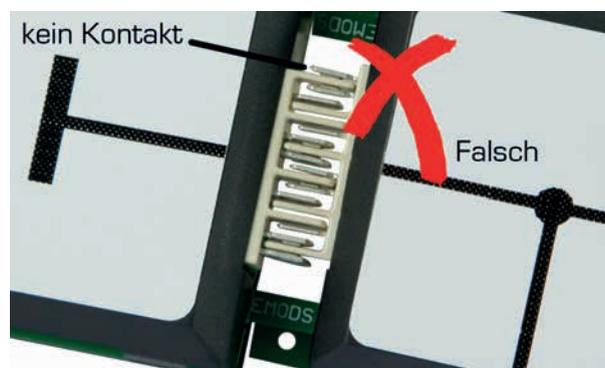
Por favor, conecte los bricks correctamente. De lo contrario, el circuito permanecerá "abierto" o inestable y no se proporcionará la función del circuito.



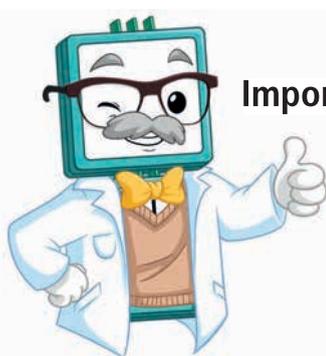
Aquí tenemos un ejemplo de una conexión realizada correctamente. La conexión consiste en pequeños pines, que se unen mecánicamente y por lo tanto conducen la electricidad.



En la imagen a continuación tenemos un ejemplo de una conexión incorrecta. Hay espacios entre los contactos, que no pueden garantizar un flujo de corriente seguro.



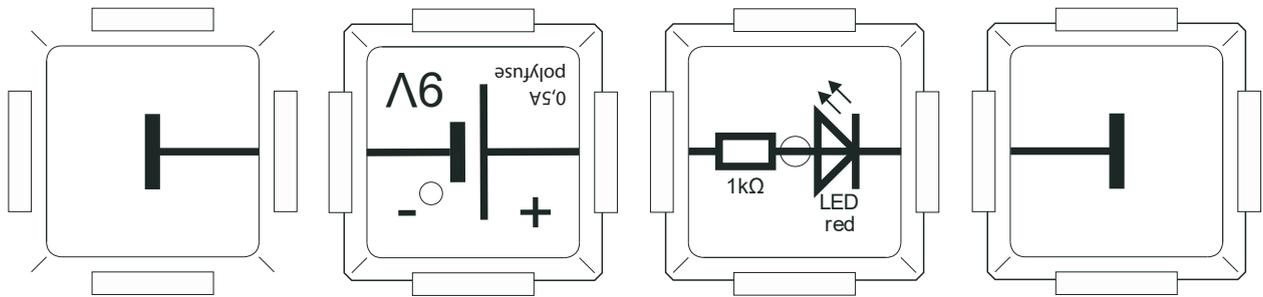
Prudencia: Es muy importante controlar el ajuste correcto de los bricks, ya que si están muy separados, pueden provocar un cortocircuito. Entonces, el flujo de corriente no se produce a través de nuestros componentes con el efecto deseado, sino que busca el camino más corto de regreso a la fuente de alimentación. Un cortocircuito lleva a un flujo de corriente máximo porque la única resistencia que debe superar la corriente eléctrica es la resistencia interna de la fuente de alimentación.



Importante: Comprueba siempre la posición correcta de los contactos!

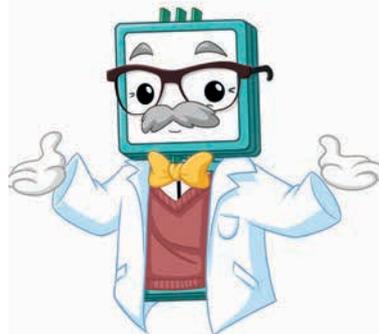
4.6 Circuito simplificado con brick de tierra

A continuación tenemos el ejemplo de un circuito con brick de tierra. Este ejemplo reduce el número de bricks en un cincuenta por ciento, en comparación con un circuito sin bricks de tierra.

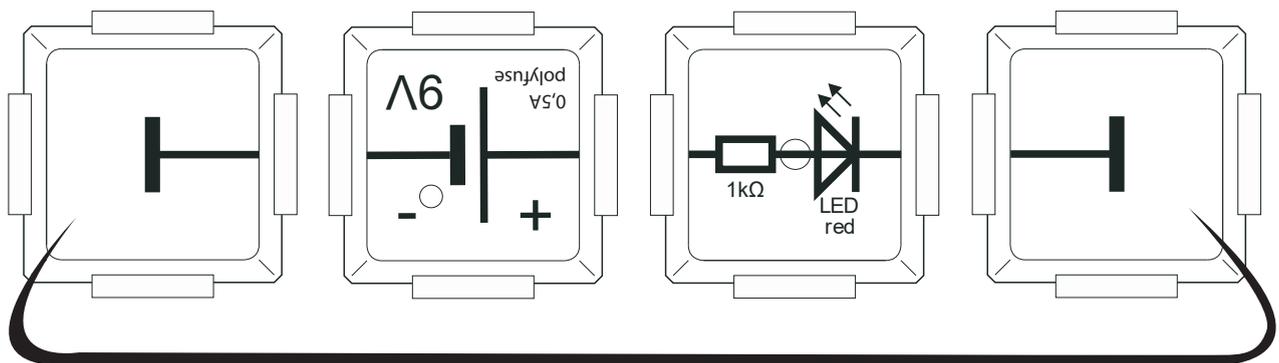


Este experimento es mucho más claro que nuestro primer ejemplo, y por lo tanto, mucho más fácil de entender. Este símbolo de tierra también se utiliza a menudo en esquemas profesionales, para mejorar la visión general de un circuito. Los bricks de tierra se usan en los dos extremos para cerrar el bucle de corriente.

Nota: El brick de tierra ahorra tiempo y proporciona una mejor perspectiva en circuitos complejos y profesionales.

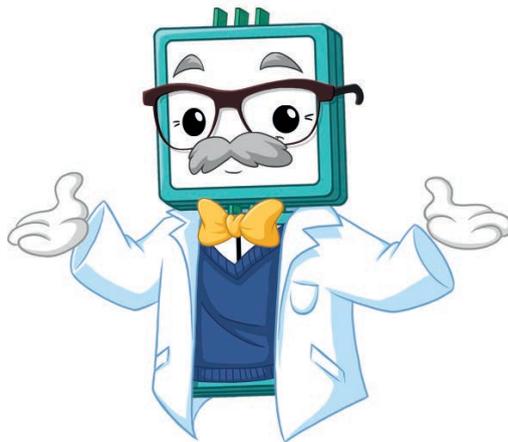
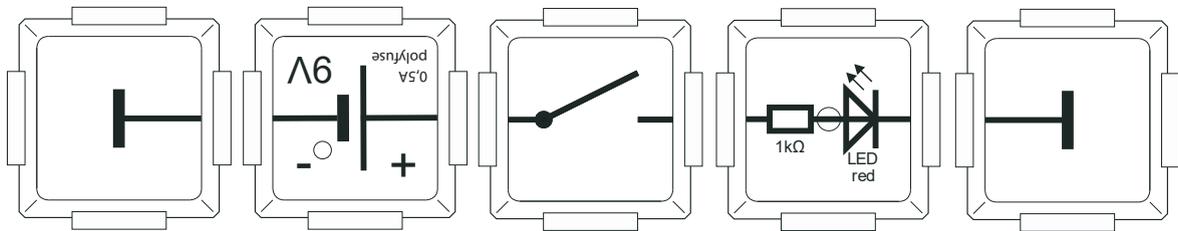


Flujo de tierra invisible



4.7 Circuito con pulsador

El siguiente ejemplo muestra la integración de un pulsador para controlar el LED.

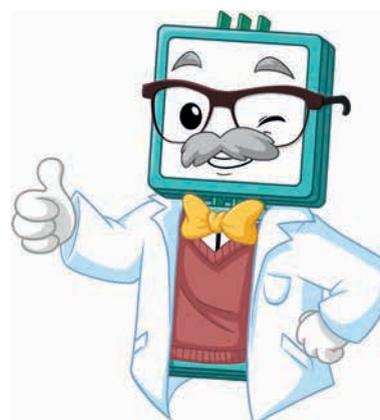
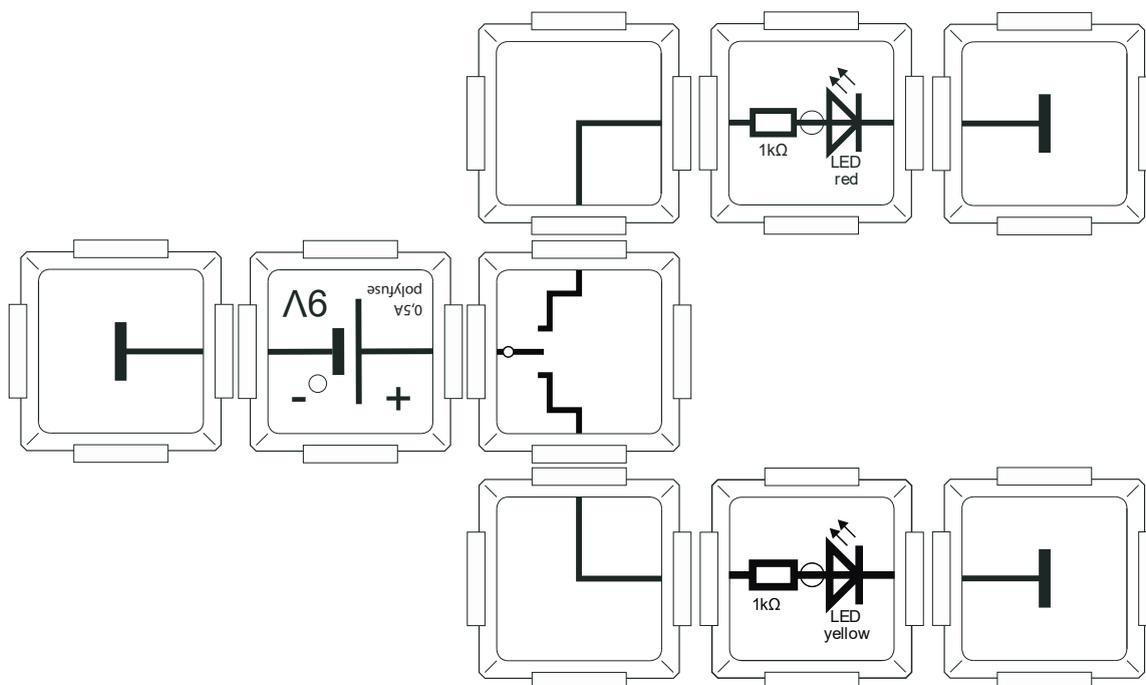


4.8 Circuito con interruptor

Otra opción:

En este ejemplo, el interruptor funciona como un conmutador ferroviario. La corriente puede fluir hacia el LED rojo o amarillo, pero nunca hacia ambos a la vez. La posición central detiene el flujo de corriente, la posición superior ilumina el LED rojo y la posición inferior ilumina el LED amarillo.

Atención: Asegúrese de que la polaridad de los bricks LED sea la correcta.



5. Lógica digital con botones

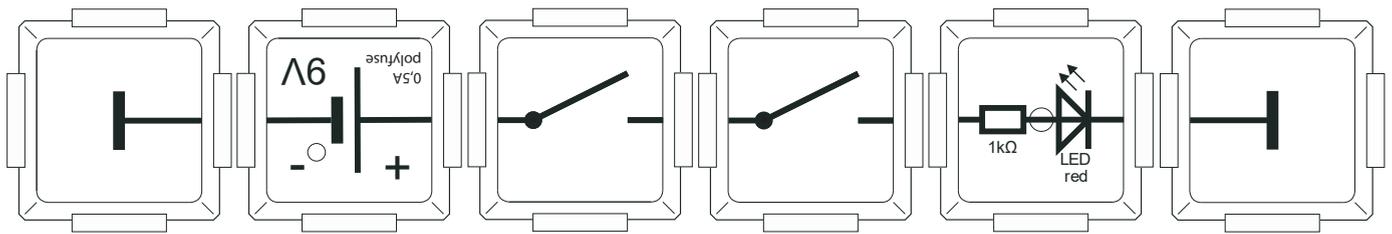
5.1 Circuito AND

La tecnología digital permite una interconexión inteligente de dispositivos mediante la implementación de funciones más complejas. El término "digital" significa que sólo tiene dos estados para una señal. A menudo se utiliza en contraste con las análogas, como la cámara digital o analógica. Una manera fácil de describir esta diferencia es entre una escalera y una línea. El cambio de altura en una recta (analógica) se produce continuamente, en la escalera el cambio de altura se realiza por pasos (digital).

Los siguientes experimentos muestran los circuitos lógicos básicos más simples (AND, OR, NOR y OR exclusivo)

El circuito AND puede ser implementado con interruptores de botón. Nuestro ejemplo contiene dos interruptores de botón para controlar el LED. Este circuito se utiliza para la protección de máquinas peligrosas. Sólo cuando se pulsamos dos botones (izquierdo y derecho) al mismo tiempo con ambas manos, se garantiza que nadie resultará herido y la máquina funcionará.

Electrónicamente el circuito Y se describe mediante dos pulsadores conectados en serie. Sólo cuando ambos interruptores estén cerrados, el LED se encenderá. El circuito funciona sólo cuando el interruptor 1 Y el interruptor 2 están activados.



Los técnicos digitales pueden representar la función de la operación AND de forma tabulada.

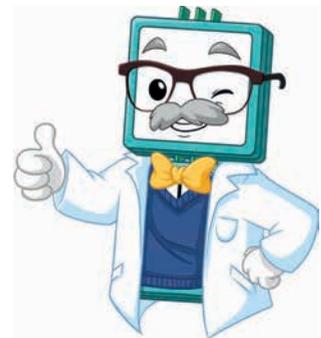
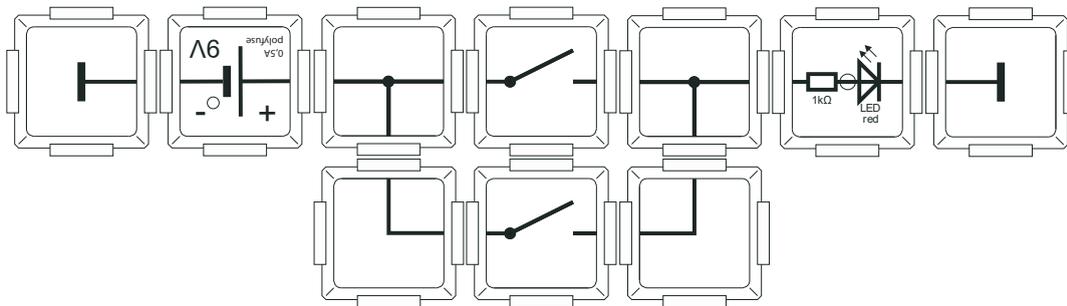
Interruptor1	Interruptor 2	LED
Off (0)	Off (0)	Off (0)
On (1)	Off (0)	Off (0)
Off (0)	On (1)	Off (0)
On (1)	On (1)	On (1)

El LED rojo sólo se ilumina cuando el interruptor 1 Y el interruptor 2 están pulsados.

5.2 Circuito OR

El circuito OR proporciona una señal de salida cuando una, otra O varias señales de entrada están activadas. Por ejemplo, puedes pagar un importe de 5 euros, si tienes un billete de 10 O de 20 euros. En este caso, puedes pagar la cuenta incluso con los dos billetes. Esto significa que hay tres alternativas para iluminar el LED.

Aunque las dos alternativas se seleccionen, el suceso ocurre. En ingeniería electrónica, esto se implementa a través de un circuito paralelo. Estos circuitos requieren el uso de dos bricks de unión y bricks T adicionales, como puedes observar en el ejemplo de abajo.



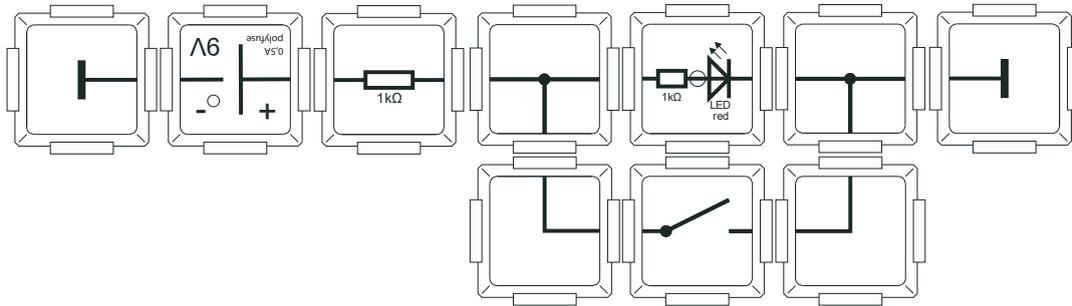
Modelo tabular de la función OR:

Interruptor 1	Interruptor 2	LED
Off (0)	Off (0)	Off (0)
On (1)	Off (0)	On (1)
Off (0)	On (1)	On (1)
On (1)	On (1)	On (1)

El LED rojo se ilumina, cuando el interruptor 1 O el 2 O ambos, están pulsados.

5.3 Circuito NOT

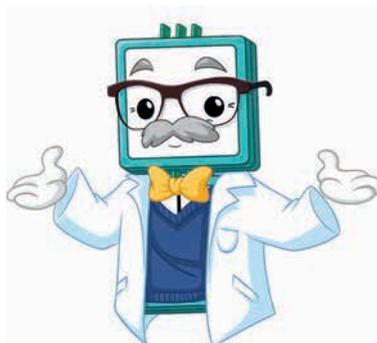
El circuito NOT también se conoce como negación. Previene un evento como resultado de una situación. Por ejemplo, si el semáforo LED rojo está activo, no puedes pasar por la intersección. Lo simulamos con la ayuda de un botón conectado en paralelo al LED. Si se activa, la tensión de umbral del LED no puede alcanzarse, por lo que el LED se apaga. Sin embargo, si no se pulsa el botón, la corriente debe fluir a través del LED para que se ilumine. La resistencia de $1k\Omega$ evita un cortocircuito cuando el botón está cerrado.



Modelo tabular de la función NOT:

Interruptor 1	LED
On (1)	Off (0)
Off (0)	On (1)

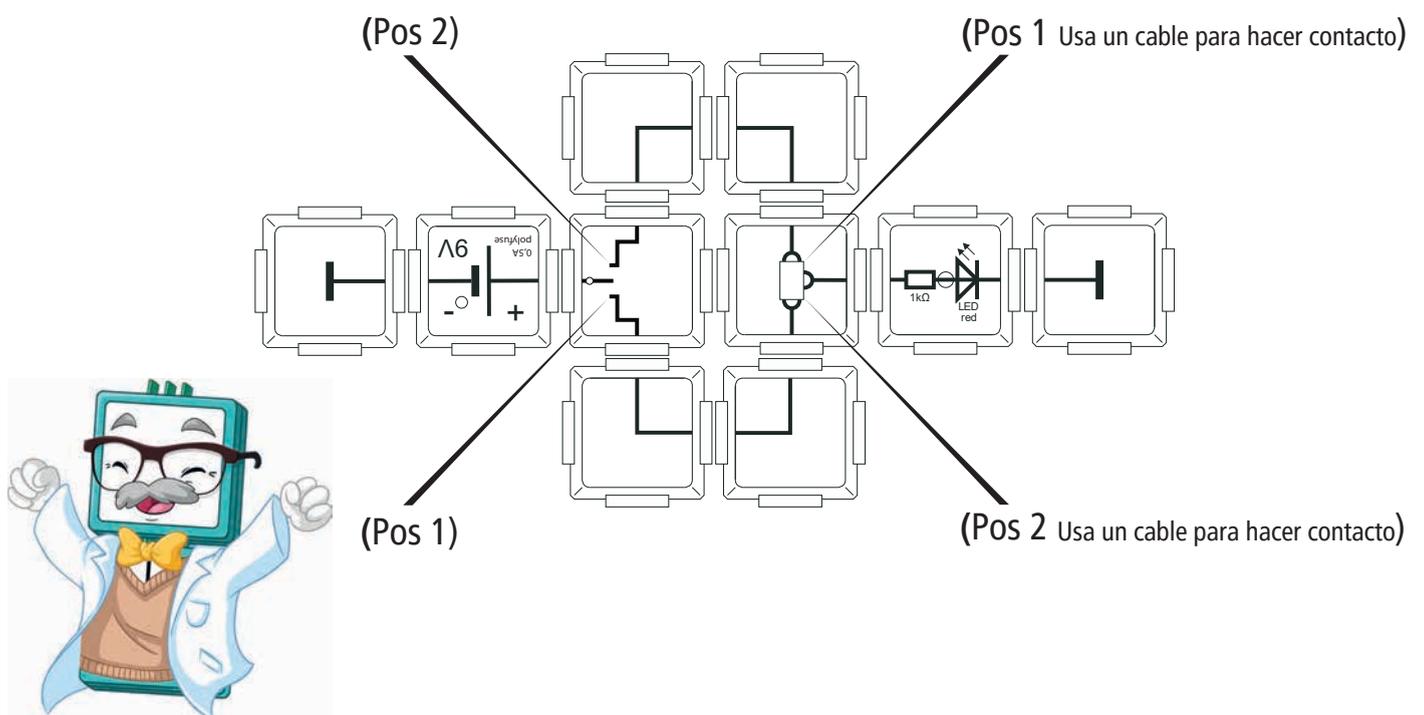
El LED rojo se ilumina cuando el interruptor NO está pulsado.



5.4 Circuito OR exclusivo

La función OR exclusivo se utiliza a menudo en ingeniería electrónica. Se utiliza como circuito bidireccional, por ejemplo con la luz del pasillo de tu casa. El OR exclusivo también se conoce como "cualquier" o "o". Por ejemplo, la luz del pasillo, puede encenderse con cualquiera de los dos interruptores, independientemente del interruptor que se utilice para encender o apagar.

Esta combinación se puede utilizar en nuestro circuito con el interruptor y el brick universal. En electrónica, este circuito se llama interruptor de dos direcciones. Un interruptor niega la señal del otro. La posición del interruptor no es importante, ya que el LED se puede encender por ambos lados. El LED no se enciende si el interruptor izquierdo se encuentra en la posición 1 y el interruptor derecho también se encuentra en la posición 1, o si el interruptor izquierdo está en la posición 2 y el interruptor derecho también se encuentra en la posición 2.



Modelo tabular de la función OR exclusivo:

Interruptor	Contactos	LED
Off (0) (Pos 2)	Off (0) (Pos 2)	Off (0)
On (1) (Pos 1)	Off (0) Pos 2)	On (1)
Off (0) (Pos 2)	On (1) (Pos 1)	On (1)
On (1) (Pos 1)	On (1) (Pos 1)	Off (0)

El LED rojo sólo se enciende cuando hay un interruptor activo. Si ambos o ninguno están activos, el LED no se encenderá.

6. La resistencia

6.1 Cálculo del valor de resistencia

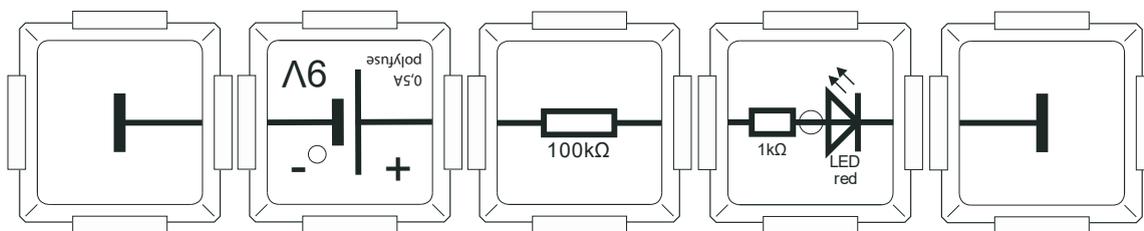
La resistencia eléctrica reduce el flujo de corriente. Esta propiedad es esencial para los circuitos electrónicos. La resistencia manipula el flujo de corriente y puede ser utilizada para ajustar la tensión deseada. Los aisladores y superconductores son muestras extremas de una resistencia eléctrica. El aislador ideal tiene una resistencia infinitamente alta y el conductor perfecto (llamado superconductor) no tiene resistencia. El valor de la resistencia eléctrica se mide en ohm (Ω). Si un circuito no tuviera resistencia, la corriente que fluye en él sería infinitamente alta, lo que no es posible en la práctica.

La corriente eléctrica se puede comparar con una corriente de agua a través de un cuello de botella. La cantidad de agua que puede fluir en un intervalo de tiempo determinado, disminuye en proporción al diámetro de la tubería. Sin embargo, si la misma cantidad de agua (dentro del intervalo de tiempo determinado) pasa a través del cuello de botella en la tubería, se debe aumentar la presión en el extremo de la entrada. La presión es el equivalente de la tensión eléctrica, el flujo de agua a la corriente eléctrica y la resistencia de fricción de la tubería de agua a la resistencia eléctrica. Al aumentar la presión del agua, más agua fluye a través de la tubería al mismo tiempo.

La diferencia de la presión del agua entre la entrada y la salida de la tubería es análoga a la caída de tensión en una resistencia eléctrica. Las propiedades de la tensión (U o V), la corriente (I) y la resistencia (R) se mantienen en una relación estricta.

Se aplica la siguiente relación: La tensión es igual al producto de corriente y resistencia: $R=U \times I$.

Un flujo de corriente de 0.9A se alcanza cuando se aplica una resistencia de 10Ω a una tensión de 9V. En nuestro circuito, la resistencia es mucho más alta. Esto reducirá el flujo de corriente al mismo nivel de voltaje.



Si el brick de resistencia se reemplaza de 100k a 10k y 1k, la corriente se calcula de la siguiente manera:

$$I(100k\Omega) = \frac{9V}{100k\Omega + 1k\Omega} = 89.1\mu A$$

$$I(10k\Omega) = \frac{9V}{10k\Omega + 1k\Omega} = 818\mu A$$

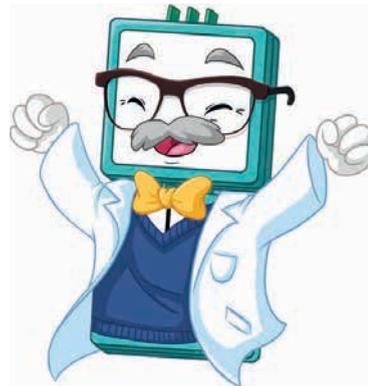
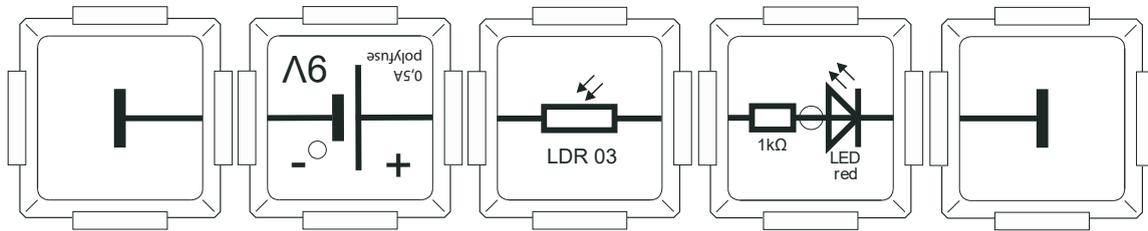
$$I(1k\Omega) = \frac{9V}{1k\Omega + 1k\Omega} = 4.5mA$$

6.2 LDR – Resistencia dependiente de la luz

Nuestro brick LDR cambia su valor de resistencia dependiendo de la intensidad de la luz que entra en el LDR.

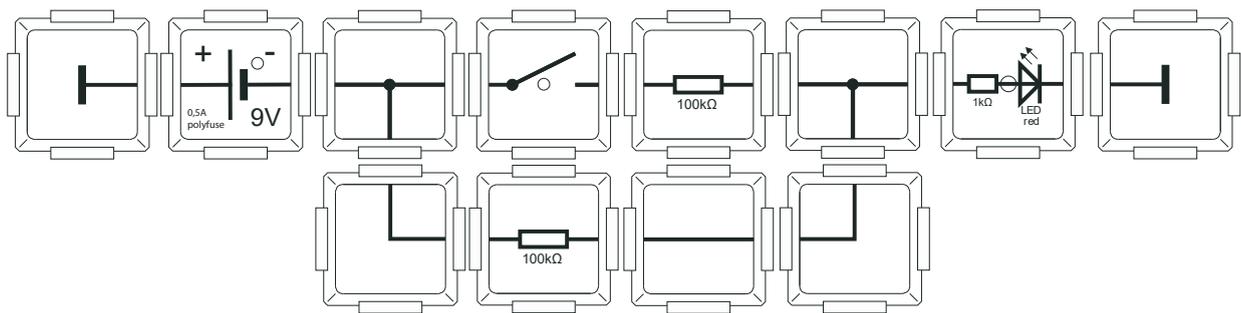
Si el brick LDR es iluminado, cambia su valor de resistencia a favor de la conductividad. El valor de la resistencia se reduce y el flujo de corriente aumenta. Su valor de resistencia alcanza una cantidad muy alta de varios $100\text{k}\Omega$ en la oscuridad, pero un nivel muy bajo de unos pocos 100Ω en la claridad. El cambio es de aproximadamente mil veces. En el siguiente experimento, el LED rojo se ilumina sólo cuando lo hace el LDR y disminuye en la oscuridad. El efecto tiene un breve tiempo de retraso.

El experimento del circuito en serie contiene una fuente de alimentación, un brick LDR y un brick LED.



6.3 El circuito paralelo

Le llamamos circuito paralelo porque el flujo de corriente se divide en dos caminos. Los resultados de este efecto se pueden observar con la intensidad lumínica cambiante del brick LED. Puesto que ambas resistencias tienen el mismo valor de 100kΩ, la corriente tiene dos maneras iguales de alcanzar el LED, cuando se pulsa el botón. La resistencia total de las resistencias en paralelo se reduce a la mitad, a 50kΩ. Si se pulsa el botón, la intensidad de la luz del LED aumenta.



Expresados aritméticamente, todos los valores de resistencia se añaden recíprocamente:

$$\frac{1}{R(\text{ges})} = \frac{1}{R(i)} + \frac{1}{R(i+1)} + \dots + \frac{1}{R(n)}$$

lo expresamos como:

$$R(\text{ges}) = \frac{R(i) * R(i+1) * \dots * R(n)}{R(i) + R(i+1) + \dots + R(n)}$$



La resistencia total del circuito paralelo viene dada por el cociente del producto de las resistencias individuales y la suma de ellas.

En este ejemplo, el cálculo con valores concretos:

$$R(\text{ges}) = \frac{100,000\Omega * 100,000\Omega}{100,000\Omega + 100,000\Omega} = 50.000\Omega$$

La resistencia total del circuito es de 50.000Ω. Sin pulsar el botón, una trayectoria del circuito paralelo no está conectada. Eso dobla la resistencia total a 100kΩ.

6.4 Circuito en serie

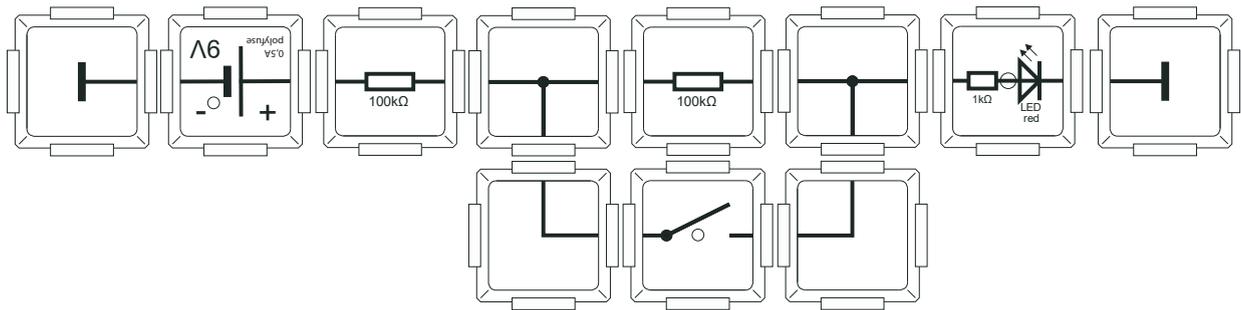
Si los componentes de un circuito están dispuestos de tal manera que la misma corriente fluye a través de todos ellos, se denomina conexión en serie.

Para entender la resistencia total y su impacto a una conexión en serie, utilizamos el siguiente ejemplo.

Se aplica lo siguiente:

$$R_{(ges)} = \sum_{i=1}^n R(i) = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

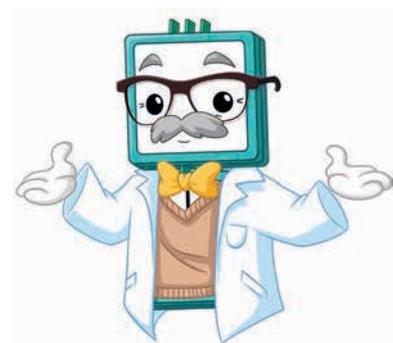
El pulsador se encuentra en paralelo a una de las resistencias. Pulsando, su valor se reducirá. Por lo tanto, el botón puede conmutar la resistencia total entre 200kOhm cuando no está pulsado o 100 kOhm cuando lo está. Esto también cambiará la intensidad del LED.



El cálculo de la resistencia es muy simple y sigue la siguiente fórmula.

$$R_{(ges)} = 100,000\Omega + 100,000\Omega = 200,000\Omega, \text{ cuando no está pulsado.}$$

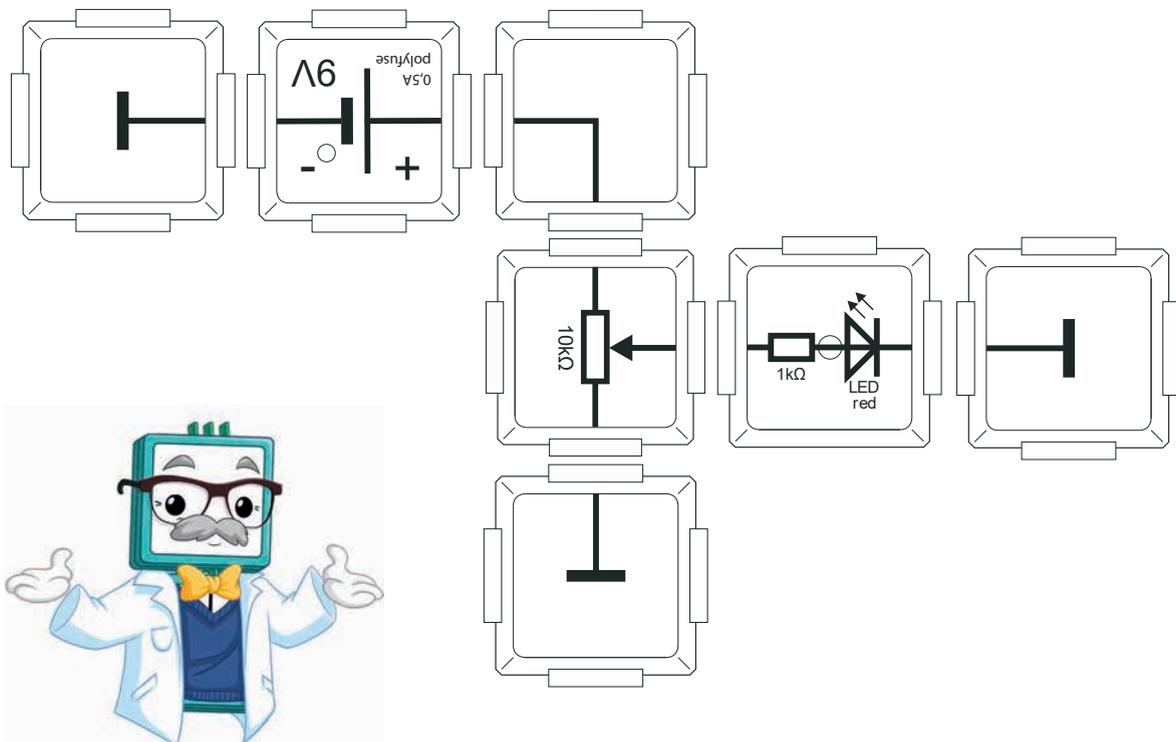
$$R_{(ges)} = 100,000\Omega, \text{ cuando está pulsado.}$$



6.5 El potenciómetro

El siguiente set experimental contiene un brick potenciómetro. El potenciómetro actúa como un divisor de tensión, por lo que es importante que los tres conectores estén conectados, como en el siguiente ejemplo. Es importante que el contacto de rozamiento no esté conectado directamente a tierra o al polo positivo de la fuente de alimentación. De lo contrario, el brick del potenciómetro puede ser destruido por un cortocircuito..

Asegúrese de que el brick LED está conectado al contacto de rozamiento del potenciómetro como se muestra. Al mover el contacto de rozamiento hacia la derecha, el LED se ilumina hasta un máximo de 9V, girando a la izquierda, la tensión disminuye hasta llegar a 0V. La posición central exacta del potenciómetro fija una tensión de 4,5V. La tensión de salida en el contacto de rozamiento se puede definir entre 0V y 9V en una relación continuada.



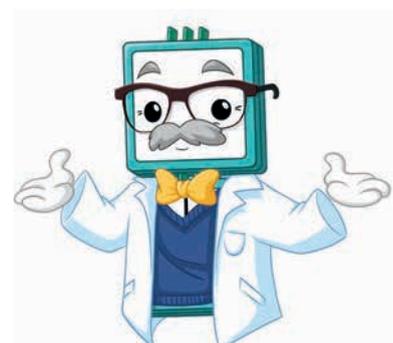
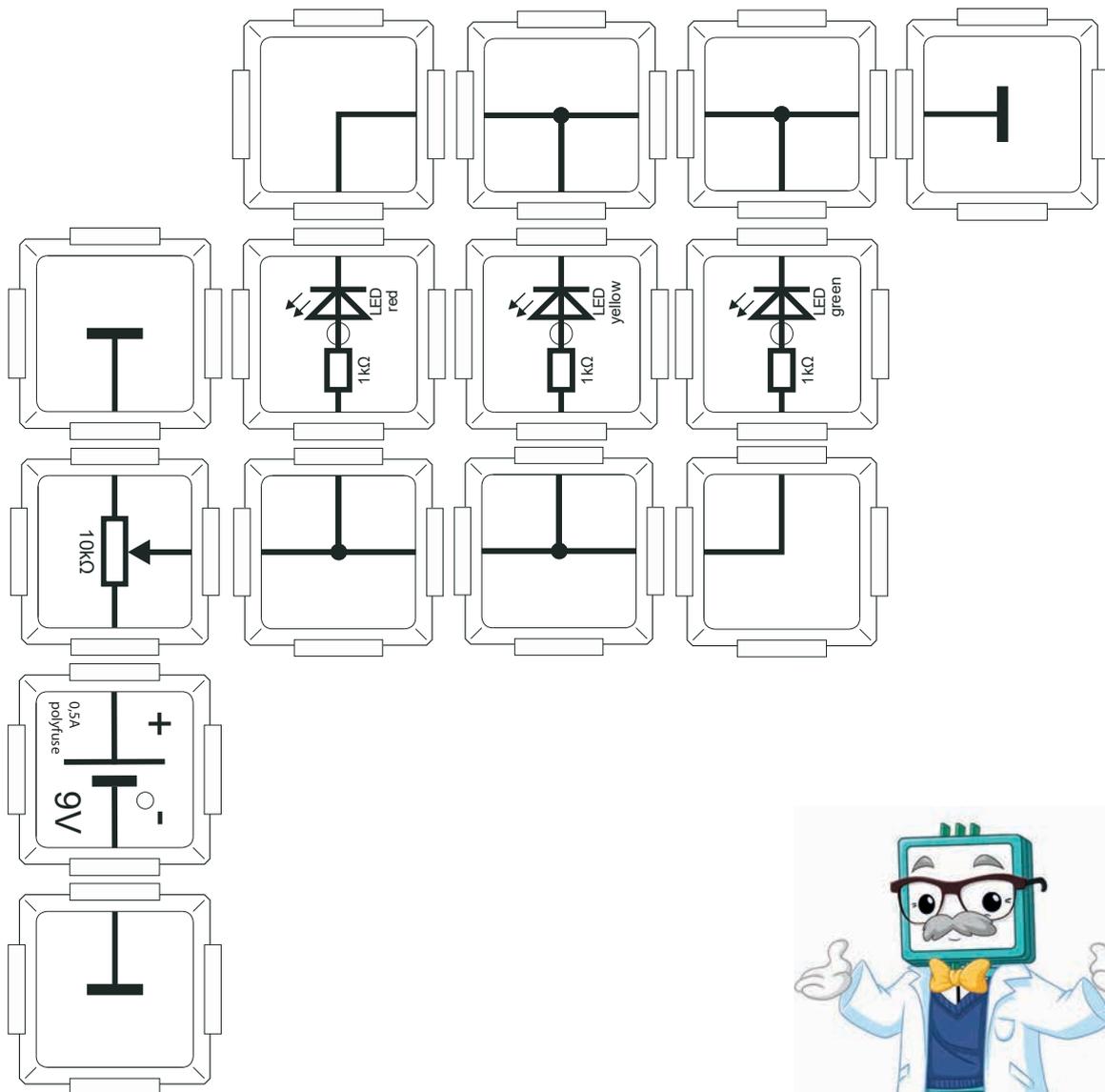
6.6 Tensión de umbral

La tensión de umbral es un término utilizado en electrónica para elementos semiconductores. Nuestro set avanzado contiene elementos semiconductores, como los transistores o bricks LED.

El umbral describe el valor que se debe superar para hacer funcionar un semiconductor. En el siguiente experimento construimos un circuito que ilumina el LED cuando el umbral se excede. Esto lo determinamos por la posición del contacto de rozamiento del potenciómetro. En nuestro ejemplo, el contacto de rozamiento se posiciona a la izquierda y después gira lentamente hacia la derecha. El LED rojo será el primero en iluminarse, los otros colores le seguirán. Como en los experimentos anteriores, el potenciómetro actúa de nuevo como un divisor de tensión. Para evitar daños en los componentes, tenga cuidado al conectar la posición del contacto de rozamiento, exactamente como se muestra en el esquema. En caso contrario, existe peligro de cortocircuito. En la posición izquierda del contacto de rozamiento hay una tensión de 0V, mientras que en la posición derecha se alcanza el máximo de 9V y el LED se ilumina con claridad.

Para los LED de baja potencia (2mA) enumeramos, a continuación, la tensión de umbral aproximada, que también depende del color del LED. El LED rojo se encenderá el primero, mientras que el azul será el último.

- Rojo 1.5 - 2.2V,
- Amarillo 1.7 - 2.5V,
- Verde 1.7 - 2.5V,
- Azul 2.7 - 4V



7. Condensador eléctrico

7.1 Carga y descarga con condensador de 1µF

En el siguiente circuito, un condensador con una capacitancia de 1µF se carga y se descarga. La carga se realiza en la posición 2 del interruptor, mientras que la descarga se realiza en la posición 1.

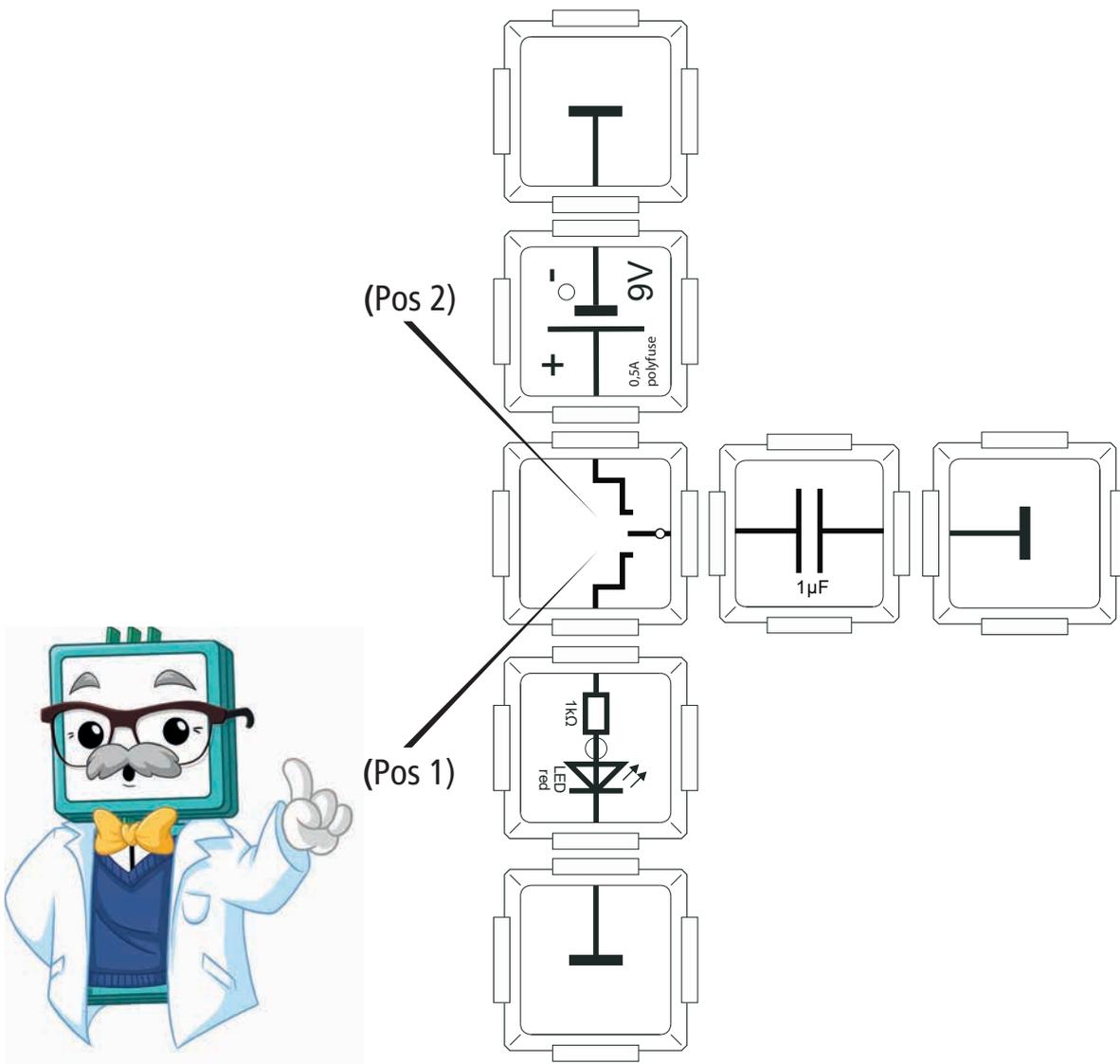
La energía aportada al condensador es:

$$E = \frac{1}{2} * C * U^2 = \frac{1}{2} * 1\mu A * (9V)^2 = 40.5\mu\text{Joule}$$
 la cual es muy baja. El tiempo de descarga se calcula a través de una

función exponencial o se aproxima mediante la siguiente función:

$$t = 5 * C * R = 5 * 1\mu F * 1k\Omega = 5ms$$

Por lo tanto, el LED se ilumina sólo durante un corto periodo de tiempo cuando el condensador se descarga. El tiempo para la carga o descarga completa es, teóricamente, infinito. Es por eso que el tiempo de carga y descarga de los condensadores se define para el 99% de la carga máxima alcanzada o cuando se descarga el 99%.



7.2 Condensador con 10μF

Este ejemplo es similar al que hemos hecho en el 7.1. El circuito muestra la carga y descarga del condensador. La carga se realiza en la posición 1, mientras que el condensador se descarga en la posición 2. La energía aportada al condensador es:

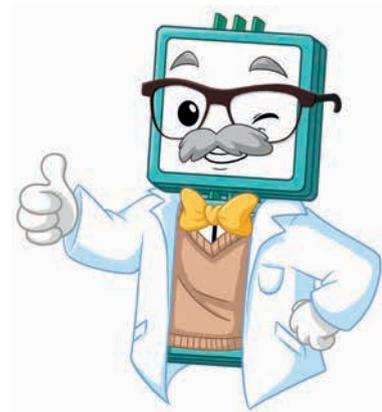
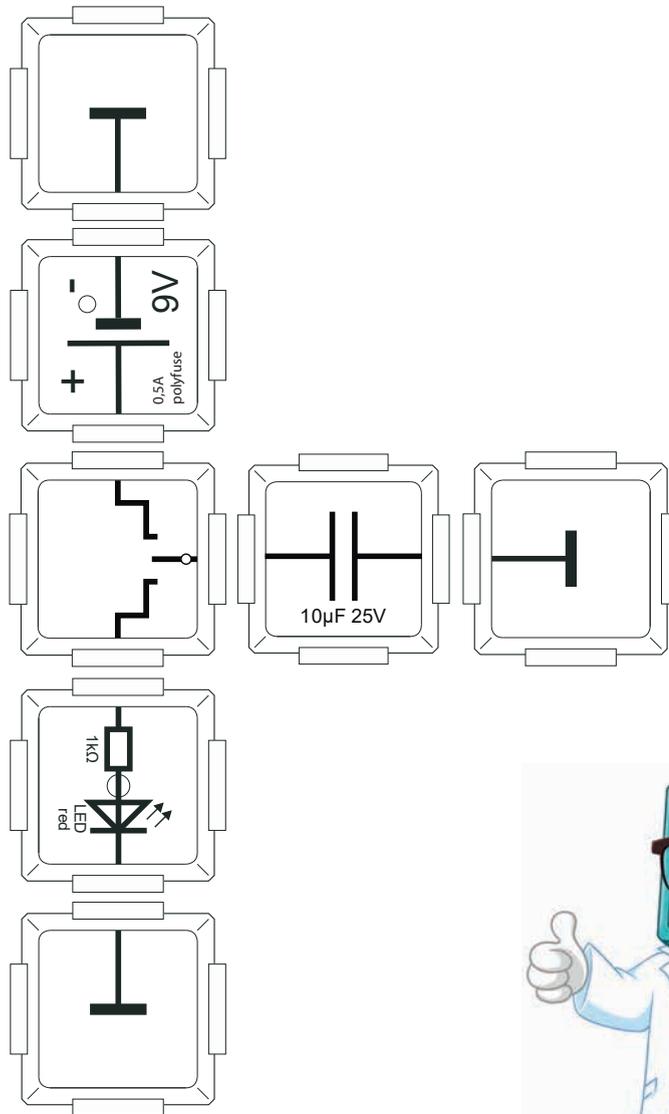
$$E = \frac{1}{2} * C * U^2 = \frac{1}{2} * 10\mu A * (9V)^2 = 405\mu\text{Joule}$$

sigue siendo bajo, pero 1000 veces más alta que en el ejemplo anterior.

El tiempo de carga y descarga se describe de la siguiente manera:

$$t = 5 * C * R = 5 * 10\mu F * 1k\Omega = 50ms$$

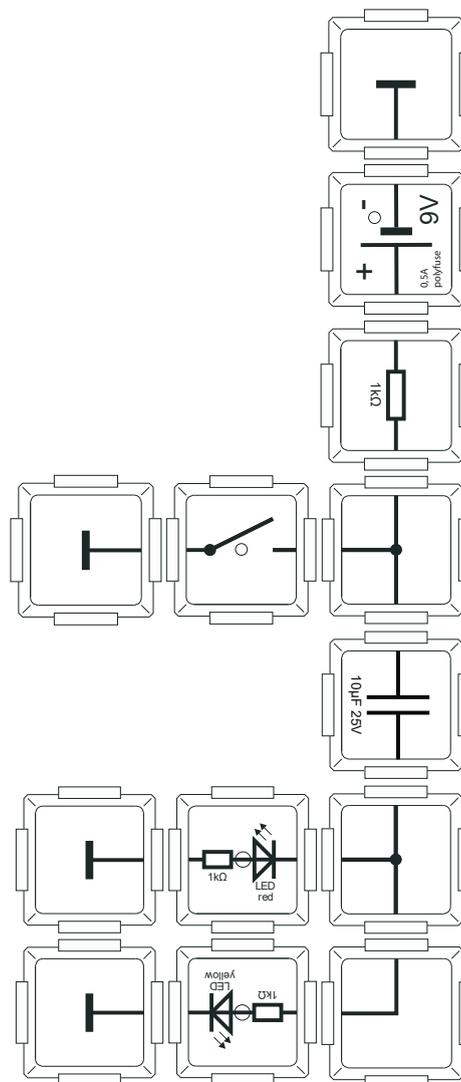
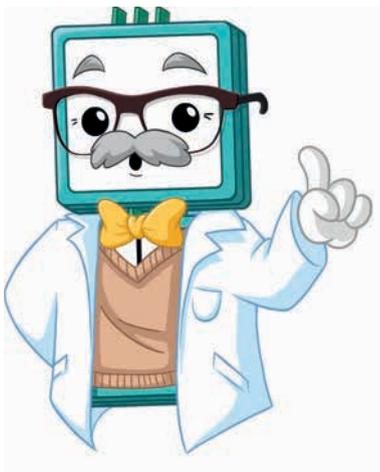
El condensador tiene 10 veces más capacidad y el LED ilumina durante más tiempo.



7.3 Condensador recargable

Es mucho más fácil usar un sólo botón en lugar de dos o más botones. El siguiente circuito, con un condensador incluido, se descarga sólo cuando se pulsa el botón. Los bricks LED antiparalelos se insertan en el circuito, que están en serie con el condensador y la resistencia. Es por eso que podemos ver la carga y descarga del LED con un flash corto del LED rojo y del amarillo. Si el circuito está conectado a la fuente de alimentación, el LED amarillo se enciende siempre que el condensador esté cargado. Pulsando el botón, la luz roja parpadeará durante un breve instante, cuando el condensador esté descargado. Si se pulsa el botón de forma sucesiva, los LED parpadearán alternativamente. La resistencia de $1k\Omega$ es muy importante porque evita un cortocircuito del brick de batería.

La dirección del flujo de corriente cambia cuando se cambia entre la carga y la descarga.



8. Inductancia

8.1 Carga y descarga de una bobina

Una bobina tiene propiedades similares a un condensador. También puede almacenar energía, pero utiliza un campo magnético en lugar de un campo eléctrico para almacenarla. Por lo tanto, el proceso de carga y descarga puede describirse como similar al del condensador. Muestra que en contraste con el condensador, la bobina utiliza el flujo de corriente como factor principal. Ambos componentes se complementan entre sí.

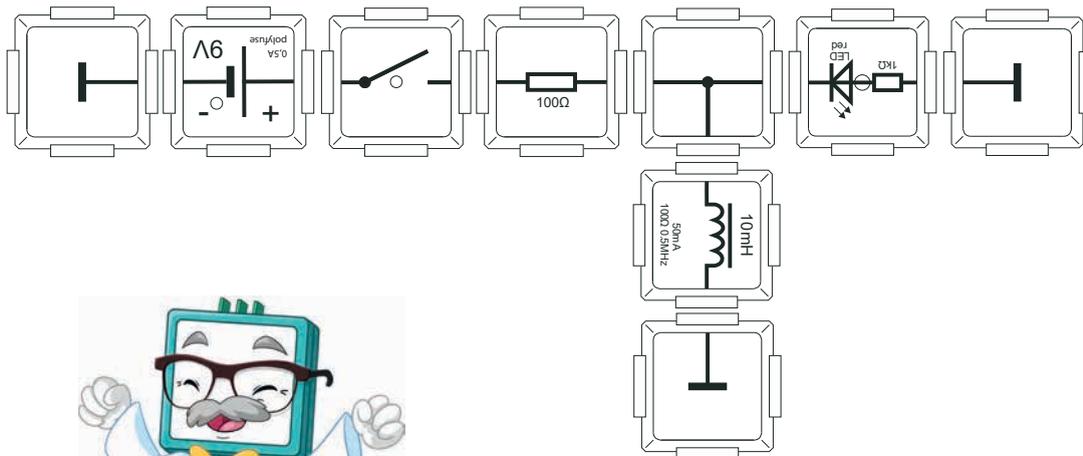
$$E = \frac{1}{2} * L * I^2 = \frac{1}{2} * 10mH * \left(\frac{9V}{200\Omega}\right)^2 = 10.125\mu\text{Joule} \text{ el cual sigue siendo bajo}$$

La descarga se describe a través de una función exponencial, pero también se puede aproximar:

$$t = 5 * \frac{L}{R} = 5 * \frac{10mH}{1100\Omega} = 45.5\mu s$$

Cuando se pulsa el botón, el LED permanece oscuro, porque está tergiversado. Cuando se suelta el botón, la bobina intenta mantener el flujo de corriente. Como resultado, el LED se ilumina durante un breve instante, ya que la corriente fluye en sentido contrario.

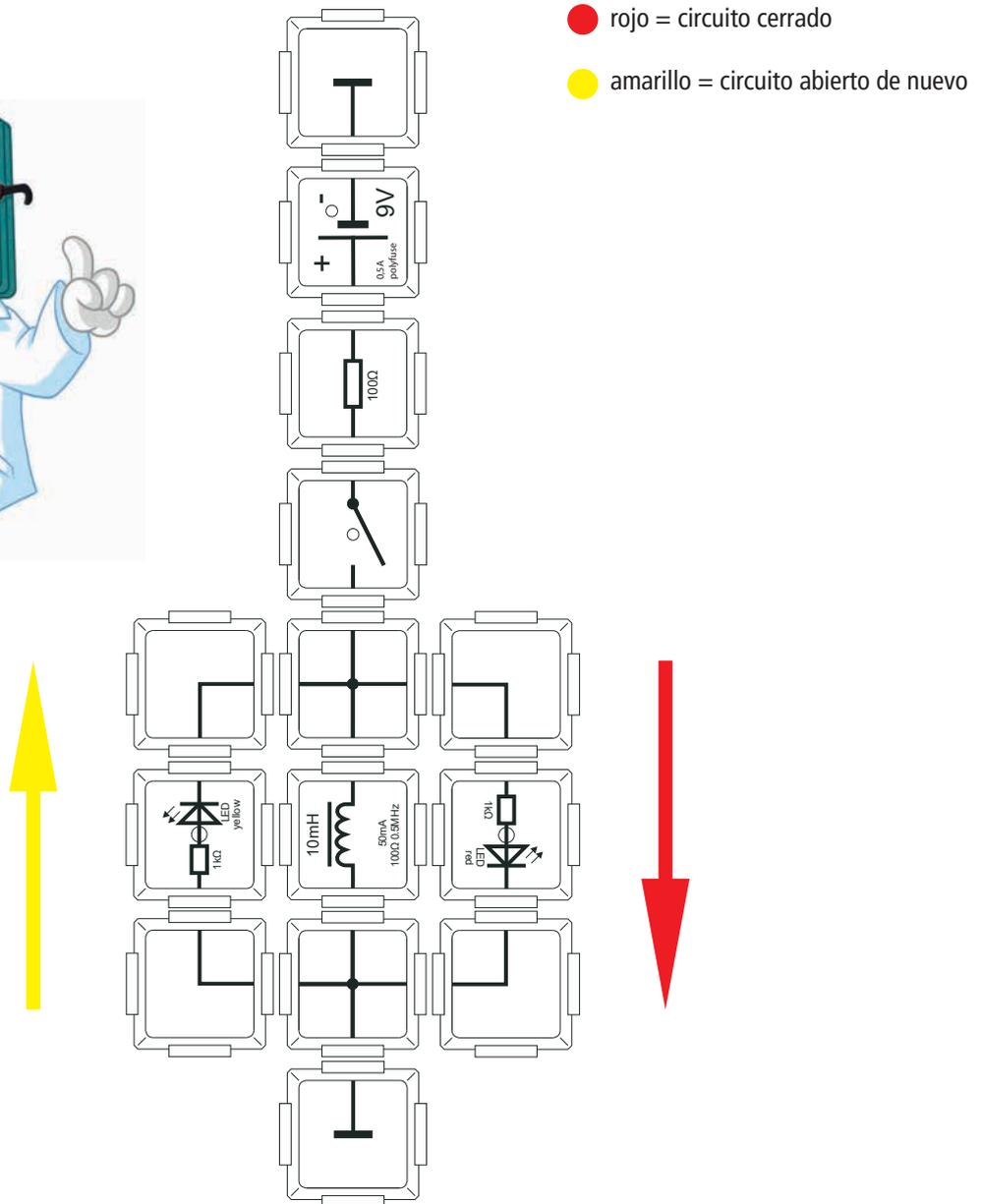
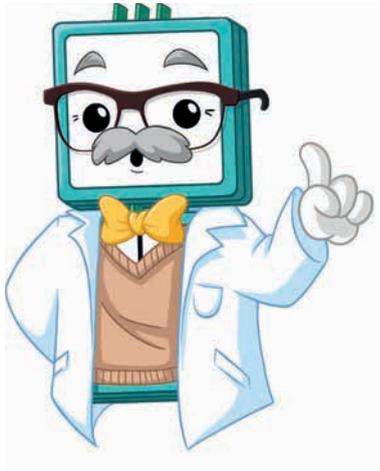
Este proceso se puede repetir de forma indefinida.



8.2 Inducción

Para poder explicar el proceso de carga y descarga, el LED rojo señala la carga, mientras que el LED amarillo se enciende cuando la bobina está descargada. Pulsando el botón, la bobina crea un campo magnético que cambia de dirección cuando se suelta el botón. La corriente sigue fluyendo en la misma dirección a través de la bobina, pero ahora a través del LED amarillo.

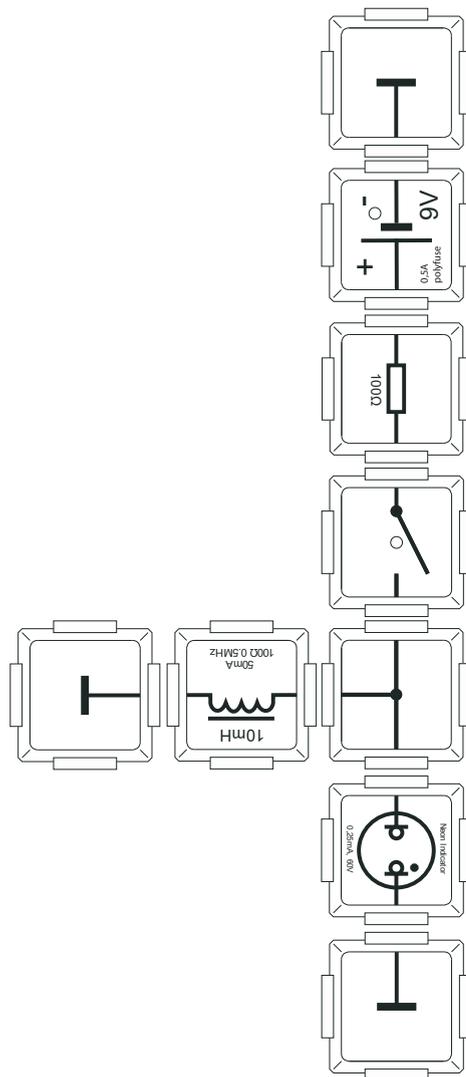
Al cargar la bobina, la corriente se ajusta a 45mA desde una base de 0mA, esto creará un campo magnético positivo. Cuando se vuelve a abrir el circuito, la corriente cambia de 45mA a 0mA y el campo magnético cambia de dirección. La corriente sigue fluyendo en la misma dirección. La flecha roja indica la dirección de la corriente en el circuito cerrado, la flecha amarilla indica el circuito abierto, mientras que el LED amarillo se ilumina durante un instante.



8.3 Tensión inductiva

La bobina puede producir tensiones muy altas, que se denominan tensiones inductivas. Esto ocurre cuando el flujo de corriente recibe un cambio en el valor a través de la bobina. Cuanto más rápido se realice el cambio, mayor será la tensión inducida. Una tensión de varios 100V puede producirse al utilizar un interruptor, ya que entonces el cambio se realiza en muy poco tiempo. Una vez más, hay una similitud con el condensador; cuando se produce un cortocircuito, se puede medir una corriente alta.

Aunque la cantidad de energía en esta bobina no suele ser peligrosa para la salud, una descarga eléctrica debe evitarse en cualquier momento. En este experimento, una lámpara de neón con un alto voltaje de operación de 70 voltios, se encenderá cuando el interruptor vuelva a abrirse. Para ver este efecto, es necesario atenuar la habitación, ya que el efecto es muy pequeño.

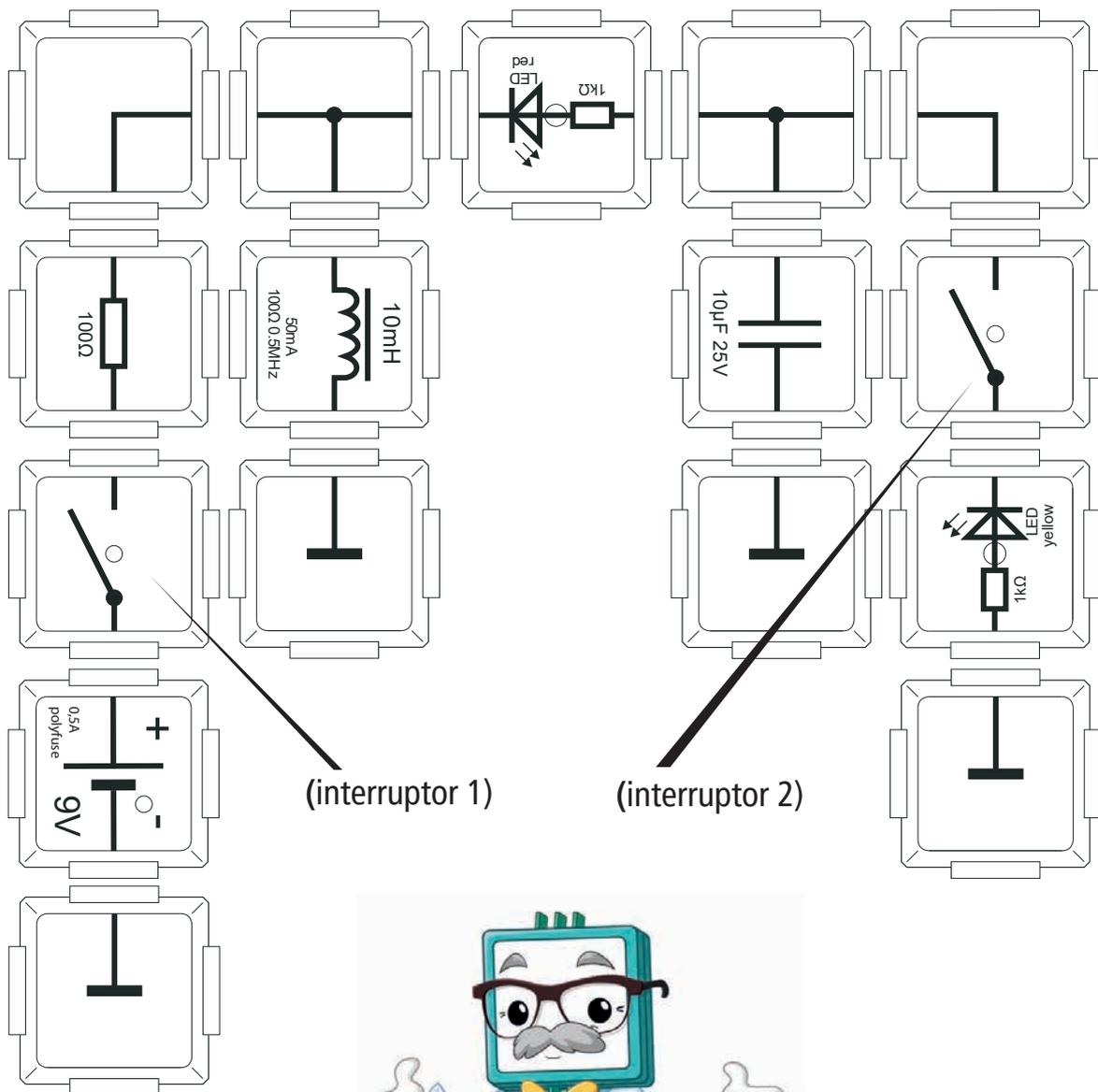


8.4 Captación de energía

La captación de energía se utiliza para recoger energía en pequeñas cantidades. En el siguiente experimento, la energía eléctrica se transfiere de la bobina a un condensador. En el primer paso, la bobina se carga cerrando el interruptor 1. Después de abrir el interruptor, la corriente fluye a través del LED rojo, el cual se ilumina por un momento hasta que la energía es transportada al condensador, que se carga un poco. Posteriormente, cuando se pulsa el interruptor 2, el condensador se descarga y el LED amarillo parpadea durante un breve instante si se ha recogido suficiente energía.

El transporte de la energía de la bobina al condensador se puede ver por un breve flash del LED rojo. El transporte posterior, del condensador a la tierra, se visualiza por el LED amarillo.

Nota: El interruptor 1 tiene que ser pulsado varias veces para cargar el condensador, tanto que el LED amarillo se ilumine más y se haga visible, sin pulsar el interruptor 2 en el intervalo. Cada vez se transporta una pequeña cantidad de carga al condensador.



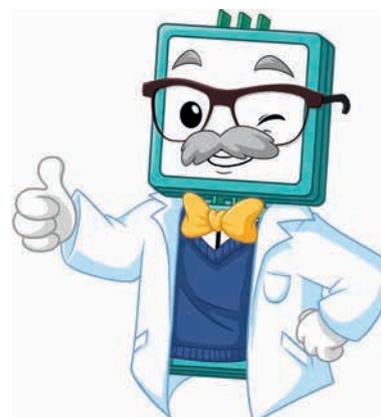
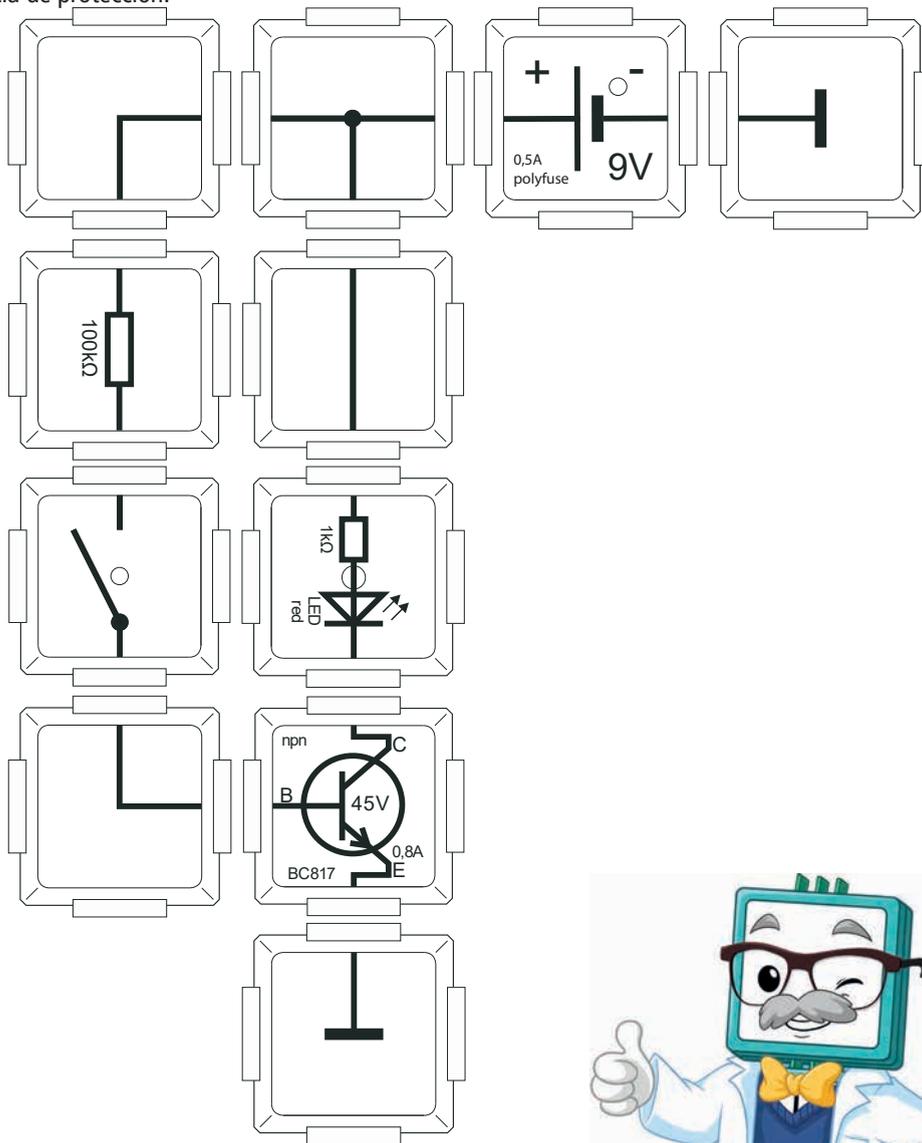
9. Transistores

9.1 Transistores como interruptor

Esta estructura muestra el funcionamiento clásico del transistor como interruptor. El transistor es un dispositivo semiconductor que permite un flujo de corriente entre el colector (C) y el emisor (E) cuando una corriente fluye hacia la base (B). La corriente base es aproximadamente un centésimo menos que la corriente del colector. Los transistores tienen una característica de amplificación de corriente. La ganancia se determina comparando la corriente base con la corriente del colector.

Los transistores se utilizan a menudo para aumentar la amplitud de una señal osciladora, ya que responden muy rápidamente cuando se utilizan como interruptor electrónico. El circuito mostrado se llama circuito emisor, porque el emisor está conectado a 0V/tierra. Si el interruptor está al lado de la base, se enciende el LED rojo. La corriente base permite un flujo de corriente entre el colector y el emisor, ya que entra en los portadores de carga entre las dos capas n en el transistor. Este experimento utiliza un transistor npn, por lo que la base forma la capa dopada con p.

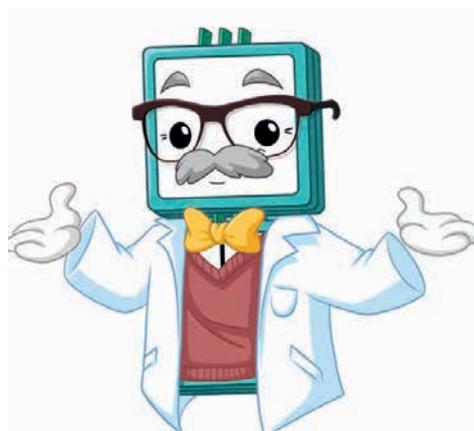
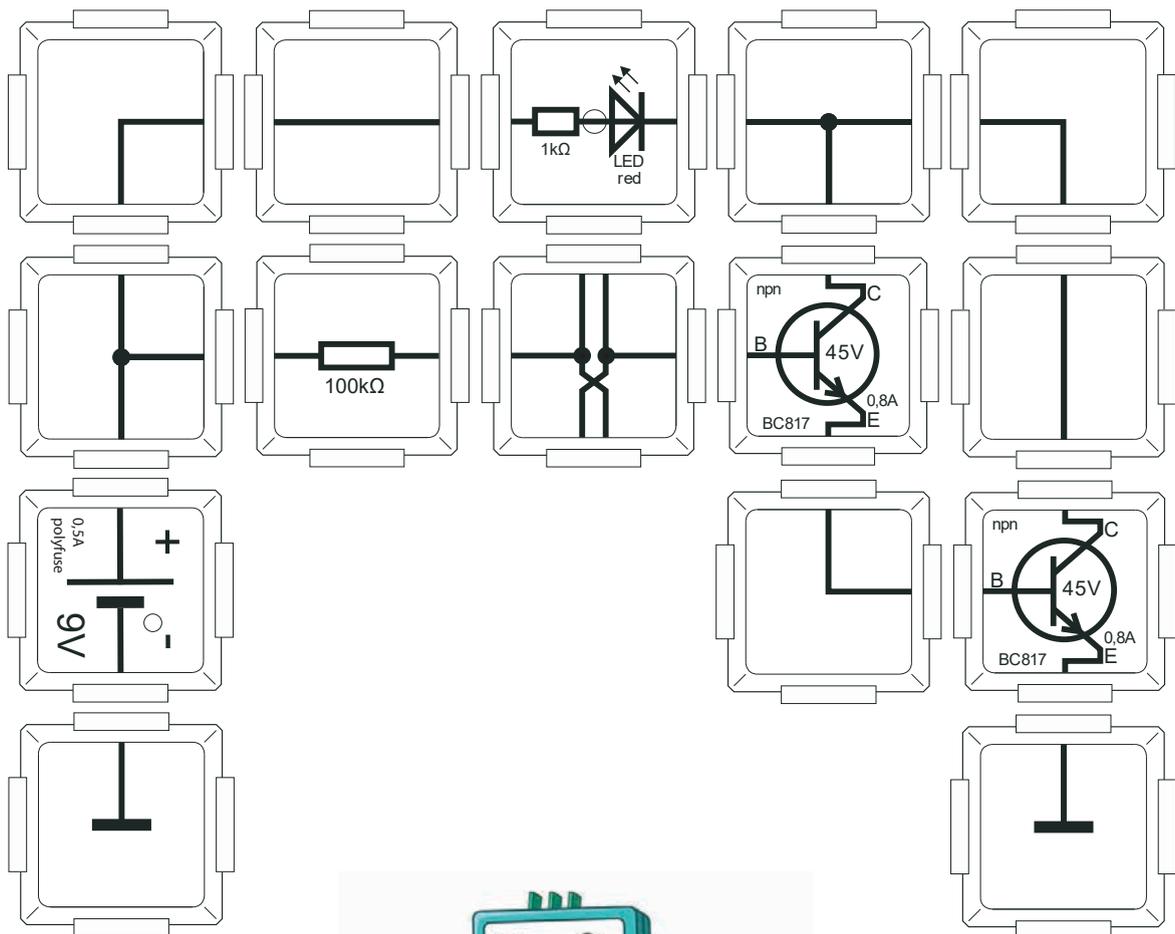
Nota: Los semiconductores son componentes sensibles. El transistor se destruye cuando la base (B) está conectada directamente a la batería, sin la resistencia de protección.



9.2 Transistores en la configuración Darlington utilizados como sensor táctil

El circuito Darlington contiene dos transistores conectados. La operación se puede describir como una cascada, donde el primer transistor sirve como preamplificador del segundo. El resultado conseguido es aproximadamente el producto de las dos ganancias individuales de los transistores utilizados. Para dejar que el LED rojo se ilumine, sólo se necesitan unos cuantos microamperios en la base. La amplificación de corriente alcanzada es tan alta, que la aplicación de una boquilla en el brick-cruzado separado, es suficiente para obtener un flujo de corriente a través de una resistencia de 100 kOhm en la base, para permitir que el LED se ilumine.

No supone ningún riesgo para la salud, ya que la corriente no es notoria.



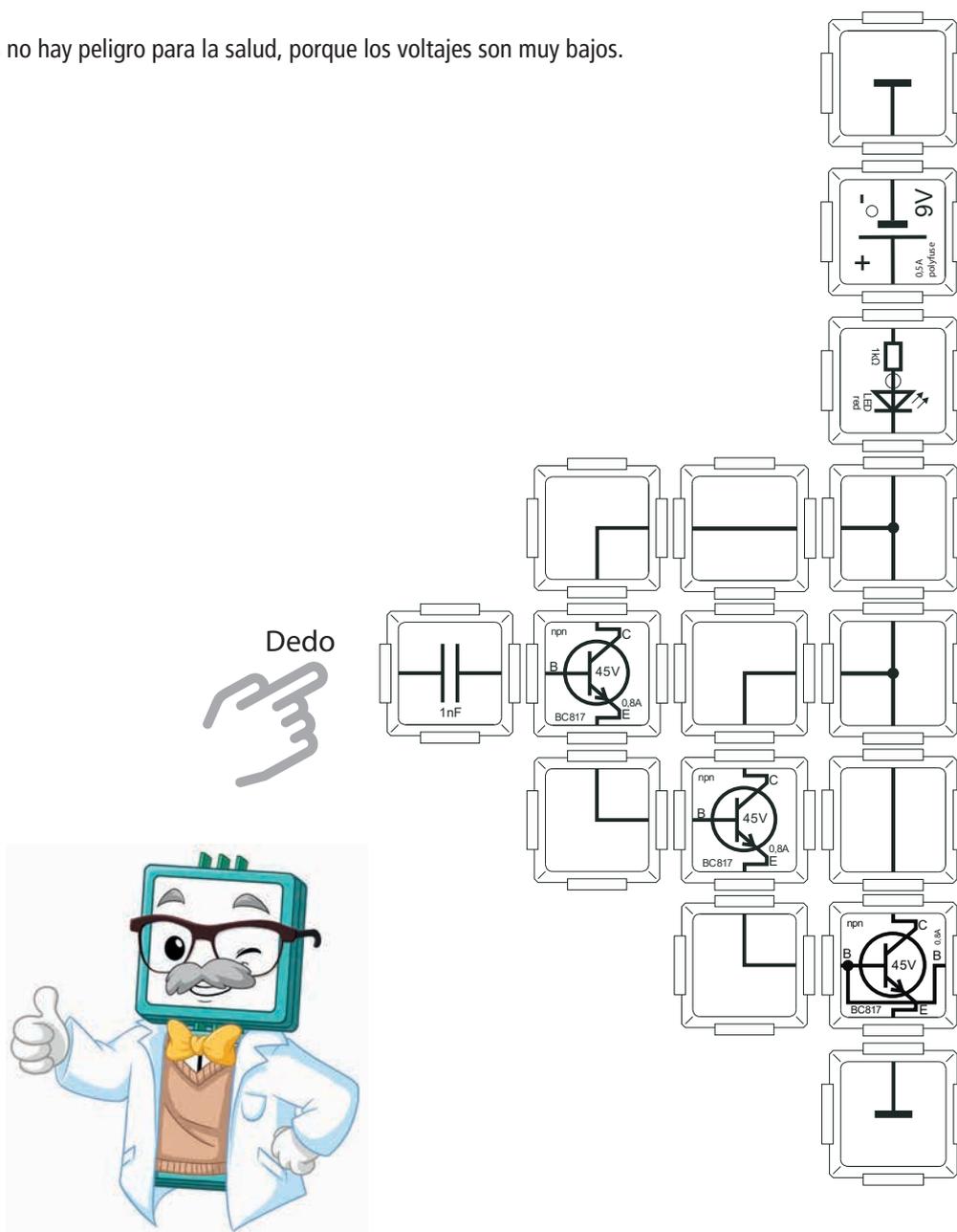
9.3 Circuito Darlington con sensor táctil capacitivo

El circuito Darlington del ejemplo 9.2 aumenta ahora mediante un transistor adicional, de manera que la ganancia alcanzada es ahora, en total, de 1.000.000 veces aproximadamente. Esto es tan alto que la corriente AC a través del condensador es suficiente para que el LED rojo se ilumine.

Ya hemos utilizado el condensador en circuitos DC. Cuando el condensador ha completado la carga, no fluye corriente debido a su infinita resistencia. ¿Qué sucede cuando se aplica el voltaje AC? Los cambios rápidos de carga y descarga permiten un flujo de corriente.

Esto parece una resistencia normal, y el valor de esta parte resistiva de un condensador depende de su capacidad y de la frecuencia de la fuente de voltaje AC. Cuanto mayor sea la frecuencia y el valor de capacidad, menor será la resistencia. La ganancia total de los tres transistores es lo suficientemente grande como para amplificar la corriente de unos cuantos nano-amperios, de modo que el LED rojo se ilumine, cuando el lado abierto del brick condensador sea pulsado por un dedo, y las fuentes AC se encuentren alrededor (líneas de energía, por ejemplo). El circuito de Darlington también se puede activar mediante electrostática espontánea, entonces el LED se ilumina sólo momentáneamente.

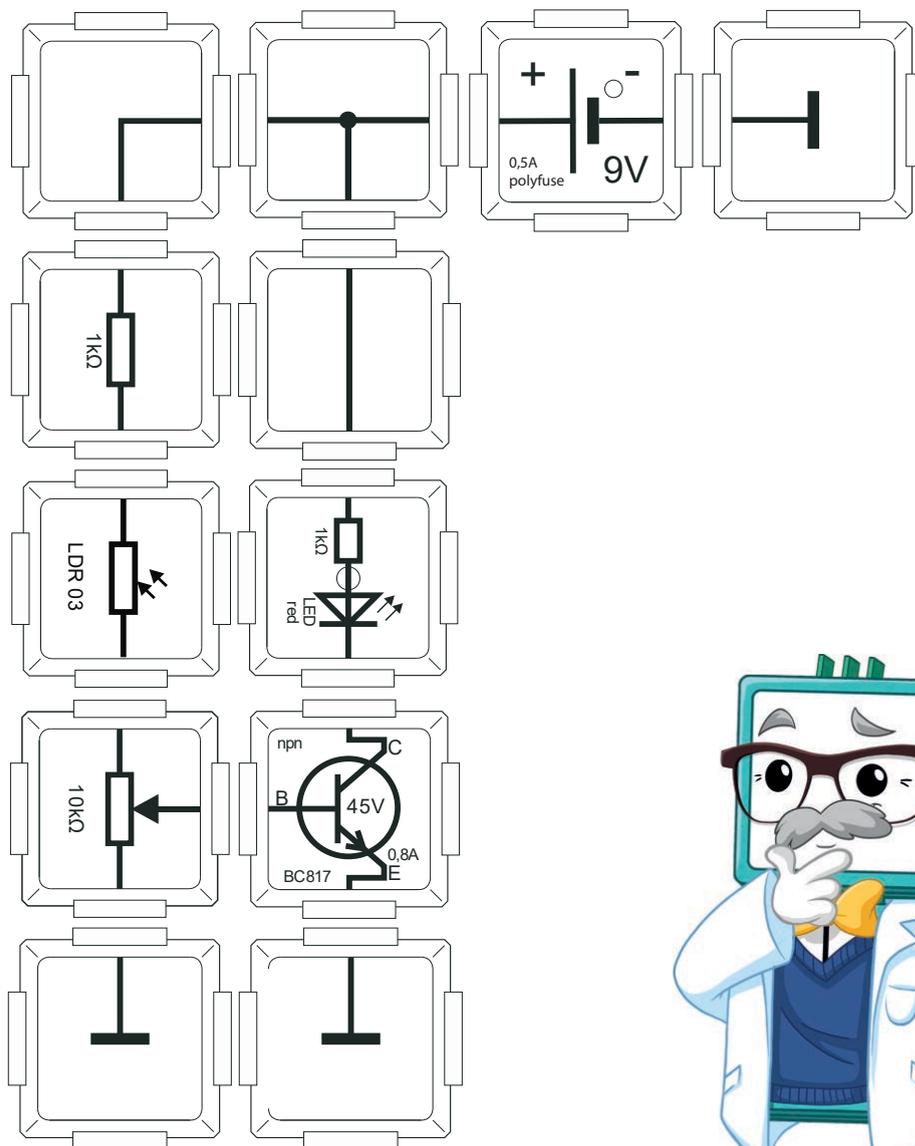
Una vez más no hay peligro para la salud, porque los voltajes son muy bajos.



9.4 LDR y transistor

Nuestro brick LDR cambia su resistencia no mecánicamente, como el potenciómetro, sino dependiendo de la luz que entra en el sensor. Si el brick LDR se está iluminando, el valor de resistencia disminuye y el flujo de corriente aumenta. Su valor de resistencia alcanza una cantidad muy alta de varios $100\text{k}\Omega$ en la oscuridad, pero tiene un valor muy bajo de unos 100Ω cuando se expone a la luz. El cambio es, por lo tanto, unas mil veces mayor. El potenciómetro está conectado en serie al LDR, de forma que se puede ajustar la tensión de umbral a la que empieza a iluminarse el LED rojo a través de su contacto deslizante. Si se gira el botón del potenciómetro hasta el tope inferior, el transistor no pasa y el LED se apaga, pero en el tope superior, el transistor se enciende y el LED se ilumina independientemente de la intensidad de la luz.

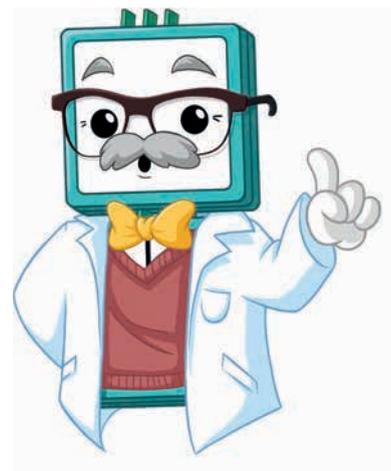
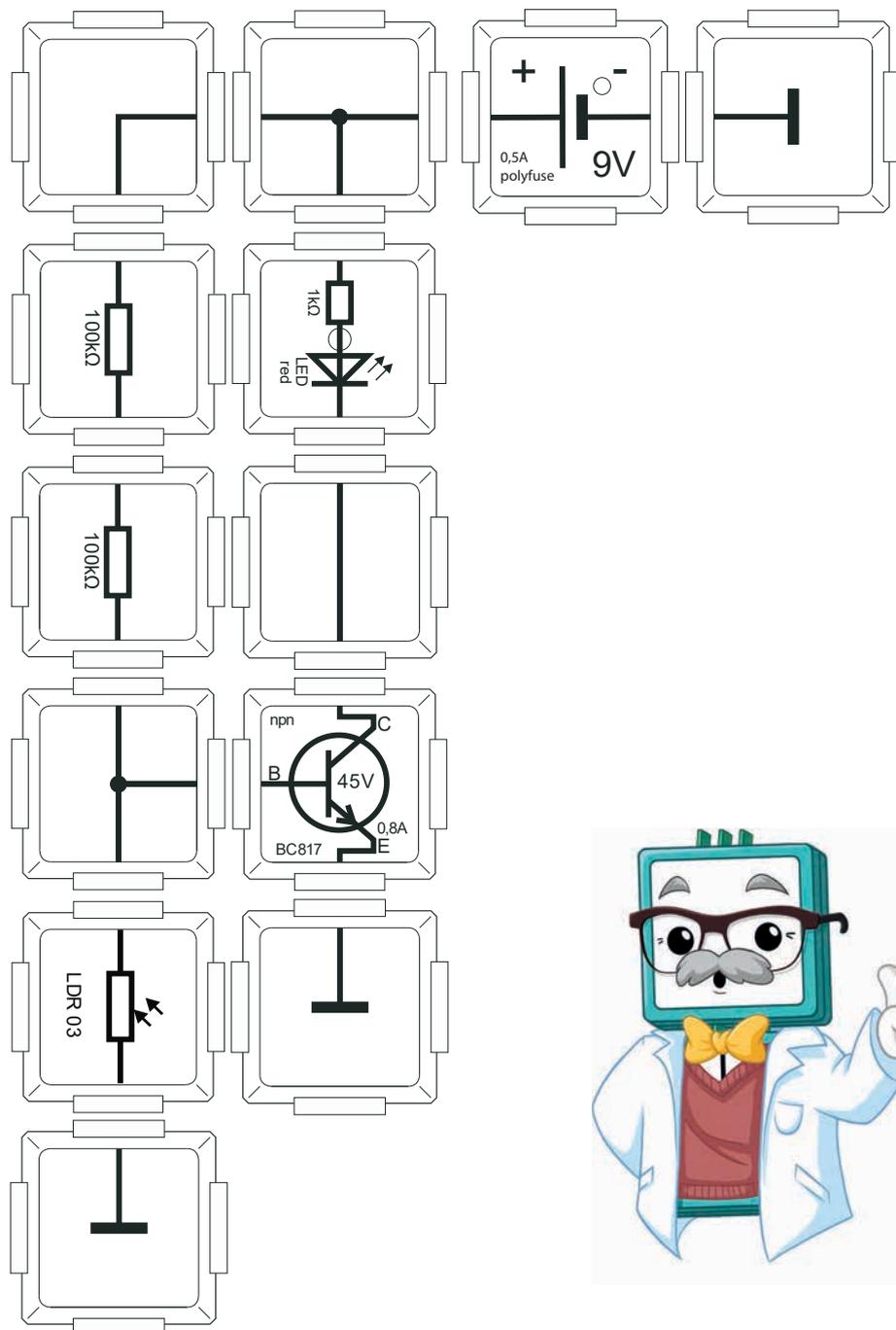
El valor óptimo para el umbral y la sensibilidad máxima se puede encontrar entre ambos valores.



9.5 LDR como luz nocturna con transistor y resistencia

En el ejemplo 9.4, se ha encendido un LED en la luminosidad. El LED tiene sentido como indicador, pero es más necesario encender la luz cuando oscurece. Por eso conectamos esta vez el LDR con un extremo al brick de tierra, lo que provoca exactamente la función deseada. El valor de resistencia en nuestro brick LDR disminuye con la intensidad creciente de la luz ambiental, por lo que el flujo de corriente hacia la base se reduce con ayuda del divisor de voltaje. Las dos resistencias de 100kOhm son altas y con el valor bajo del LDR, en este caso, la tensión en la base es inferior a la tensión umbral de 0,7V. Por lo tanto, no hay flujo de corriente entre el colector y el emisor y el LED rojo se apaga.

Cuanta menos luz entre en el LDR, como consecuencia del oscurecimiento del ambiente, el divisor de voltaje en la base intenta aumentar el voltaje en la base. Ligeramente por encima de 0,7V la corriente fluye hacia la base (sólo limitada por las dos resistencias de 100kOhm). En este caso, el LED se enciende.

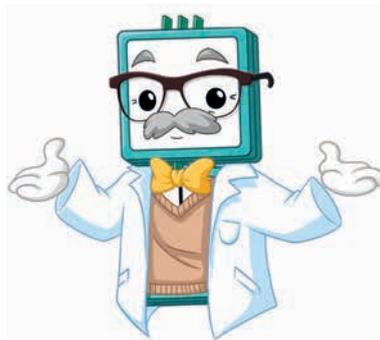
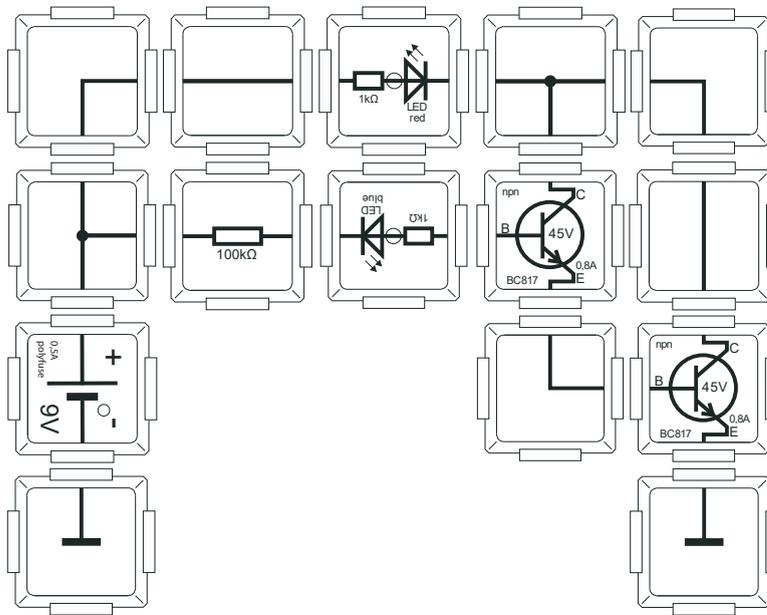


9.6 LED como fotodiodo

En un LED, la luz se produce mediante una recombinación de electrones que emiten energía en forma de fotón, cuando la recombinación ocurre en la banda de valencia. Este proceso es reversible: los electrones se separan de la banda de valencia mediante la entrada de fotones debido a la luz ambiental, lo que permite una entrada de muy baja corriente entre las capas de agotamiento. Este efecto es, muchas veces, más débil que el del funcionamiento normal invertido del LED. Podemos observar este proceso físico, necesitamos un circuito Darlington con dos transistores y una ganancia muy alta.

La resistencia de 100k en serie con el LED azul es necesaria para proteger el LED de la tensión inversa de la fuente de voltaje, lo que puede dar lugar a un avance en la capa de agotamiento. Si ahora el semiconductor del LED está iluminado por una fuente de luz brillante, se genera un flujo de corriente mínimo en la base del primer transistor, esto activa el circuito Darlington y el LED rojo se enciende.

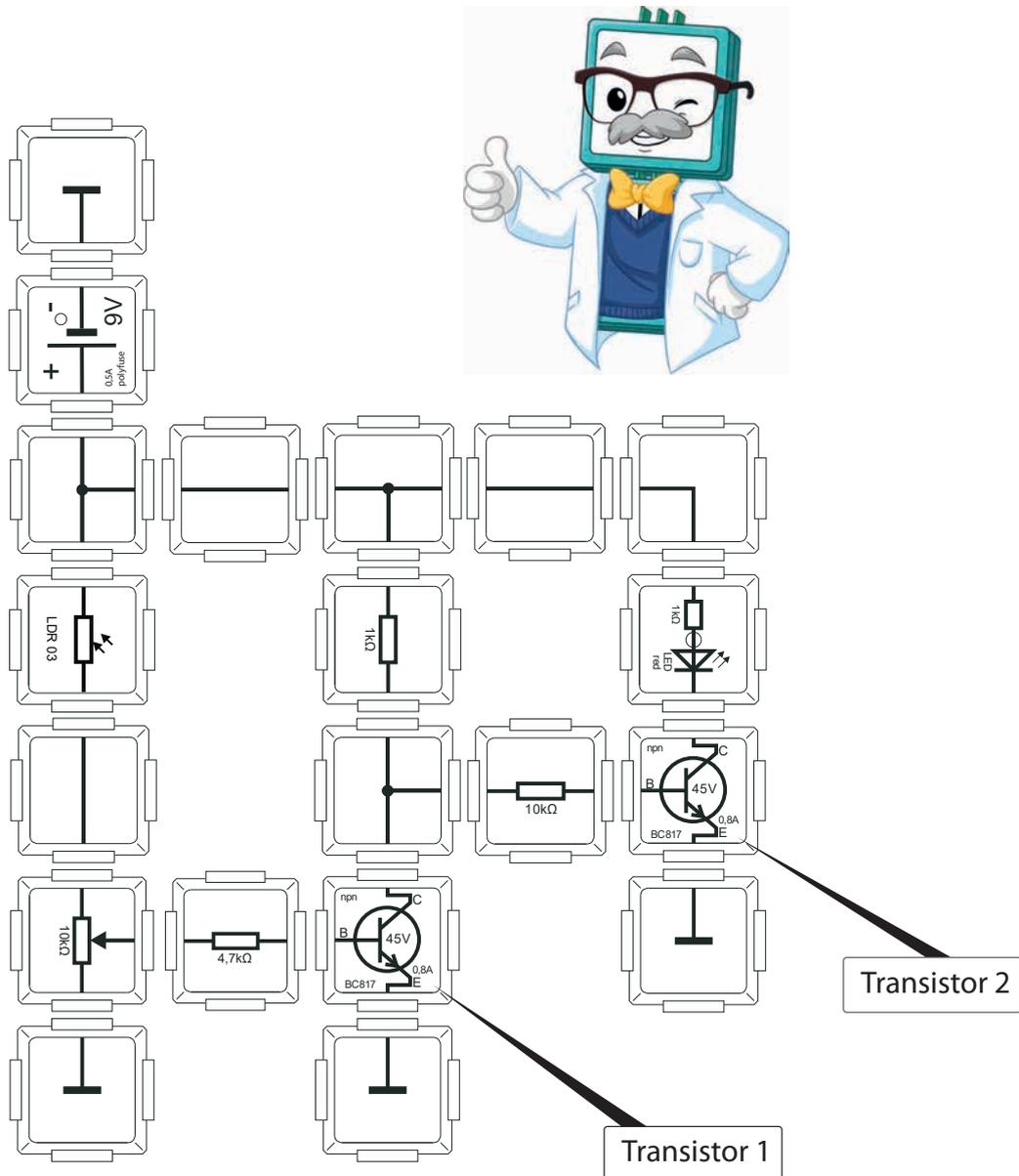
Si el LED azul está atenuado, el amplificador Darlington se cierra y el LED rojo se oscurece.



9.7 Transistor como inversor

Para implementar un circuito oscuro o crepuscular, se puede utilizar un transistor como inversor. En este caso, el transistor invierte el comportamiento de conmutación del segundo. Si se alcanza la tensión umbral del primer transistor cuando el LDR se ilumina, fluye una corriente entre el colector y el emisor del transistor 1 y la tensión en el colector baja. El colector del transistor 1 se conecta mediante una resistencia de 10 kOhmios a la base del transistor 2 y la tensión de base cae por debajo de 0,7V. El transistor 2 está apagado y el LED está oscuro. Una corriente fluye entre el colector y el emisor del transistor 1 y la tensión en el colector cae. Si el LDR está en la oscuridad, y por lo tanto el umbral en el transistor 1 cae por debajo de 0.7V, entonces el transistor 1 se apaga. La resistencia de 1k Ohm ahora eleva la tensión del colector. A través de la resistencia de 10 kOhm una corriente puede fluir hacia la base del transistor 2 y el LED se enciende.

El nivel de umbral, donde el LED empieza a encenderse, es fijado por el brick de potenciómetro. El LED se ilumina permanentemente, cuando el contacto de rozamiento está en la posición izquierda, el LED disminuye cuando se mueve el contacto de rozamiento a la posición derecha.

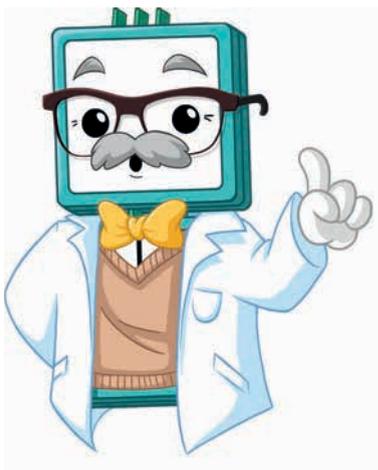
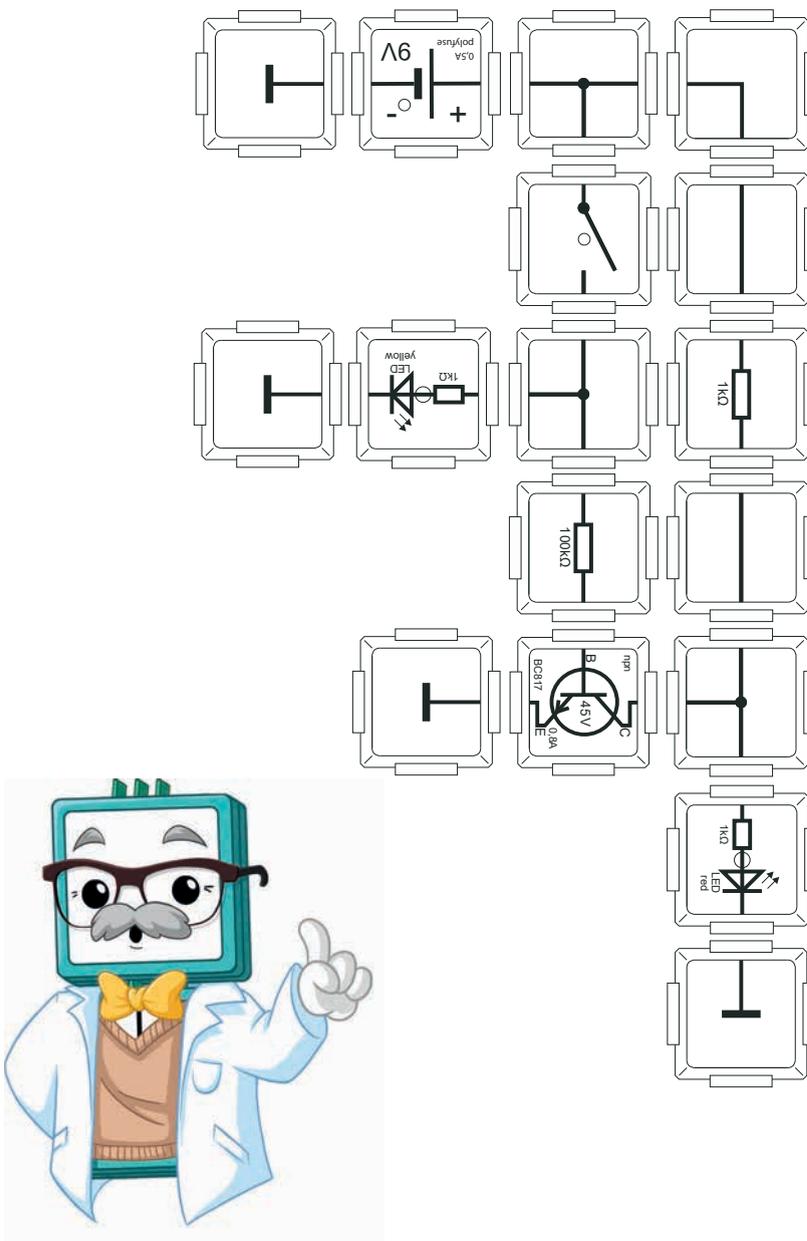


9.8 LED invertido

Los estados lógicos invertidos se utilizan en muchos circuitos de la industria y la ingeniería. En este ejemplo, lo ilustramos por medio de dos LED que funcionan alternativamente. Pulsando la tecla se enciende el LED amarillo y se apaga el LED rojo. Si se suelta el pulsador, el LED amarillo se apaga y el LED rojo se enciende.

Cuando se presiona el botón, la corriente fluye no sólo a través del LED amarillo, sino también a través de la resistencia de 100 k Ω y el diodo emisor base del transistor. El transistor se activa y la corriente puede ser absorbida entre el colector y el emisor. La tensión en el LED rojo no cae completamente a cero, sino muy por debajo de la tensión umbral necesaria para que se ilumine el LED rojo.

Si el botón está en la posición de liberación, la base del transistor está al nivel del suelo, el transistor está apagado. El colector ahora puede elevarse a un nivel alto, a través de la resistencia de 1 k Ω que conduce a la fuente de tensión y el LED rojo se enciende.



9.9 LED de corriente constante con tensión de alimentación de 9V

Puesto que la caída de voltaje a través de los diodos emisores de luz es prácticamente constante (alrededor de 1.5V para nuestro LED rojo), son controlados por la corriente. Por lo general, los LED se accionan con una corriente constante para mantener una intensidad constante. Para estabilizar la corriente utilizamos un pequeño circuito con un transistor y un llamado diodo zener. El diodo zener puede funcionar en dirección inversa y tiene la llamada tensión de ruptura. Este voltaje zener es de 3.9V para nuestro diodo zener.

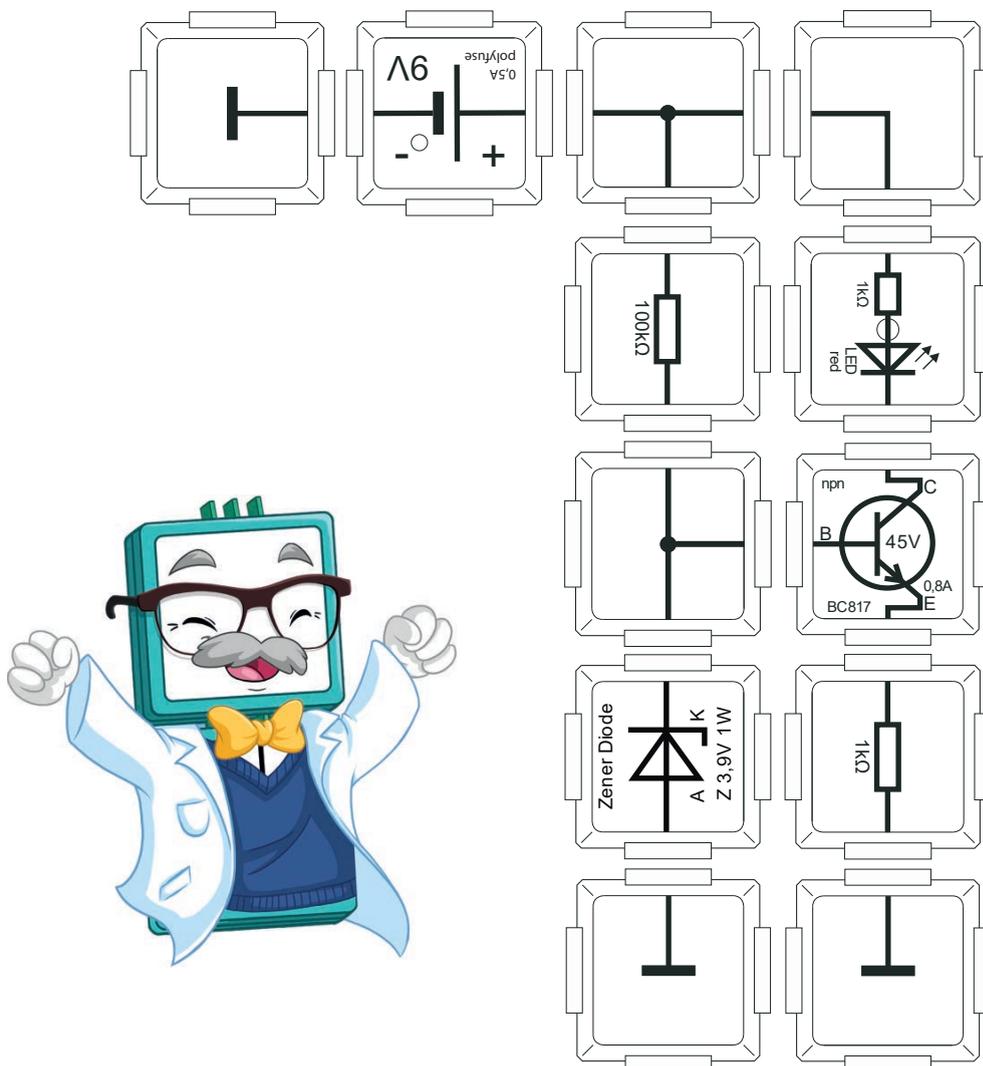
Ahora con los 100k Ohm en serie tenemos una tensión de 3,9V en la base del transistor. A través de la base al emisor tenemos una caída de 0.7V. Esto resulta en 3.2V al emisor. Ahora entramos en juego. El 3.2V también está a través de la resistencia de 1k Ohm en el emisor hacia la tierra. Esto define la corriente en el emisor.

$$I = \frac{U_{(z)} - U_{(T)}}{1000\Omega} = \frac{3.9V - 0.7V}{1000\Omega} = 3.2mA.$$

Una pequeña corriente fluye hacia la base (definida por la resistencia de 100 kOhm), suficiente para encender el transistor. Por lo tanto, la mayor parte de la corriente del emisor fluye hacia el colector. Esto significa que la corriente en el LED es de unos 3,2 mA.

Para los expertos: ($I_c = I_e - I_b = I_e - I_b$, $I_b = \text{alrededor de } (9V - 3.9V) / 100000$, donde $I_b * \text{ganancia} \gg I_e$).

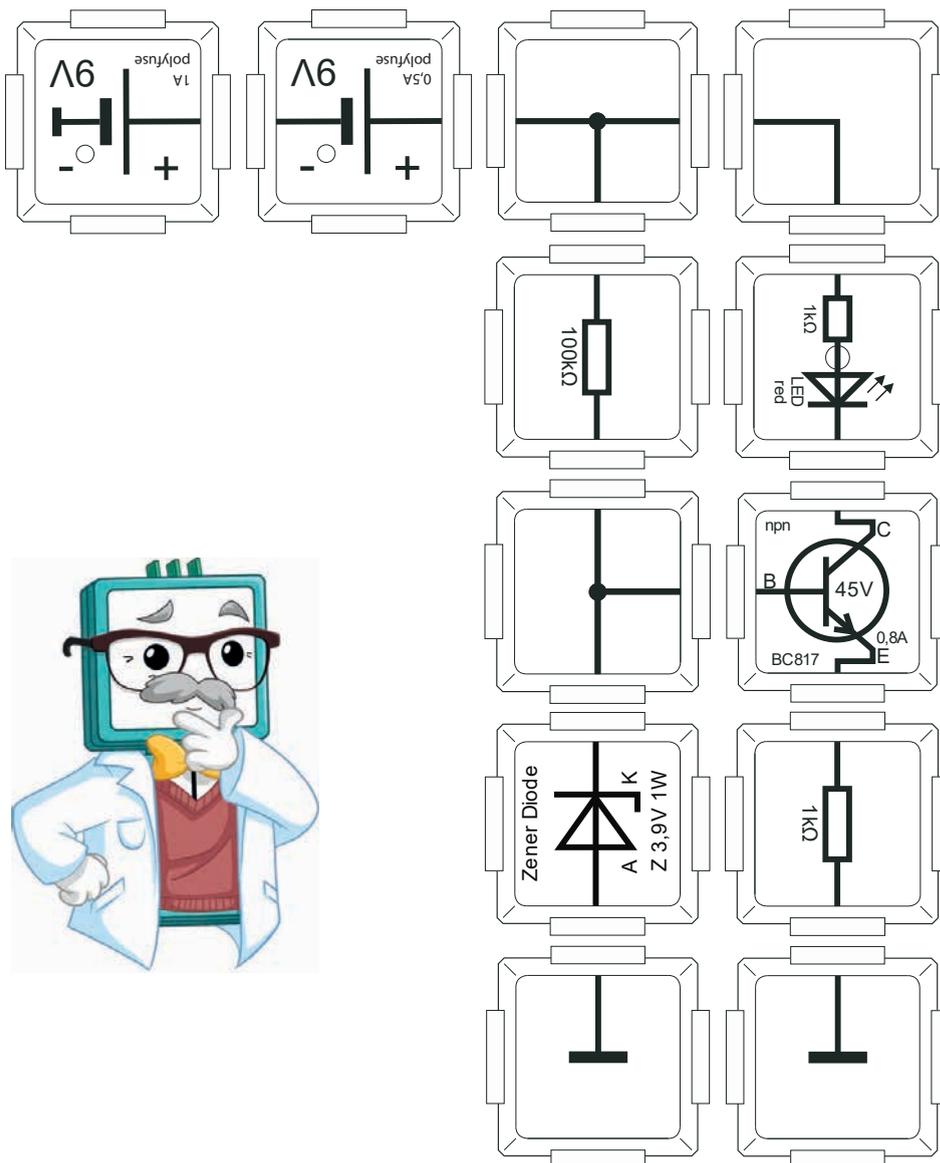
Es importante asegurarse de que el diodo zener esté sesgado al revés. Su nombre se debe al efecto Zener, que fue descrito por primera vez por el científico estadounidense Clarence Zener. Descubrió que los electrones pueden hacer túneles a través de las capas de semiconductores en la dirección inversa, cuando su mejora con portadores de carga positiva y negativa es muy alta. Los diodos Zener tienen una tensión Z específica, dependiendo de su método de producción. Nuestro diodo zener tiene un voltaje Zener de 3,9V. El próximo experimento 9.10 trata de su constancia.



9.10 LED de corriente constante y tensión de alimentación de 18V

Para comprobar si la corriente a través del LED permanece constante, aumentamos la tensión de alimentación a 18V. Esto lo logramos conectando la fuente de alimentación y el brick de batería en serie. En una conexión en serie, las tensiones parciales se suman. En este experimento es muy importante comprobar la polaridad correcta! El puerto negativo del brick de batería tiene que estar conectado al puerto positivo del brick de la fuente de alimentación.

La intensidad luminosa del LED rojo en el colector del transistor es prácticamente la misma!



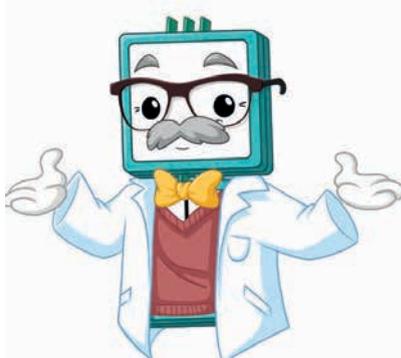
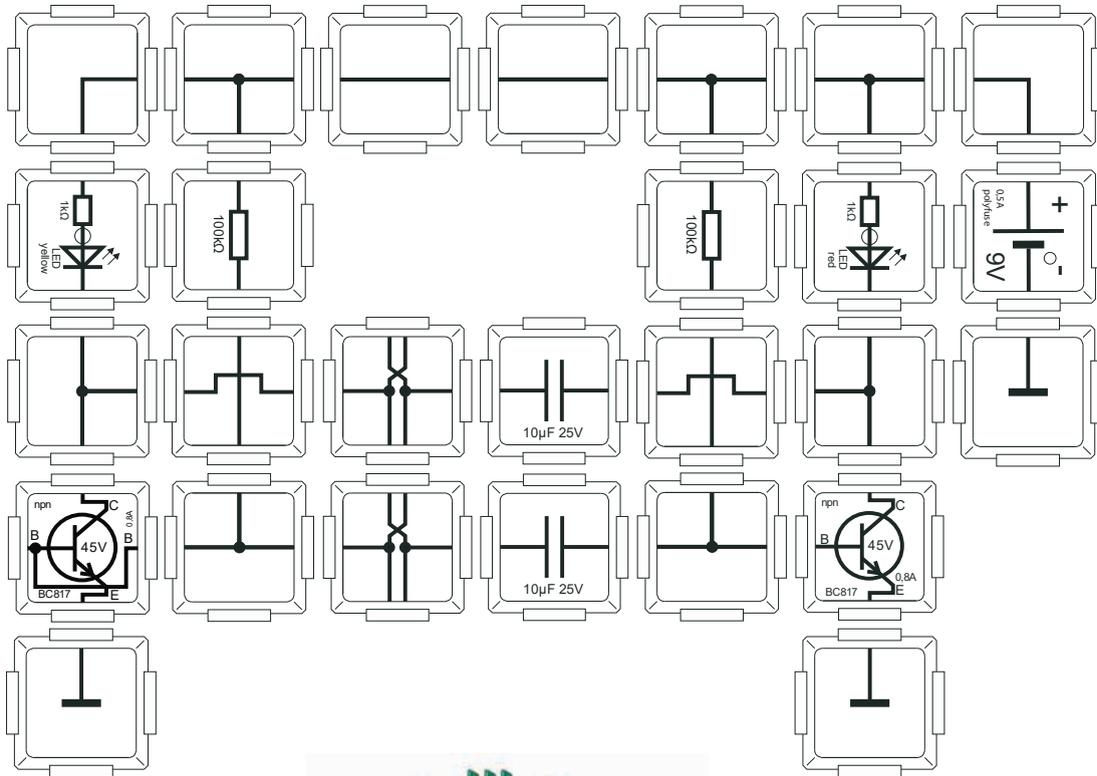
9.11 Multivibrador Astable

Un circuito clásico para la generación de vibraciones es un multivibrador. En el circuito, dos conectores se conectan entre sí, de tal manera que se encienden y apagan alternativamente. Se utilizan dos condensadores y dos resistencias para definir el ciclo total de la oscilación. Los transistores se utilizan para cargar y descargar los condensadores.

Este tipo de circuito se llama multivibrador astable, en nuestro circuito el funcionamiento astable se muestra por los LED parpadeantes, cuando la frecuencia es lo suficientemente baja. El período se puede calcular aproximadamente:

$$T = 2 * \ln(2) * R * C = 2 * \ln(2) * 100k\Omega * 10\mu F = 1.39s$$

El set avanzado incluye bricks condensadores y resistencias con diferentes valores. En este ejemplo se puede cambiar el valor de los bricks para manipular la frecuencia. La resistencia izquierda y el condensador superior controlan el comportamiento de conmutación del transistor izquierdo y el inverso. Si la resistencia y el condensador no son iguales en ambos lados, se consigue una duración de pulso asimétrica. No es posible permitir que el circuito permanezca en un estado estable, por eso se le llama también "astable".



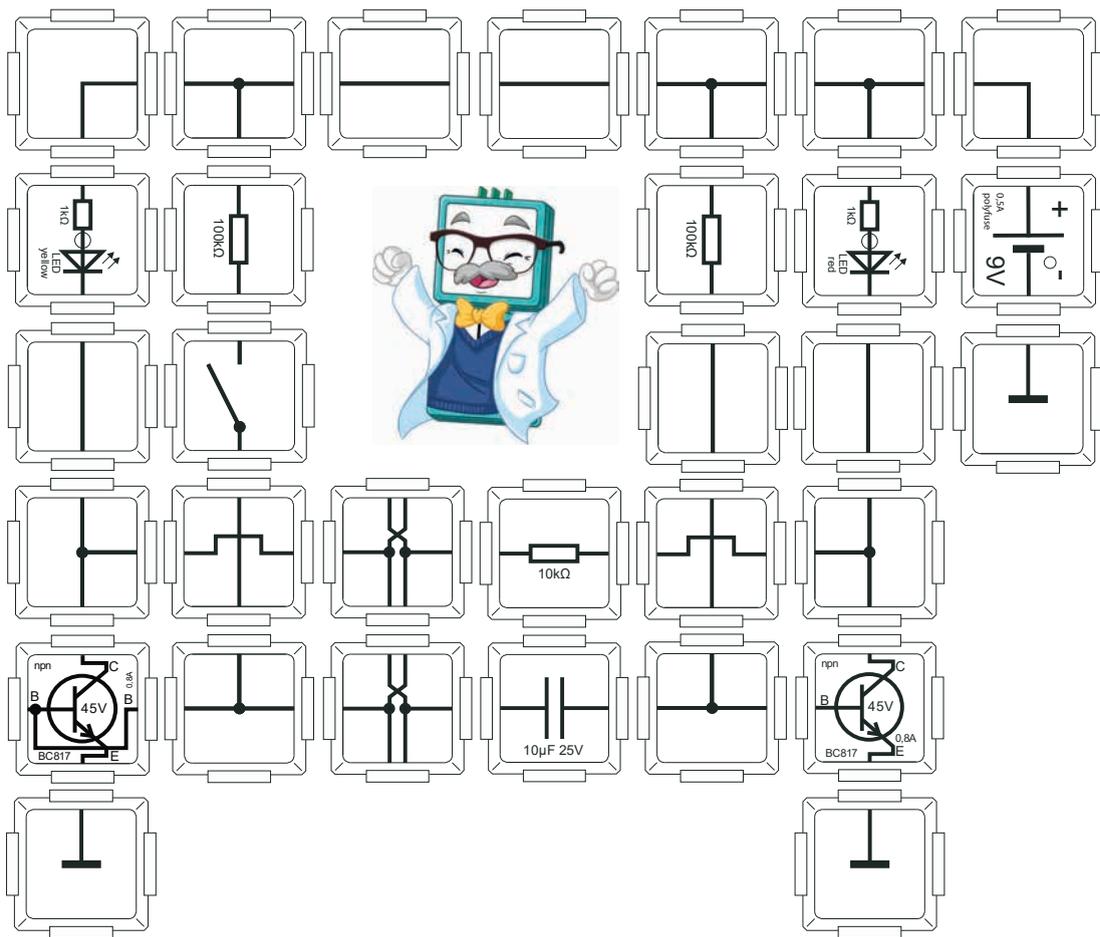
9.12 Multivibrador monoestable

En contraste con el capítulo 9.11, uno de los transistores necesita una resistencia adicional en vez de un condensador en su base, para funcionar como un multivibrador monoestable. Además, un botón es insertado en el circuito entre la base del primer transistor y su resistencia. Un multivibrador monoestable sabe exactamente el estado en el que permanece. Esto ocurre cada vez que un circuito se ha realizado.

El transistor de la izquierda es el dominante porque ya no está controlado por un condensador, sino directamente por un botón. Cuando el botón no se pulsa, el LED rojo se ilumina. Si el botón se pulsa, el LED amarillo se ilumina y el rojo se apaga. Cuando se suelta el botón, el LED amarillo se ilumina durante un instante y el rojo queda apagado en ese momento. Apretando el botón durante más tiempo, el LED amarillo se ilumina hasta que se suelta el botón. Al mismo tiempo, el LED rojo se mantiene apagado hasta que el tiempo definido por el condensador expira.

Se alcanza un estado estable y el LED rojo se ilumina permanentemente. Pulsando el botón repetidamente, se pueden crear impulsos, esto se conoce como lanzamiento. La señales de lanzamiento se utilizan para generar impulsos.

Atención: El rojo resplandece aún estando apagado, ya que una pequeña cantidad de flujos de corriente a través de una resistencia de 10 kOhm en la base del primer transistor es suficiente.

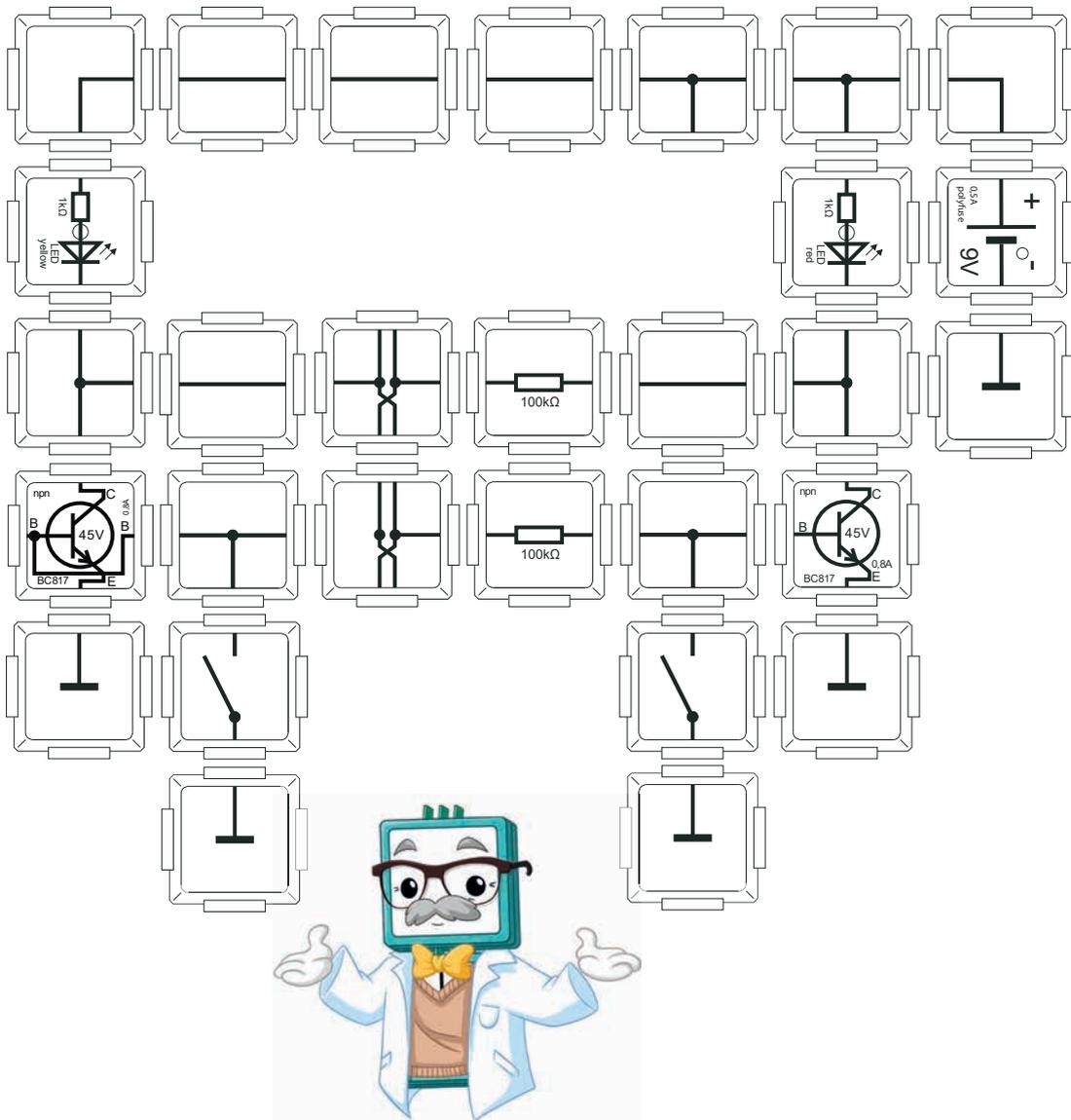


9.13 Multivibrador biestable

Para obtener un flip-flop es necesario hacer algunos cambios, en comparación con el ejemplo 9.11. Las resistencias tienen que reemplazarse por dos botones y los condensadores en los trayectos transistorizados se reemplazan por dos resistencias de $100k\Omega$.

Los flip-flops bipolares están controlados por dos lanzamientos y proporcionan dos señales de salida contrarias. Estos circuitos también se utilizan para almacenar información. Este ejemplo contiene dos botones como activación. Pulsando el botón derecho, el LED amarillo se ilumina y el rojo se apaga. Pulsando el botón izquierdo, el LED rojo se ilumina y el amarillo se apaga. Cada disparo controla las dos señales de salida exactamente en la dirección opuesta.

Estos circuitos también son conocidos como flip-flop. Cuando no se pulsa ningún botón, el LED se acaba encendiendo y se mantiene encendido. Este evento, se almacena hasta que un nuevo impulso activa el circuito. Estos circuitos flip-flop R/S (Reset/Set) se utilizan básicamente en aplicaciones automatizadas. Su mayor ventaja en comparación con otros circuitos es que la señal de lanzamiento no necesita ser presentada continuamente. Un pequeño impulso es suficiente para abrir la puerta del garaje. La puerta se abre hasta que se alcanza la posición de parada y la puerta se para automáticamente en la posición deseada. La puerta permanece en ese estado hasta que se manda un nuevo impulso.

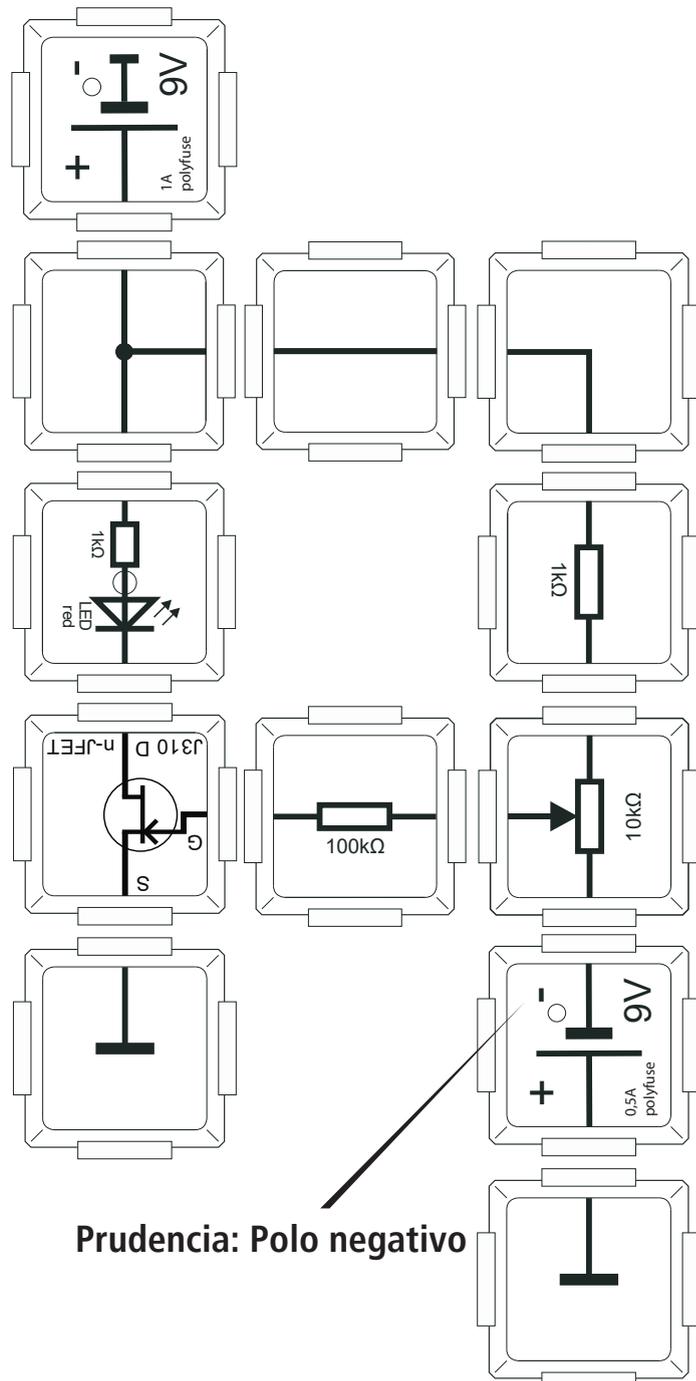


10. JFET - Transistor de efecto de campo de juntura

10.1 Canal J310-n JFET

JFET son las siglas de Junction Field Effect Transistor. En este experimento, se utiliza el canal nJFET J310. Los transistores de efecto de campo de juntura utilizan un voltaje negativo en un terminal de puerta para controlar el flujo de corriente entre su drenaje y su fuente de contacto. En la puerta de voltaje 0V, el FET actúa como una resistencia óhmica normal, por lo tanto no hay influencia de la corriente entre el drenaje y el puerto fuente. El voltaje de la puerta de control tiene que ser negativo porque el voltaje positivo de la puerta producirá un flujo de corriente no deseado. Por eso usamos aquí dos fuentes de voltaje conectadas con una toma de tierra común, menos (-) para uno y más (+) para el otro. Definen un rango de voltaje de -9V a +9V. Sin embargo, el potencial de referencia es tierra (0V). Para prevenir una corriente de puerta inaceptablemente alta, una resistencia de 100kΩ está conectada en serie al contacto de puerta. El potenciómetro controla ahora indirectamente el flujo de corriente al LED rojo. Si la amoladora está en la posición derecha, el JFET detiene el flujo de corriente porque la trayectoria de la fuente de drenaje obtiene una impedancia demasiado alta. Si el contacto de rozamiento está en la posición izquierda, se produce el flujo de corriente entre la fuente y el drenaje y el LED rojo se puede iluminar a una intensidad máxima.

El JFET J310 utilizado en este experimento se usa normalmente en pre-amplificadores de alta frecuencia o LNA (amplificadores de bajo sonido) para asegurar una señal de buena calidad.

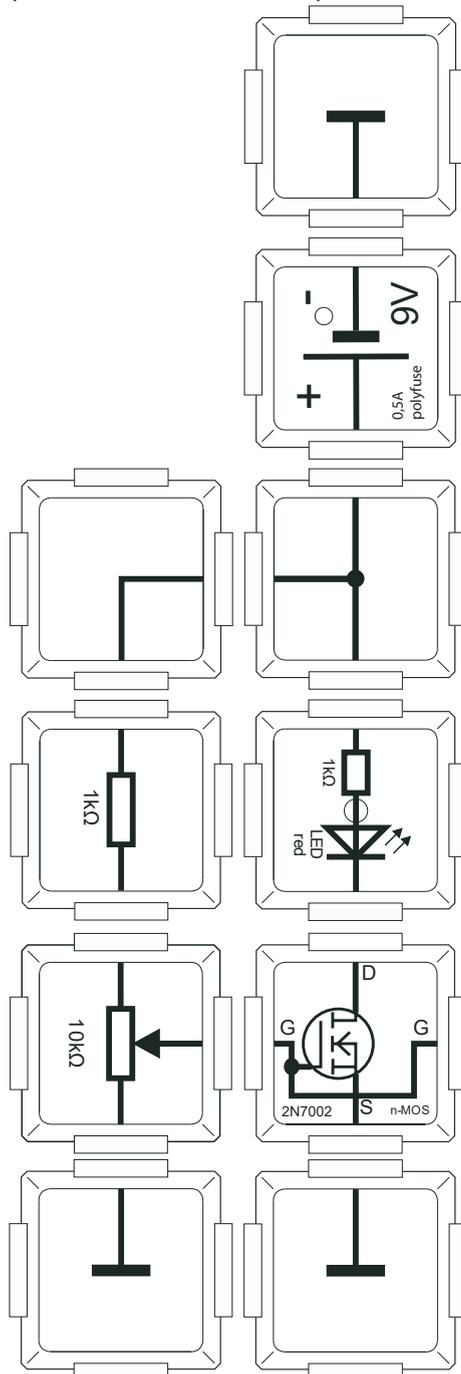


11. MOSFET

11.1 Funciones MOSFET

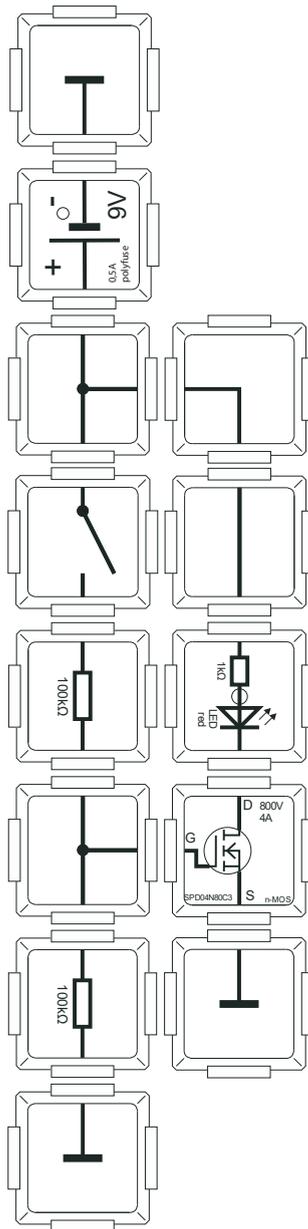
Un Metal Oxido Semiconductor Transistor de Efecto de campo (MOSFET) tiene una resistencia óhmica muy alta en su contacto de puerta. El voltaje de la puerta crea un campo eléctrico, como lo hacen los condensadores. El óxido metálico aísla bien la conexión de la puerta del canal del semiconductor. Con la alta resistencia de la puerta, sólo un campo eléctrico es construido para controlar el flujo de corriente. Al contrario, el transistor bipolar como el BC817 necesita un flujo de corriente para controlar su comportamiento. El símbolo del circuito lo muestra a través de la separación de la puerta al puerto de la fuente y el puerto de drenaje. Hay diferentes tipos de MOSFET disponibles. Se distinguen por los canales n o p, así como autoconductores o no conductores. Nuestro MOSFET es un transistor de canal n, no conductor. Esto también está indicado por el símbolo del circuito, porque la línea entre la fuente y el desagüe está interrumpida. Esto significa no conductor, la flecha apuntando hacia el interior identifica el canal n.

Nuestro MOSFET permite un flujo de corriente, cuando se aplica una tensión de puerta positiva. De lo contrario, se encuentra en alta impedancia. En el siguiente ejemplo, el voltaje en la puerta se define mediante el potenciómetro. Cuando el contacto de rozamiento del potenciómetro se mueve de izquierda a derecho, el MOSFET pasa a ser conductivo y el LED rojo se ilumina.



11.2 MOSFET como interruptor

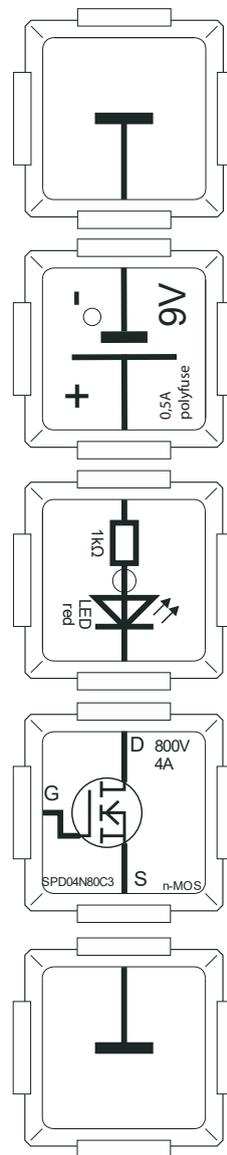
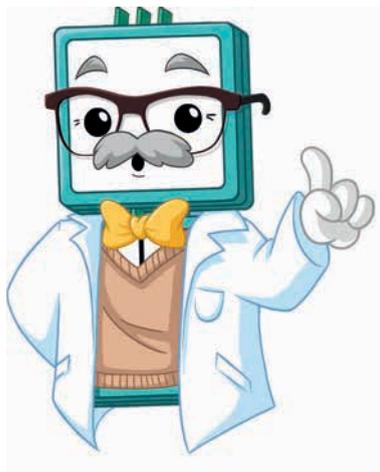
Al igual que nuestro transistor bipolar BC817, podemos utilizar el MOSFET no sólo como amplificador, sino también como interruptor. Cuando se presiona el botón en el siguiente circuito, sólo una pequeña corriente fluye a través del divisor de voltaje desde las dos resistencias 100k Ω y por lo tanto sólo una pequeña cantidad de potencia de control. Esto es suficiente para encender el MOSFET y por lo tanto, el LED. Cuando se suelta el botón, la puerta se conecta al suelo mediante la resistencia de 100k Ohm y, por lo tanto, se apaga. El LED también está entonces en un estado apagado.



11.3 Sensor táctil NMOS simple

Este ejemplo es un circuito en serie construido con una fuente de voltaje, un LED, el MOSFET y dos bricks de tierra para cerrar el circuito. El MOSFET es tan sensible que puede activarse simplemente tocando el contacto. Las cantidades más pequeñas de carga, que nos rodean en todas partes, son suficientes para causar una operación de conmutación del MOSFET. La carga resulta de la red eléctrica normal, o es estática y genera una diferencia de potencial con nuestro MOSFET. El MOSFET puede ser destruido por una simple chispa, así que ¡ten cuidado al tocarlo! Para evitar daños, por favor, toca el brick de la batería antes de agarrar el contacto de la puerta. Si el LED se apaga después de soltar el contacto, el experimento puede iniciarse de nuevo. Sin embargo, si el LED rojo permanece encendido, como al usar un condensador, el LED se apaga cuando la carga almacenada se dispersa.

Por favor, tenga mucho cuidado con el MOSFET, ya que puede ser destruido muy fácilmente por la electricidad estática.



12. Semiconductores especiales

12.1 PUT - Transistor de Uniión Programable

PUT son las siglas de Transistor de Uniión Programable. Tiene tres terminales, el ánodo, el cátodo y la puerta. Conectado en dirección hacia adelante, se comporta como un diodo con un alto voltaje de umbral, cuando se conecta en dirección inversa no fluye corriente. La tensión de umbral puede ser manipulada aplicando una tensión positiva en el contacto de la puerta. Es por eso que al PUT también se le llama programable. Los PUT también se utilizan para construir osciladores. En paralelo al PUT, se utiliza un condensador en el circuito. Se carga desde la fuente de tensión hasta que se alcanza la tensión de umbral. Una vez alcanzado el umbral, el condensador se descarga a través del PUT y del LED rojo. Ahora el proceso de carga puede comenzar de nuevo a través de la batería. Ahora el PUT oscila a una cierta frecuencia.

Esto es posible porque la tensión puede disminuir después de alcanzar el umbral y el PUT permanece conductivo hasta que se alcanzan casi 0V. En nuestro circuito el umbral está ajustado por el potenciómetro, el LED rojo parpadea con frecuencia creciente, cuando el contacto de rozamiento gira en sentido contrario a las agujas del reloj.

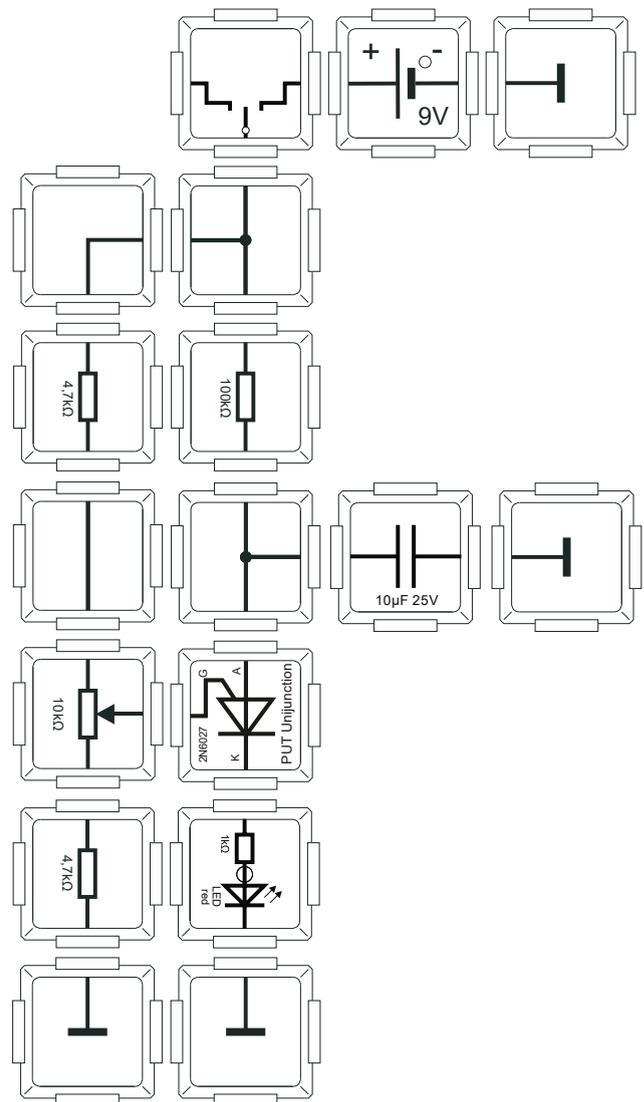
La frecuencia en la posición central del potenciómetro se puede calcular de la siguiente manera:

$$f = \frac{1}{R * C * (\ln(\frac{1}{1-\eta}))}$$

$$= \frac{1}{100k\Omega * 10\mu F (\ln 2.61)} = \text{aprox. } 1.04\text{Hz}$$

$$\eta = \frac{5k\Omega + 4,7k\Omega}{4.7k\Omega + 10k\Omega + 1k\Omega}$$

$$\eta = \text{aprox } 0.617$$



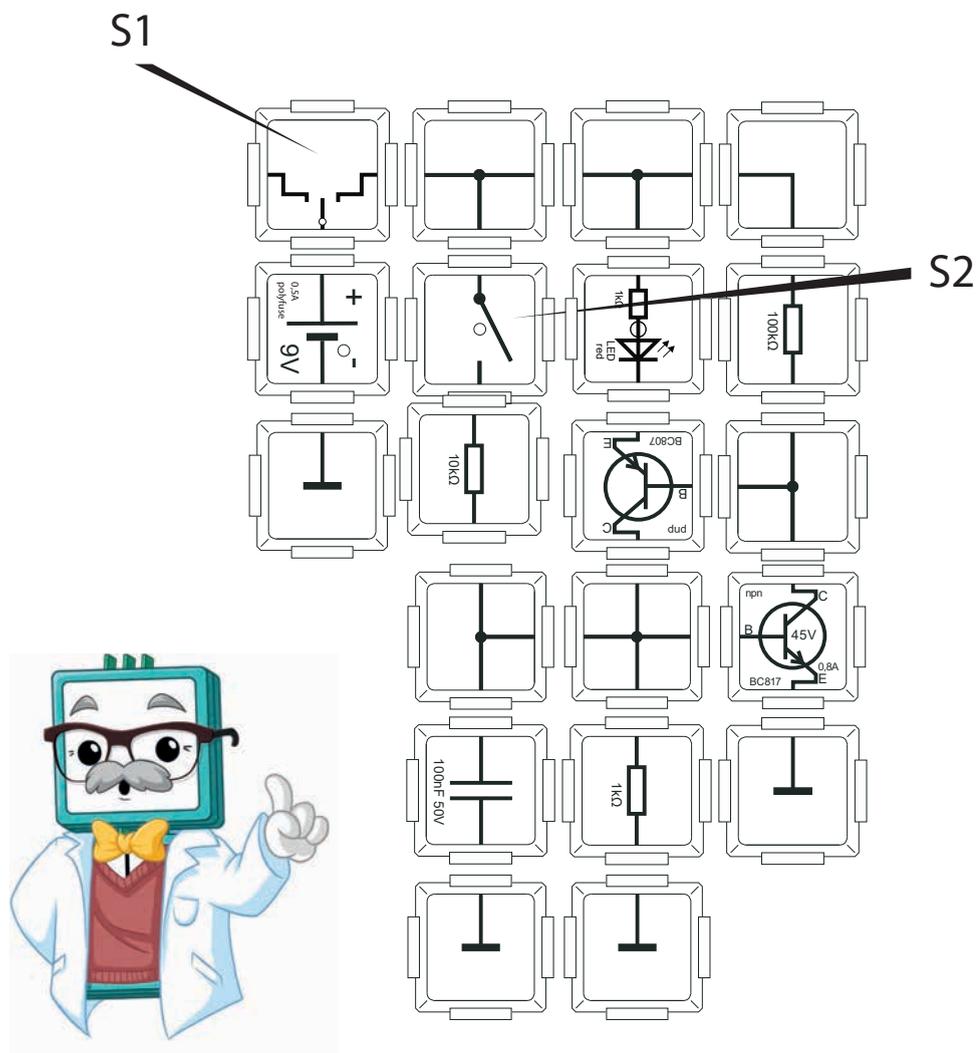
12.2 Tiristor en el circuito equivalente

Otros componentes electrónicos con propiedades especiales, como la capacidad de alta corriente, son el Thyristor y el TRIAC. El tiristor también requiere que se active una tensión de ignición positiva, similar a la tensión de control en el PUT, pero permanece conductivo hasta que se despeje.

Cuando se aplica voltaje AC al contacto de la puerta, el tiristor se despeja y se enciende de manera continua. La señal AC se llama control de fase. Esto se aplicará al contacto de la puerta para permitir un flujo de corriente entre el ánodo y el cátodo. El TRIAC puede manejar tanto voltajes de ignición positivos como negativos en el contacto de la puerta y es conductivo en ambas direcciones entre los contactos principales. Esto se utiliza a menudo en la tecnología de AC. Esto se puede utilizar para atenuar el brillo de una fuente de luz alimentada por AC, casi sin perder energía.

En este ejemplo hemos configurado un circuito que imita un tiristor utilizando dos transistores opuestos, una versión NPN y una versión PNP. Cuando se aplica la tensión de alimentación mediante el interruptor S1, el tiristor se activa pulsando el interruptor S2 y el LED rojo se enciende. Ahora el LED sólo se puede apagar interrumpiendo la tensión de alimentación, entonces se elimina el tiristor.

Este experimento puede ser repetido ilimitadamente.



13. Temporizador 555

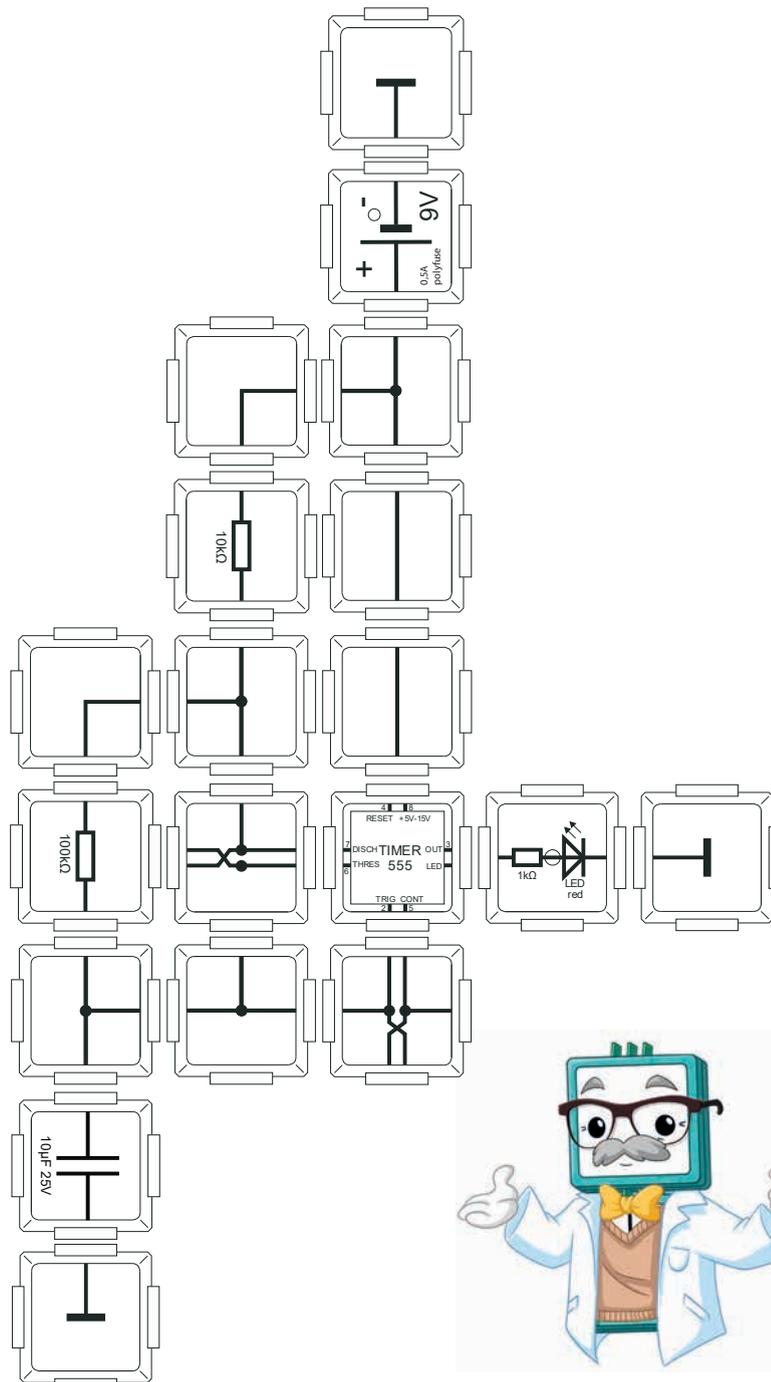
El temporizador 555 es un circuito integrado que se utiliza para controles dependientes del tiempo. El circuito integrado se puede utilizar para una gran variedad de tareas.

13.1 Temporizador Astable

El clásico oscilador! Con el uso de dos resistencias, una de 10kOhm y otra de 100kOhm y un condensador de 10uF, el 555 puede controlar su oscilación de salida con una amplitud que va desde 0V hasta la tensión máxima de la alimentación. Durante la carga del condensador a través de las dos resistencias, el temporizador 555 proporciona tensión de alimentación a la salida. Si el condensador está cargado, el proceso de descarga se inicia a través de la resistencia de 100kΩ. Cuando el condensador se descarga completamente, el proceso comienza de nuevo. La oscilación generada es una señal cuadrada, ya que el temporizador 555 conmuta entre la tensión de alimentación y tierra. El LED rojo parpadea mientras el temporizador 555 esté conectado a la fuente de alimentación, por eso este modo se denomina astable. El período de iluminación es un 10 por ciento mayor que la fase oscura del LED. Ambas fases juntas determinan el período.

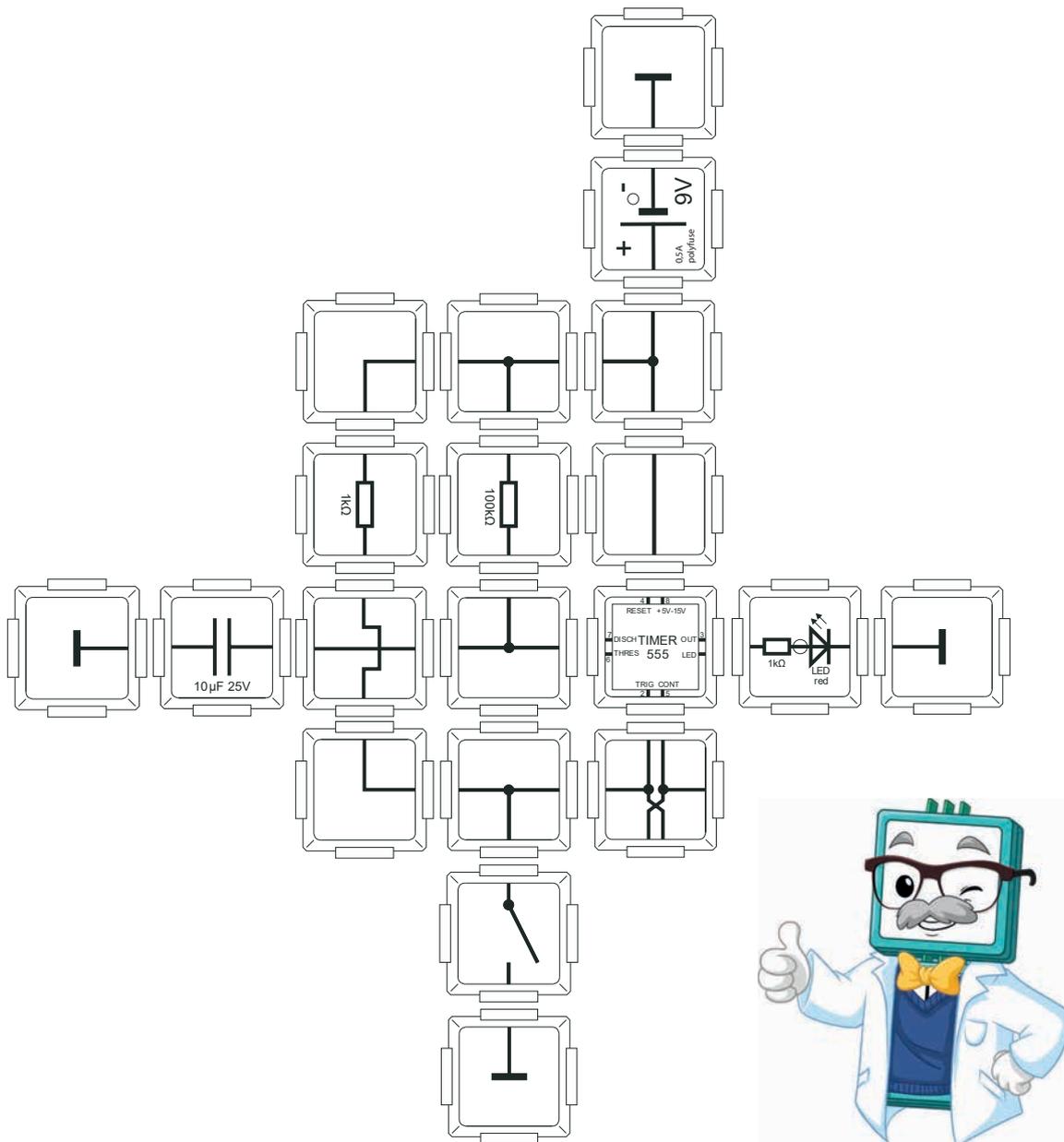
El período de tiempo se puede calcular de la siguiente manera:

$$T = (R_1 + 2 * R_2) * C * \ln(2) = (10k\Omega + 2 * 100k\Omega) * 10\mu F * \ln(2) = \text{aprox. } 1.5s$$



13.2 Temporizador monoestable

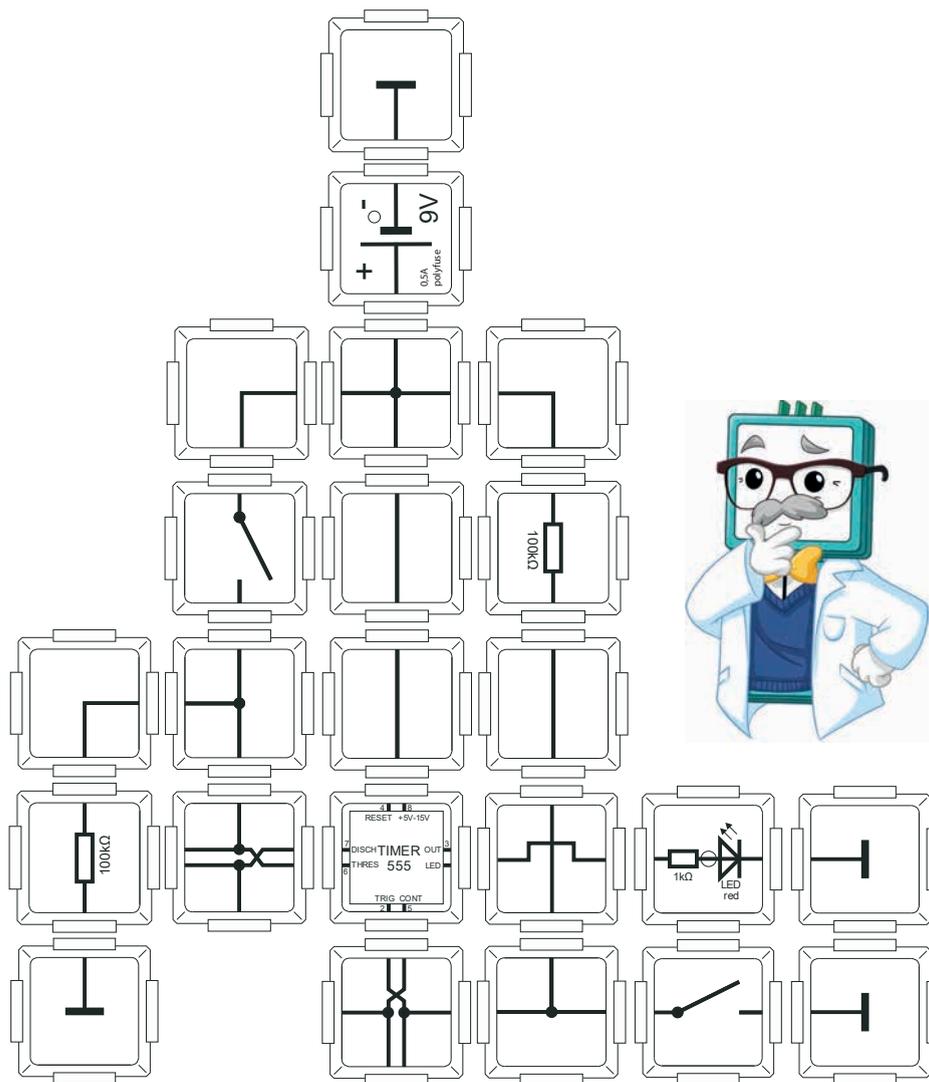
Con el brick temporizador es fácil implementar un multivibrador monoestable. Después de pulsar el botón, el LED rojo se enciende hasta que el condensador alcanza el umbral de activación del temporizador. Pulsando el botón durante más tiempo, el LED rojo permanecerá encendido hasta que se suelte el botón.



13.3 Temporizador biestable

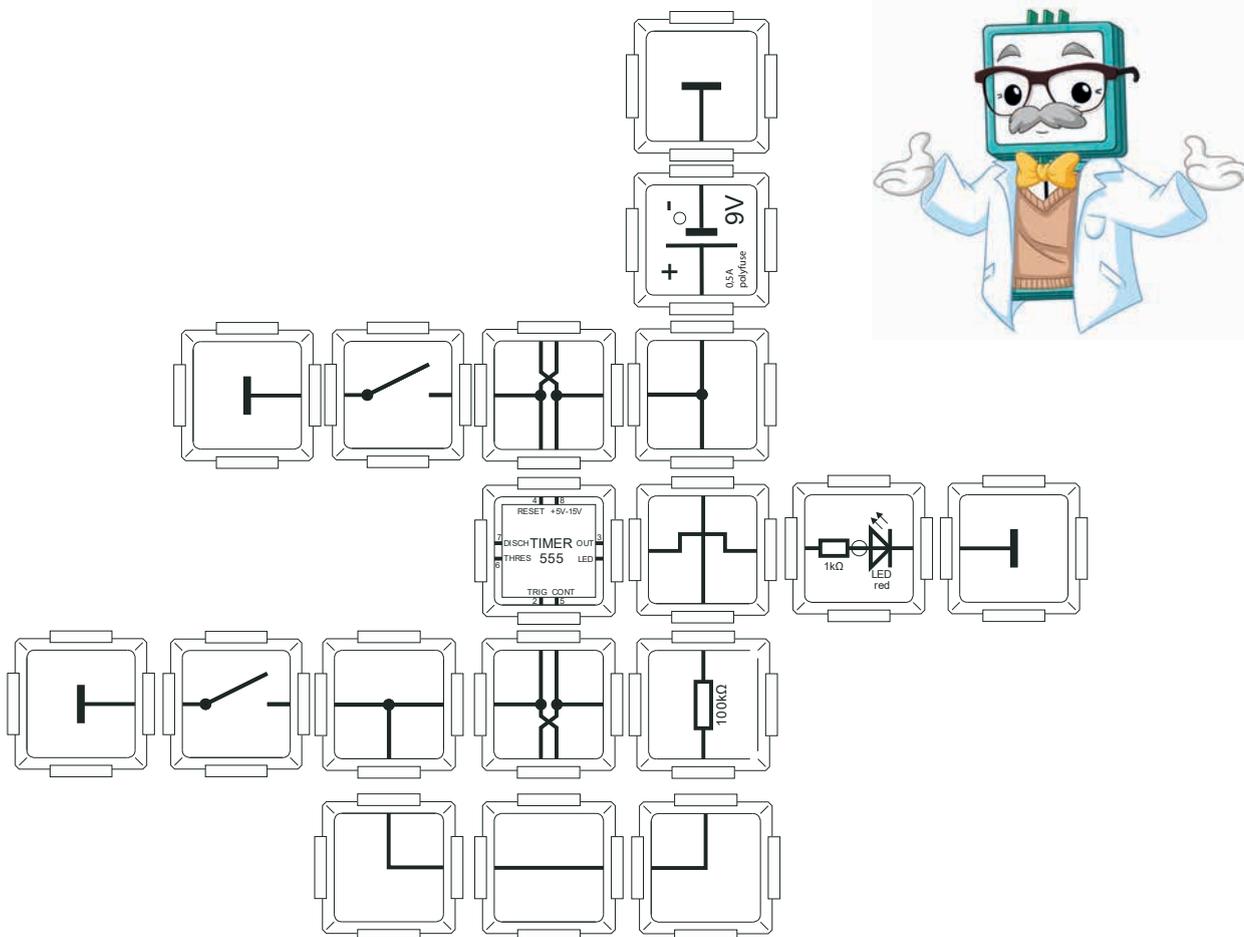
En este experimento utilizamos el temporizador 555 como flip-flop para controlar la señal de salida. La señal permanece activa hasta que se activa otra entrada. El botón derecho, debajo de la resistencia $100\text{k}\Omega$ se utiliza para encender el LED rojo. Si el contacto está desconectado, el LED sigue encendido. El LED se puede apagar pulsando el otro botón.

La señal se restablece y se conserva hasta que se realiza una entrada diferente. Para el reset se utiliza la conocida como entrada de umbral.



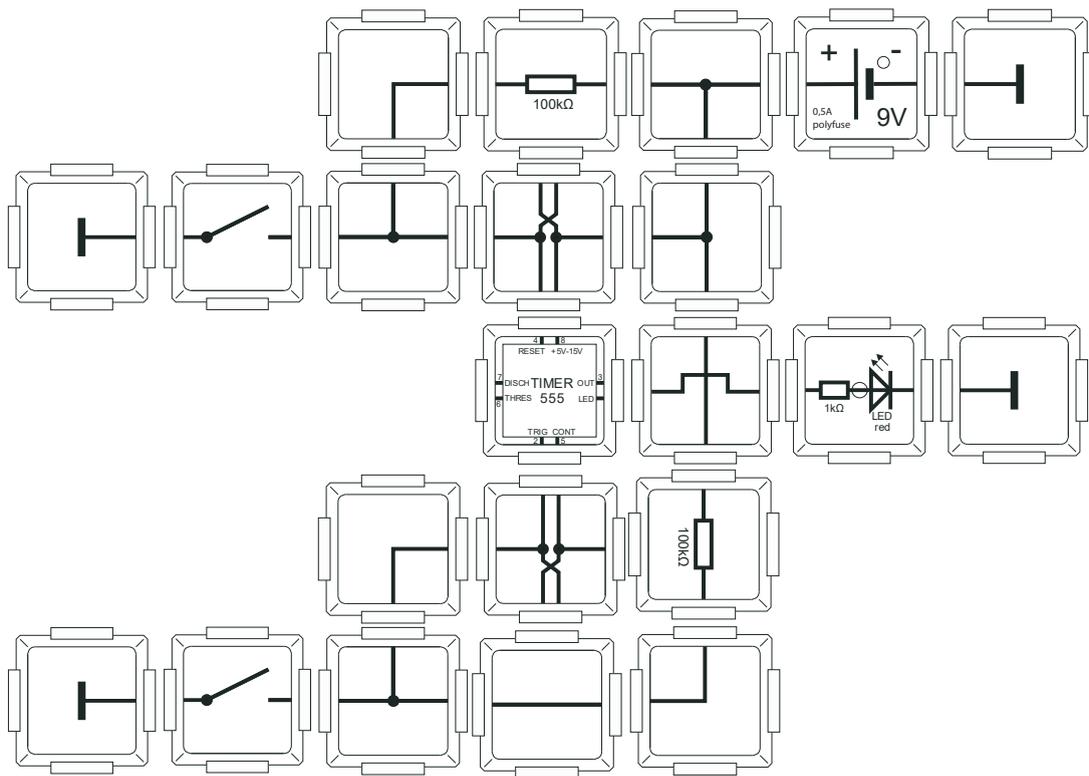
13.4 Temporizador 555 biestable – alternativa 1

Este ejemplo de un circuito flip-flop se hace sin bricks electrónicos adicionales. Se puede ajustar la señal SET directamente en la entrada de arranque. Aquí se produce una conmutación de la tensión de salida cuando la tensión en la entrada de arranque cae por debajo de $1/3$ de la tensión de alimentación. La señal SET se reinicia cuando la entrada de reinicio se conecta a tierra. Al presionar el botón superior izquierdo, el LED rojo se apaga. Todos los estados se almacenan en el estado inicial hasta que se realiza una entrada alternativa.



13.5 Temporizador 555 biestable – alternativa 2

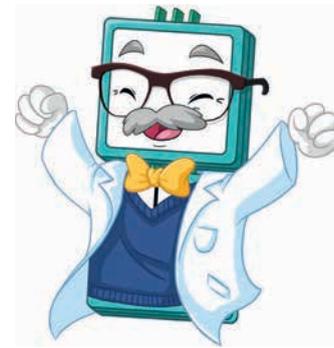
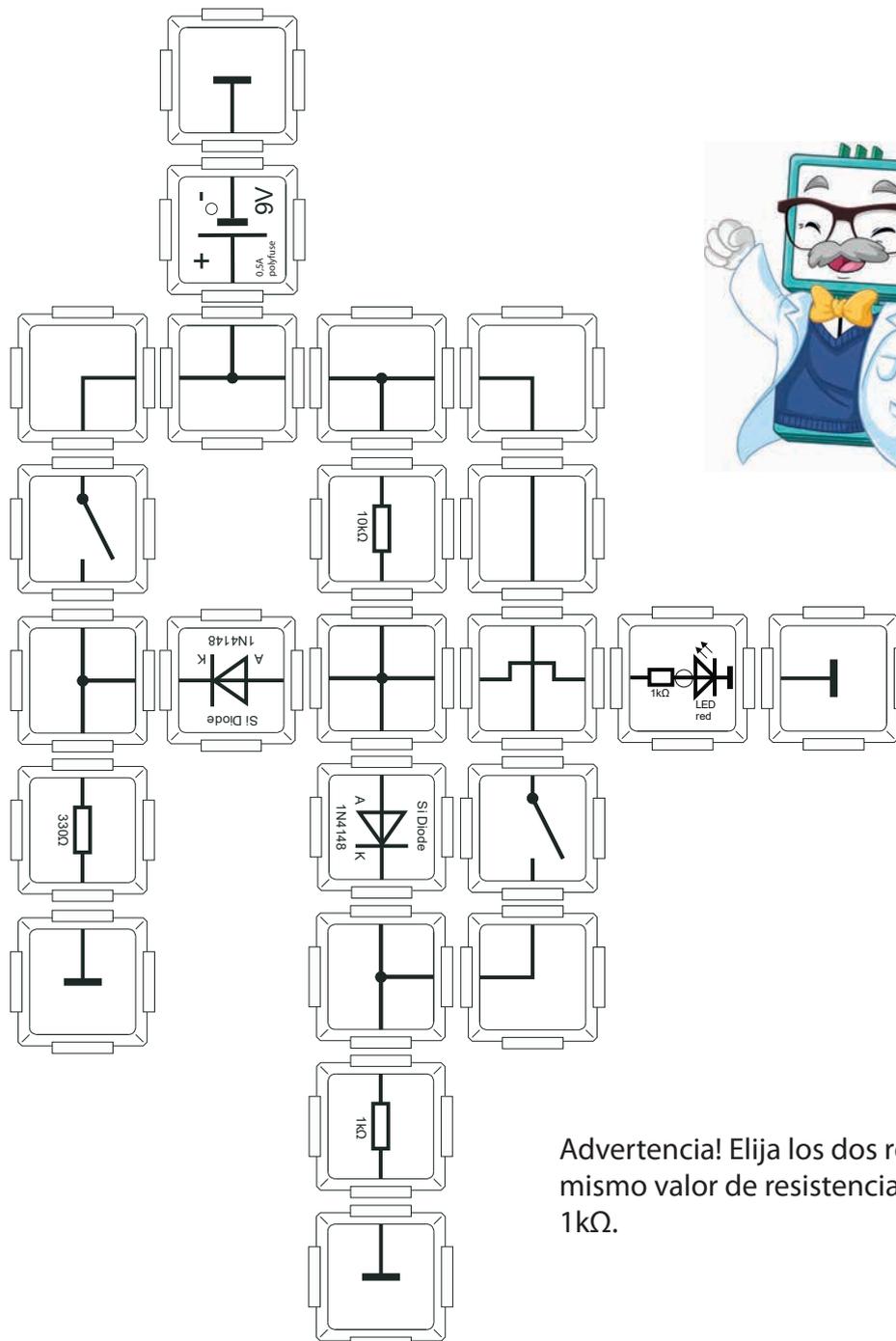
El temporizador 555 también puede conectarse de una manera diferente, manteniendo su funcionalidad flip-flop. El reajuste puede realizarse utilizando la entrada de reinicio en lugar de la entrada de umbral. Una vez más, todas las señales en la salida permanecen almacenadas, hasta que se realiza una entrada alternativa. No importa qué tipo de elemento de conmutación se utilice. Además de los botones utilizados en este experimento, también se pueden utilizar MOSFET y otros elementos de conmutación electrónicos en el circuito.



14. Circuitos lógicos

14.1 AND con diodos

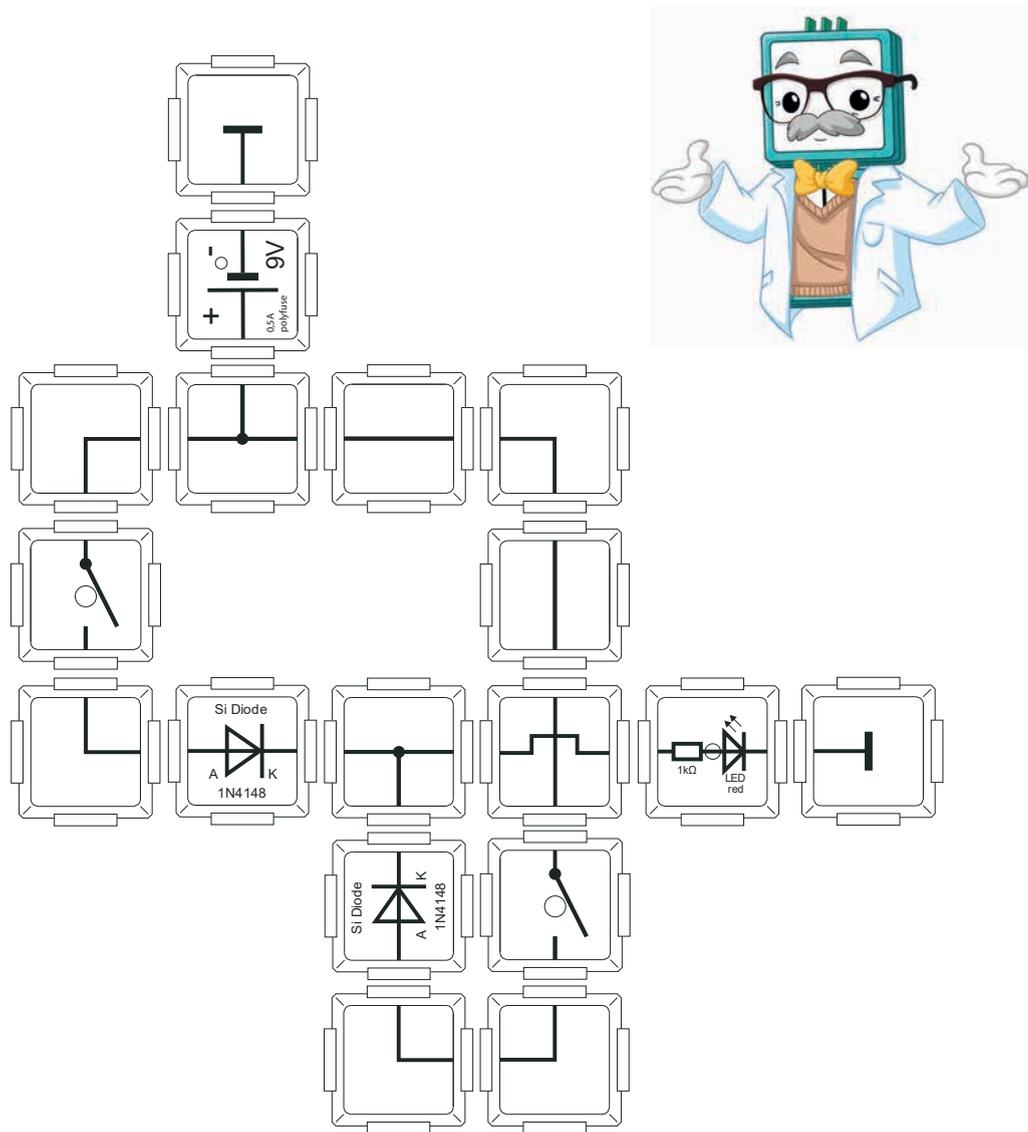
Se implementa una operación AND con diodos. Al principio de la tecnología informática, los estados de conmutación se realizaban con diodos en modo DTL (Diodo-Transistor-Logic) y no sólo con transistores. Las operaciones AND y OR se pueden implementar fácilmente. Si ambos interruptores se abren, la corriente fluye a través de los diodos en dirección hacia adelante, la caída de tensión no es lo suficientemente alta como para permitir que el LED se ilumine. En este circuito no importa qué botón esté cerrado. Mientras el diodo permanezca abierto, se mantiene la caída de tensión. Sólo cuando ambos interruptores están cerrados, ambos cátodos de ambos diodos están conectados a +9V, y se vuelven no conductores. El LED rojo se encenderá a través de la resistencia 10kΩ.



14.2 OR con diodos

Un circuito OR también es fácil de implementar. Este es aún más fácil de entender que el circuito AND. Sólo necesitamos mover unos cuantos bricks.

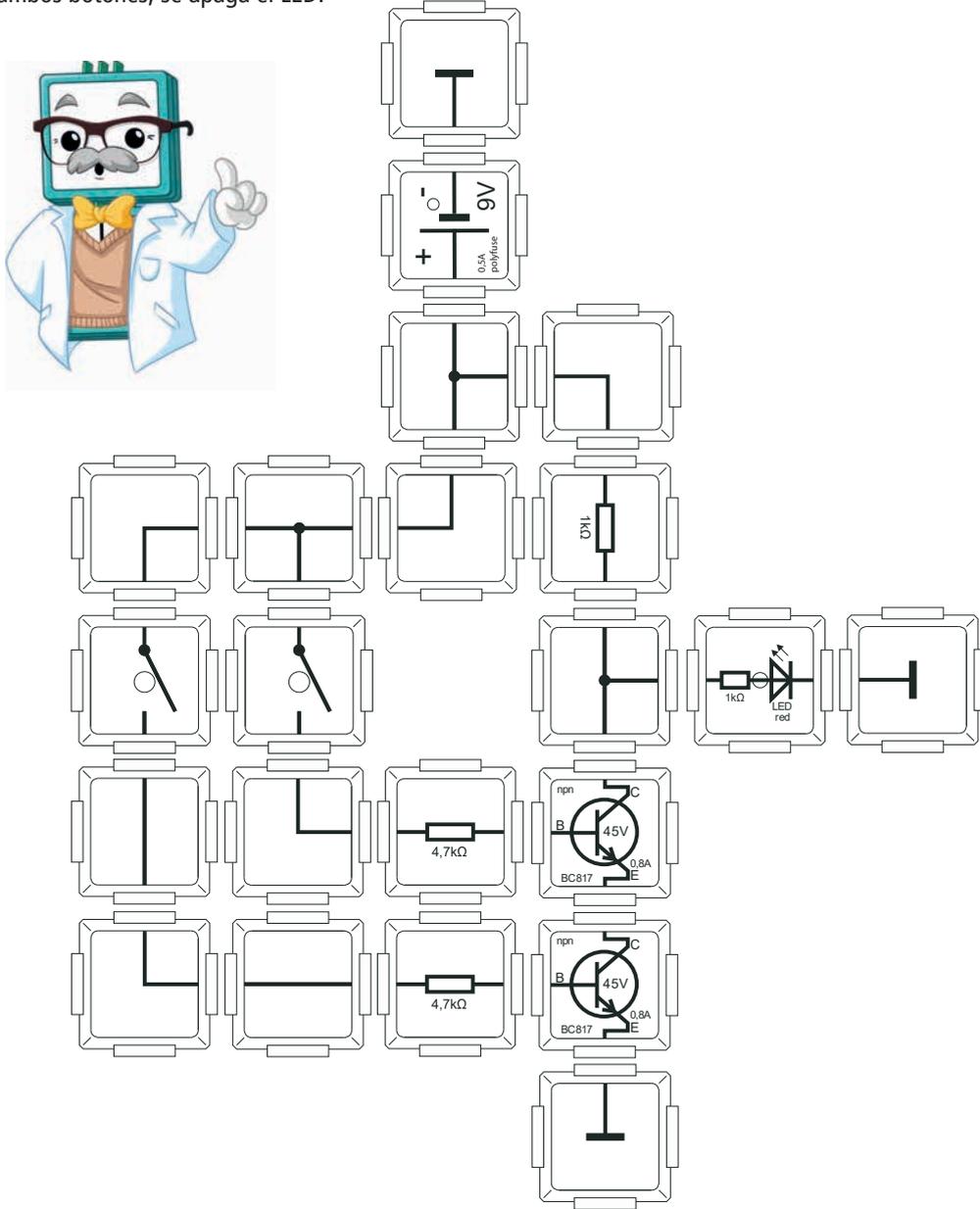
Estos circuitos pueden ser problemáticos, porque la tensión de salida (nivel) deja de ser compatible, cuando se combina con funciones lógicas de seguimiento adicionales. Los transistores adicionales pueden resolver el problema. Vuelven a amplificar la señal de salida y se genera un DTL (Diodo-Transistor-Logic). En el siguiente circuito no importa qué botón se pulse. El LED rojo se enciende siempre al pulsar uno, el otro o ambos botones. Si no se pulsa ningún botón, el LED se apaga. Se trata de una función OR simple.



14.3 Circuito NAND con transistores

La operación NOT AND (NAND) es uno de los elementos lógicos más utilizados. Está integrado en las llamadas puertas NAND mediante interruptores electrónicos. Con la función NOR o la función NAND se pueden implementar puertas lógicas de todo tipo. No hay ninguna función lógica formal que no pueda ser construida usando estas funciones básicas. Esto demuestra la importancia de estas funciones, especialmente en la tecnología informática.

Sólo cuando se pulsamos ambos botones, se apaga el LED.



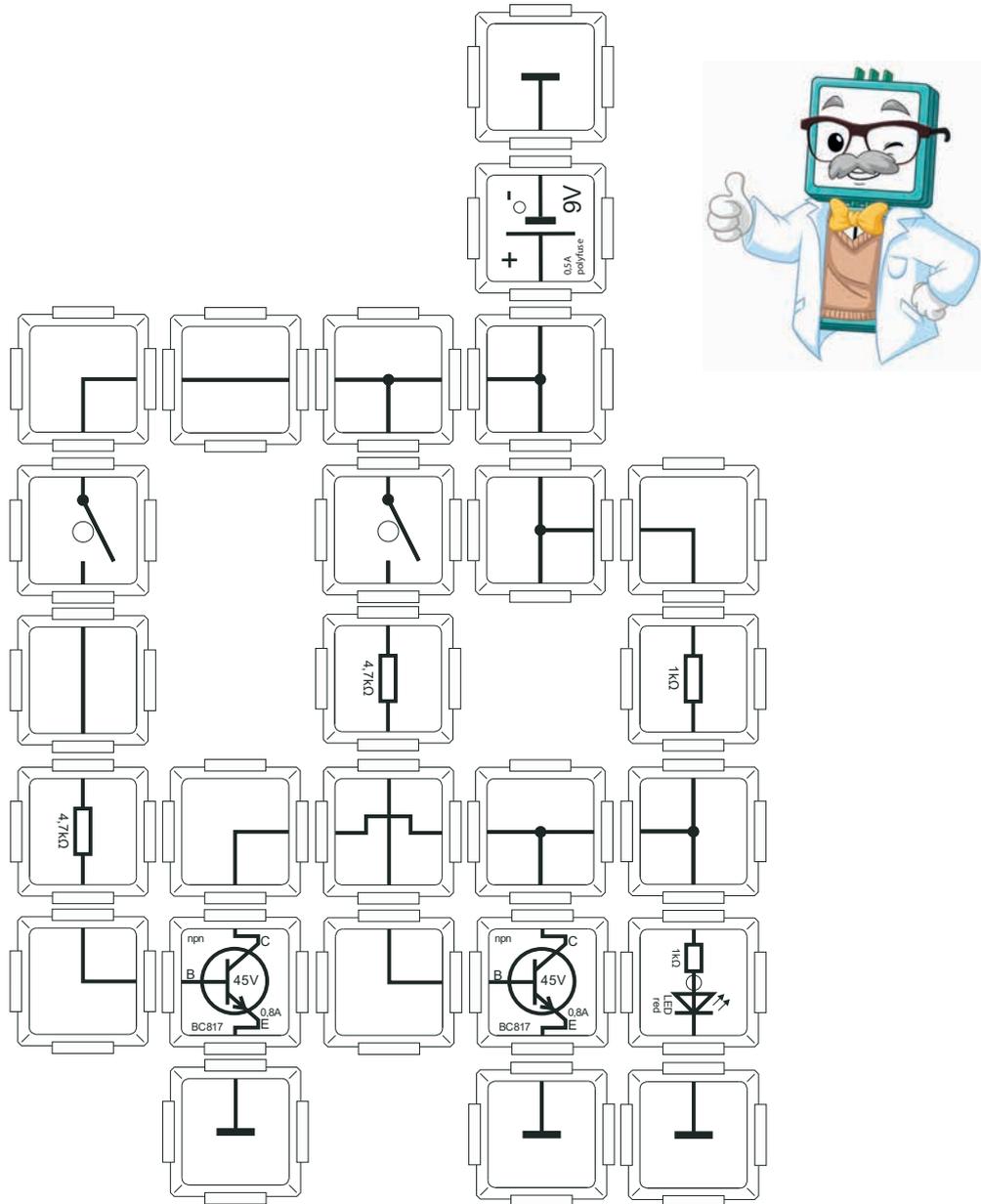
Interruptor 1	Interruptor 2	LED rojo
OFF (0)	OFF (0)	On (1)
On (1)	OFF (0)	On (1)
OFF (0)	On (1)	On (1)
On (1)	On (1)	OFF (0)

El LED rojo no se ilumina cuando el interruptor 1 y el interruptor 2 se presionan al mismo tiempo, como se muestra en la última fila de la tabla.

14.4 Circuito NOR

La función NOR (Not Or) es, además de la operación NAND, la segunda función lógica elemental. Está integrada en las llamadas puertas NOR mediante interruptores electrónicos. Este circuito muestra la simplicidad de los principios básicos de los circuitos electrónicos. Mientras que la función NAND tiene dos transistores conectados en serie en paralelo a la salida del LED, la función NOR es convertida por dos transistores conectados en paralelo a la salida y así realiza la función del circuito de una manera elemental.

El LED rojo se apaga cuando se pulsa uno u otro o ambos botones al mismo tiempo.



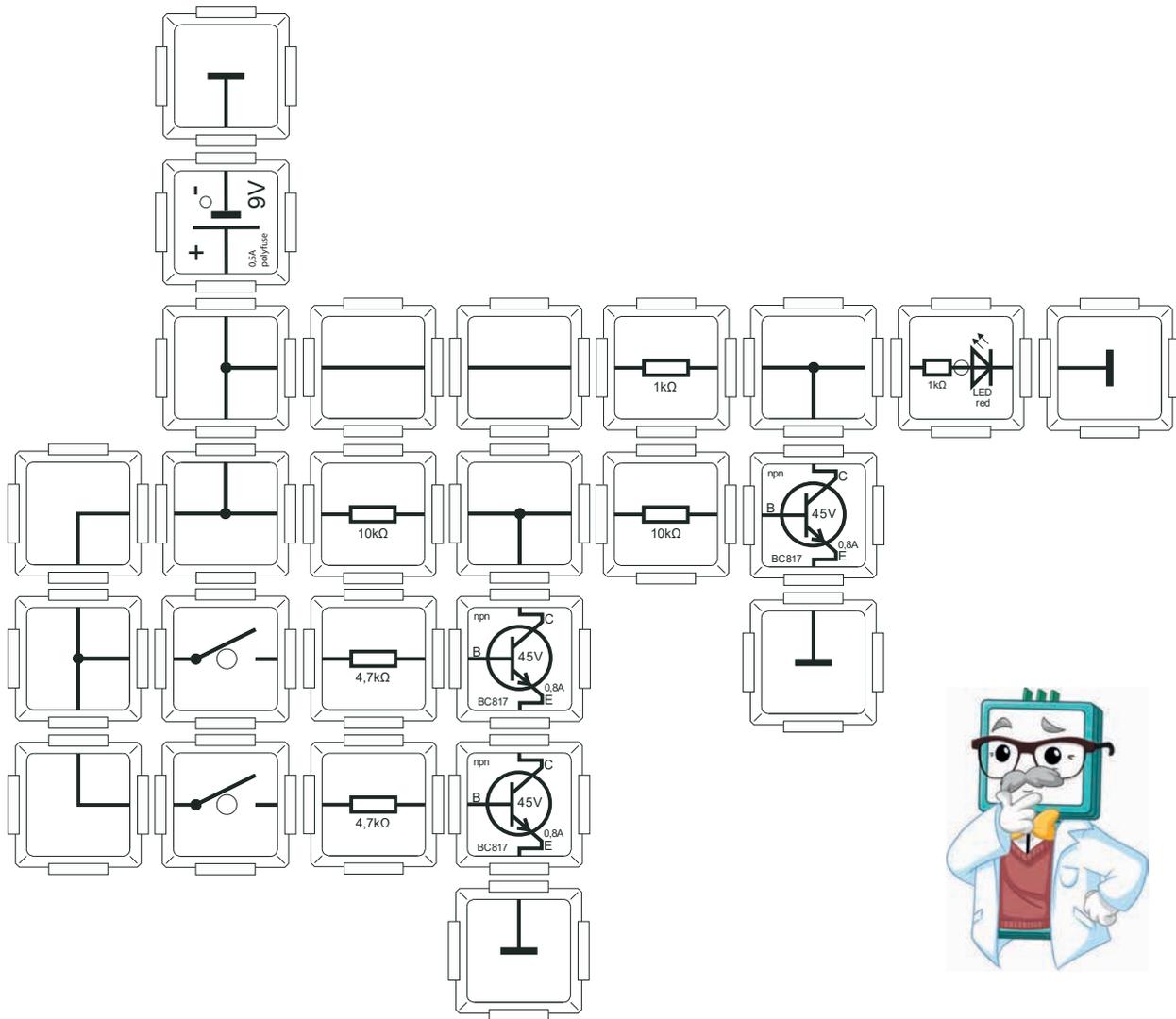
Interruptor 1	Interruptor 2	LED rojo
OFF (0)	OFF (0)	ON (1)
On (1)	OFF (0)	OFF (0)
OFF (0)	On (1)	OFF (0)
On (1)	On (1)	OFF (0)

El LED rojo sólo se enciende cuando los interruptores 1 y 2 no están pulsados, tal y como se muestra en la primera línea de la tabla.

14.5 Circuito AND

En el último experimento, hemos descubierto el efecto de negación del circuito NAND. Lógicamente, una operación NAND negada vuelve a dar como resultado una función AND. Esto se hace añadiendo otro transistor en serie a la salida de la puerta NAND.

El LED sólo se enciende cuando se pulsan tanto el botón 1 como el botón 2.

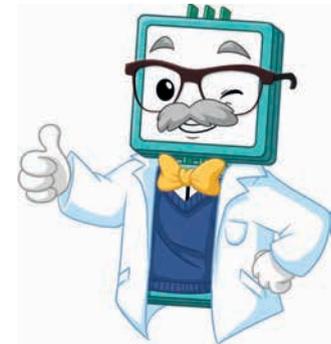
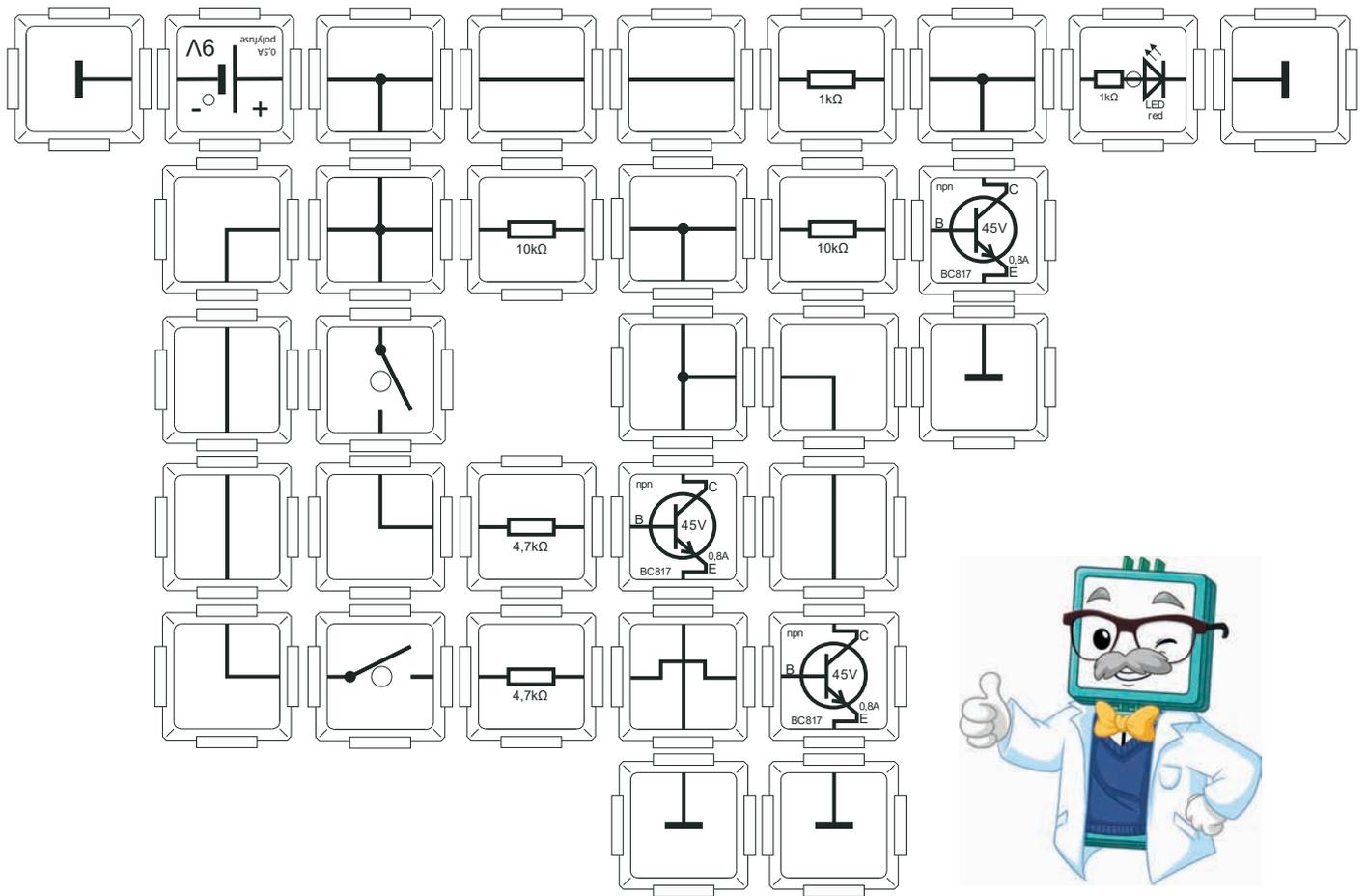


Interruptor 1	Interruptor 2	LED rojo
OFF (0)	OFF (0)	OFF (0)
On (1)	OFF (0)	OFF (0)
OFF (0)	On (1)	OFF (0)
On (1)	On (1)	ON (1)

El LED rojo sólo se enciende cuando el interruptor 1 y el 2 se pulsan al mismo tiempo.

14.6 Circuito OR

Un circuito OR puede implementarse mediante una doble negación similar a la implementación del circuito AND del ejemplo anterior. Así que usamos la puerta NOR y simplemente conectamos una puerta NOT en serie a la salida. Ahora que la función OR está implementada, el LED se enciende cuando se presiona el botón 1 o el botón 2 o ambos.



Interruptor 1	Interruptor 2	LED rojo
OFF (0)	OFF (0)	OFF (0)
On (1)	OFF (0)	ON (1)
OFF (0)	On (1)	ON (1)
On (1)	On (1)	ON (1)

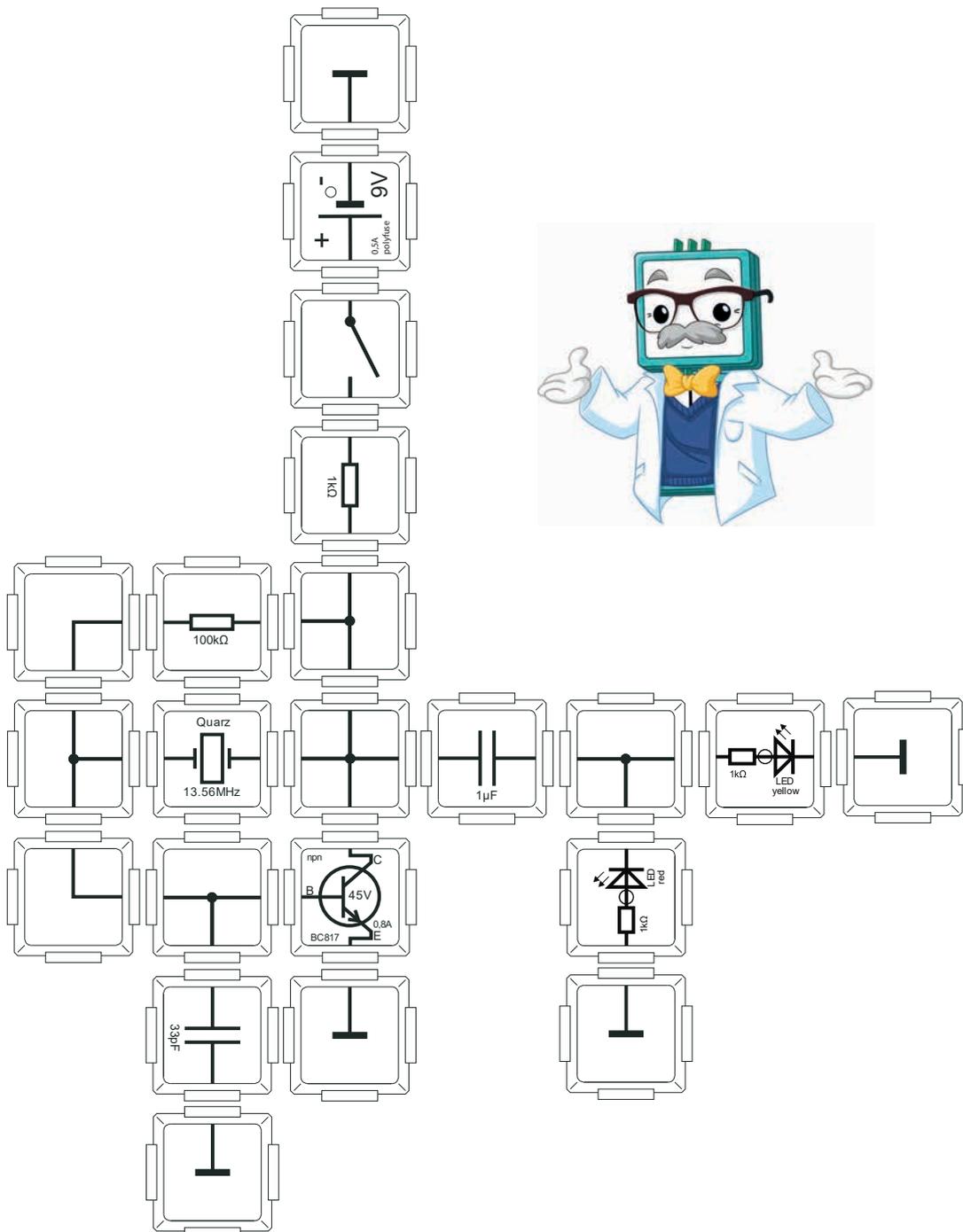
El LED rojo se enciende cuando se presionan los interruptores 1, 2 o los dos a la vez.

15. Osciladores

15.1 Oscilador RF Banda ISM de 13.56 MHz

El circuito oscilador utiliza una frecuencia de banda ISM libre de licencia (banda industrial, científica y médica). El espectro radioeléctrico está dividido en diferentes bandas para diferentes usuarios, con el fin de evitar interferencias. Nuestro cristal está con 13.56MHz en la parte inferior del espectro de radio, también llamado onda corta. Muchos transpondedores disponibles en el mercado (por ejemplo, RFID) transmiten en esta longitud de onda. El cristal utilizado en nuestro circuito se caracteriza por una alta estabilidad. La frecuencia puede incrementarse por medio de un condensador. En nuestro ejemplo usamos el condensador de 33pF. Para no interferir las frecuencias de radio convencionales, por favor NO conecte la antena, ya que esto generará frecuencias secundarias que son mucho más altas que las generadas por el cristal.

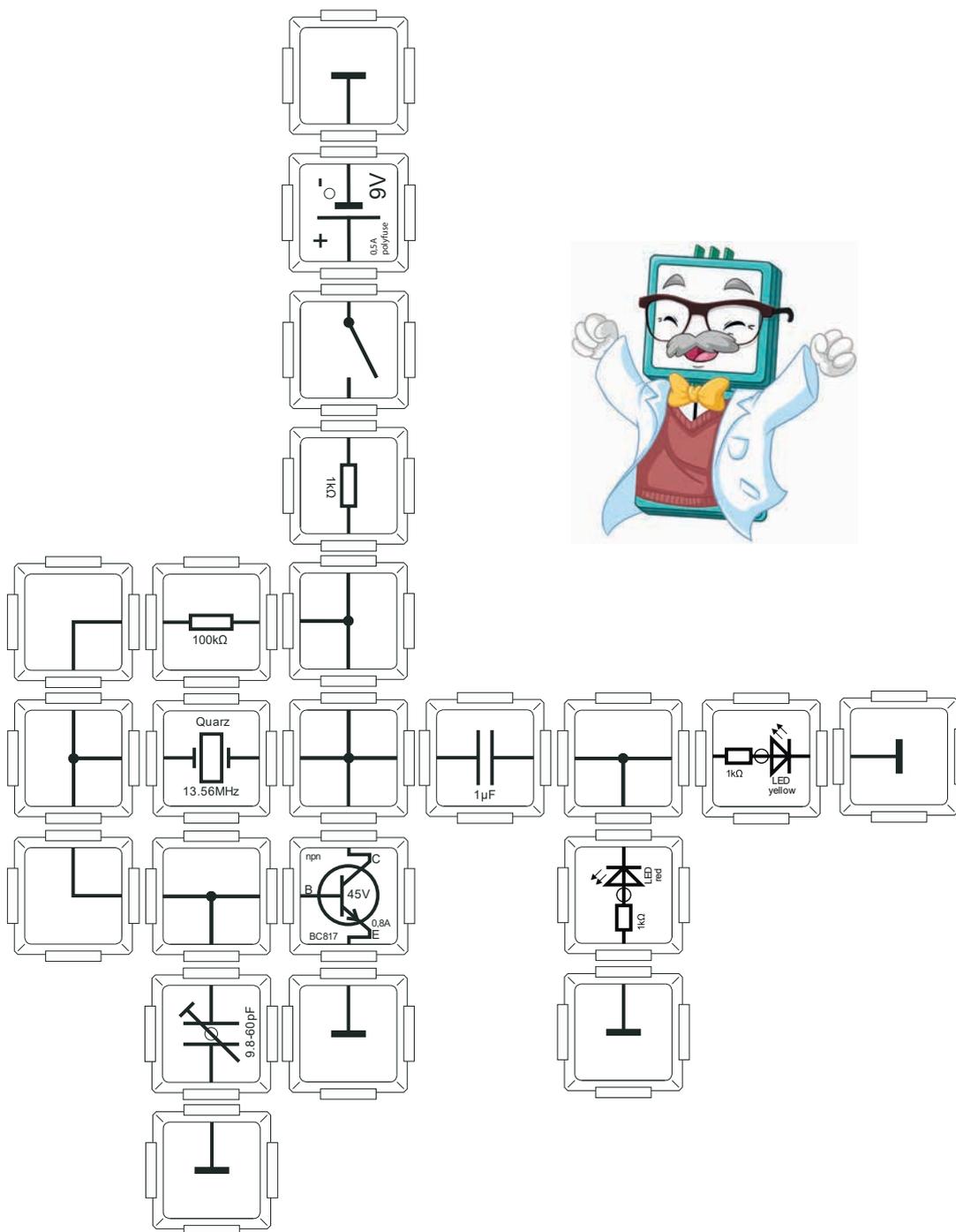
El condensador en el colector del circuito actúa en un circuito AC como una resistencia. Todos los componentes DC están bloqueados, sólo la corriente AC alcanzará los dos LED antiparalelos. El LED rojo muestra el negativo y el LED amarillo la media onda positiva. Debido a la alta frecuencia de conmutación el efecto es visible mediante un pequeño brillo de los dos LED. El parpadeo de los LED con alrededor de 13.56MHz no puede ser visto por el ojo humano, que tiene un límite de alrededor de 100Hz.



15.2 Oscilador de cristal con afinación (trim)

Este circuito genera una portadora no modulada, pero al utilizar un receptor BLU puede percibir una tonalidad variable desintonizando el receptor. La afinación también se puede cambiar a través del trimmer (es decir, cambiando la frecuencia portadora). La modulación en banda lateral única (BLU) se utiliza a menudo como estándar de modulación, desde hace mucho tiempo, para ahorrar ancho de banda. Todavía se utiliza para la operación de radioaficionado. A veces disponible en receptores y radios de todo el mundo.

Tiene la ventaja de que la potencia total de transmisión se utiliza para la difusión de la información. En el ejemplo 15.1, la frecuencia es constante, por lo tanto el receptor puede oír un silbido constante. Con el condensador variable, rectificamos ligeramente la frecuencia de resonancia del cristal de cuarzo, para que la afinación sea variada. Una radio convencional procesa nuestra señal como un sonido cambiante ya que el valor máximo de la oscilación no sufre ningún cambio.

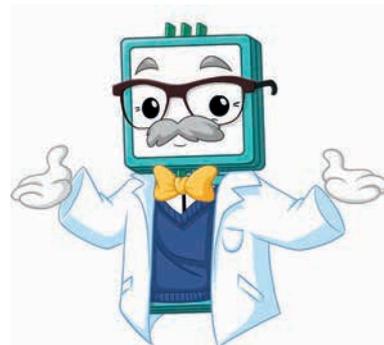
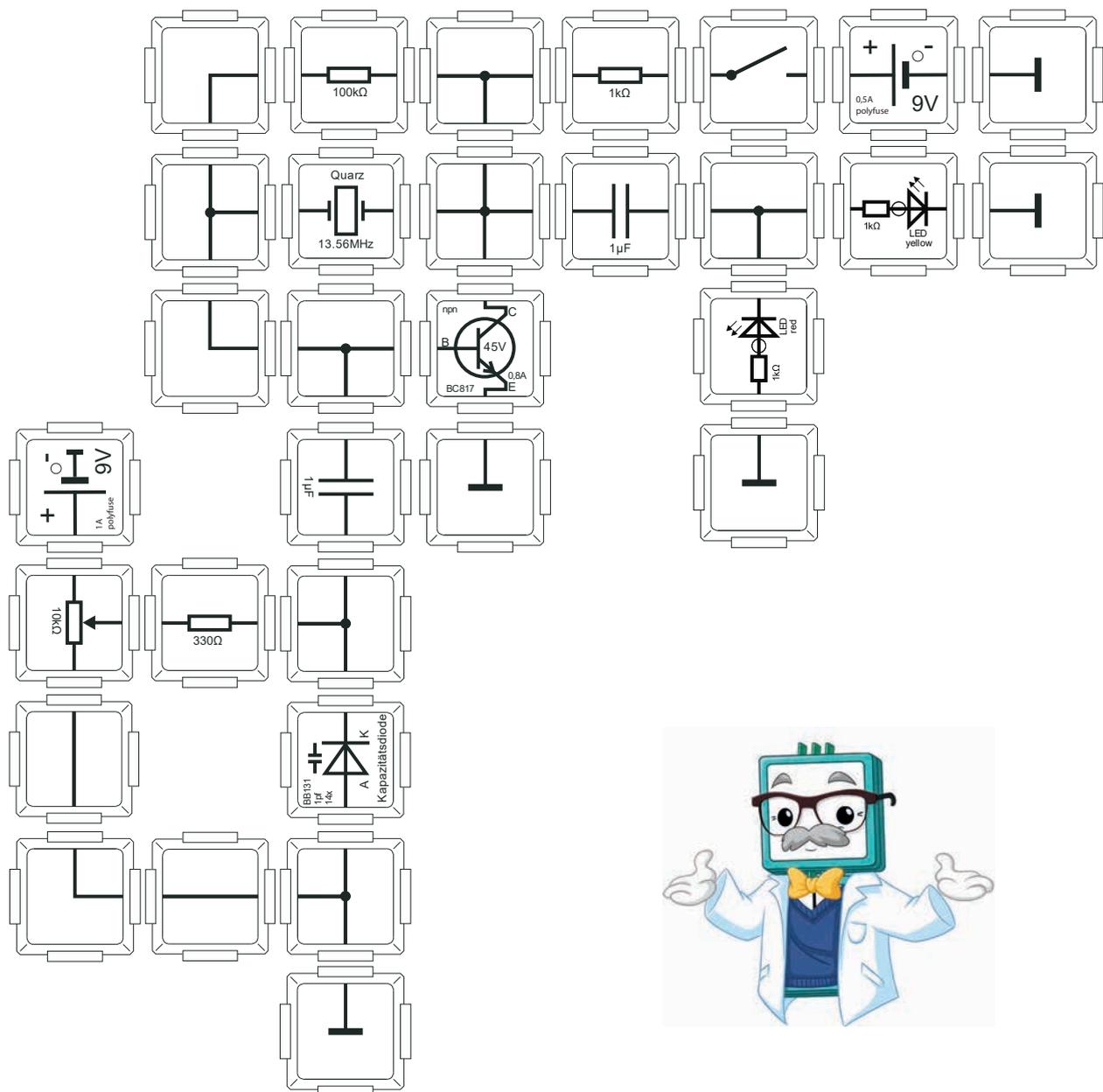


15.3 Oscilador de cristal con diodo de capacitancia para la sintonización

El diodo de capacidad es un dispositivo electrónico especial. Conectado en sentido inverso, cambia la capacidad en función de la tensión aplicada. El principio físico básico para esto es simple.

La capa de barrera en el diodo actúa como un dieléctrico y cambia su grosor dependiendo del voltaje negativo aplicado. Cuanto mayor sea la cantidad de este voltaje, menor será la capacidad. La sintonización de un oscilador con el diodo puede realizarse de forma muy precisa a través de un potenciómetro. Una vez más, el receptor universal con modulación BLU puede mostrar este efecto. El diodo utilizado (BB131) tiene un rango de capacidad de 1pF a 14pF.

Estas capacidades son muy pequeñas para condensadores, por lo que sólo son adecuadas para aplicaciones especiales. Dado que la frecuencia es muy alta, y la capacidad muy baja, esto puede incluso tener influencia.



15.4 Circuito resonante oscilador con condensador y bobina

Otra forma de generar una oscilación eléctrica es la conexión de condensador y bobina. Ambos tienen propiedades exactamente opuestas. Si el condensador del cañón está cargado y se conecta una bobina en paralelo, la compuerta del condensador se descarga a través de la bobina. Debido a la autoinductancia de la bobina, la corriente de esta no arranca inmediatamente, sino que la descarga tarda un poco más. Cuando el condensador está completamente descargado, toda la energía del campo eléctrico del condensador fluye hacia el campo magnético de la bobina. Sin embargo, como la corriente de la bobina sólo puede aumentar con cierto tiempo de retardo, debido a la autoinducción, sólo puede decaer de nuevo con un retraso. La corriente continúa fluyendo aunque la tensión del condensador haya llegado a cero. Esto cargará el condensador en la dirección opuesta. La carga aplicada oscila entre estos componentes. La frecuencia de resonancia resultante depende únicamente del valor del condensador y de la inductancia de la bobina.

Nuestros diodos antiparalelos pueden indicar la función. Cuando se encienden ambos LED, se aplica un voltaje de AC. Con un osciloscopio o un frecuencímetro esto se puede verificar entre la tierra y el ánodo del LED rojo.



La fórmula de oscilación Thompson calcula la frecuencia de resonancia (f_0):

$$f_0 = \frac{1}{2 * \pi * \sqrt{L * C}}$$

Para la posición central del condensador variable (300pF) esto resulta en:

$$f_0 = \frac{1}{2 * \pi * \sqrt{10\mu H * 300pF}}$$

$$f_0 = \text{aprox } 3\text{MHz}$$

Con otras bobinas:

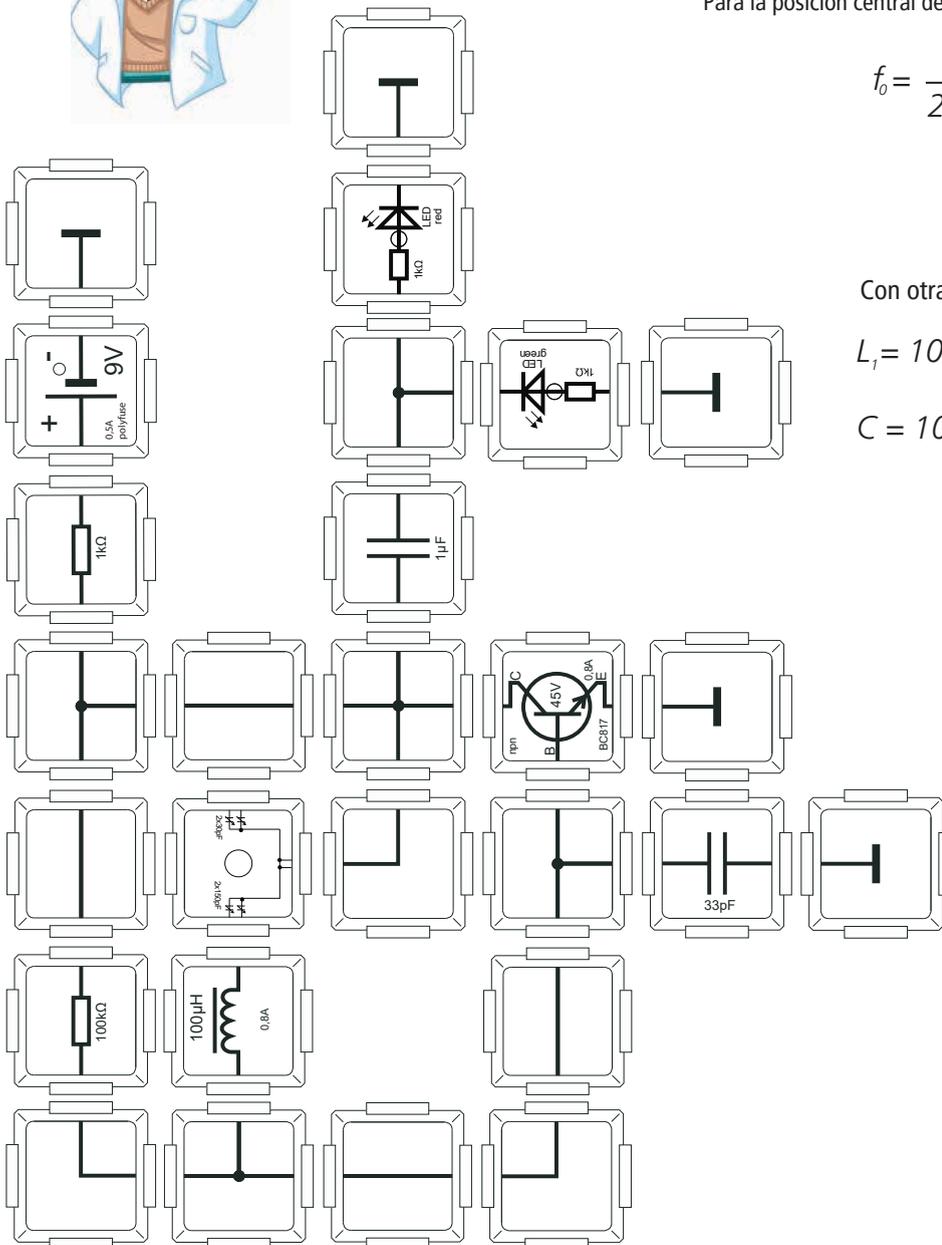
$$L_1 = 10\mu H, L_2 = 22\mu H, L_3 = 100\mu H,$$

$$C = 10 - 300pF$$

$$f_1 =$$

$$f_2 =$$

$$f_3 =$$

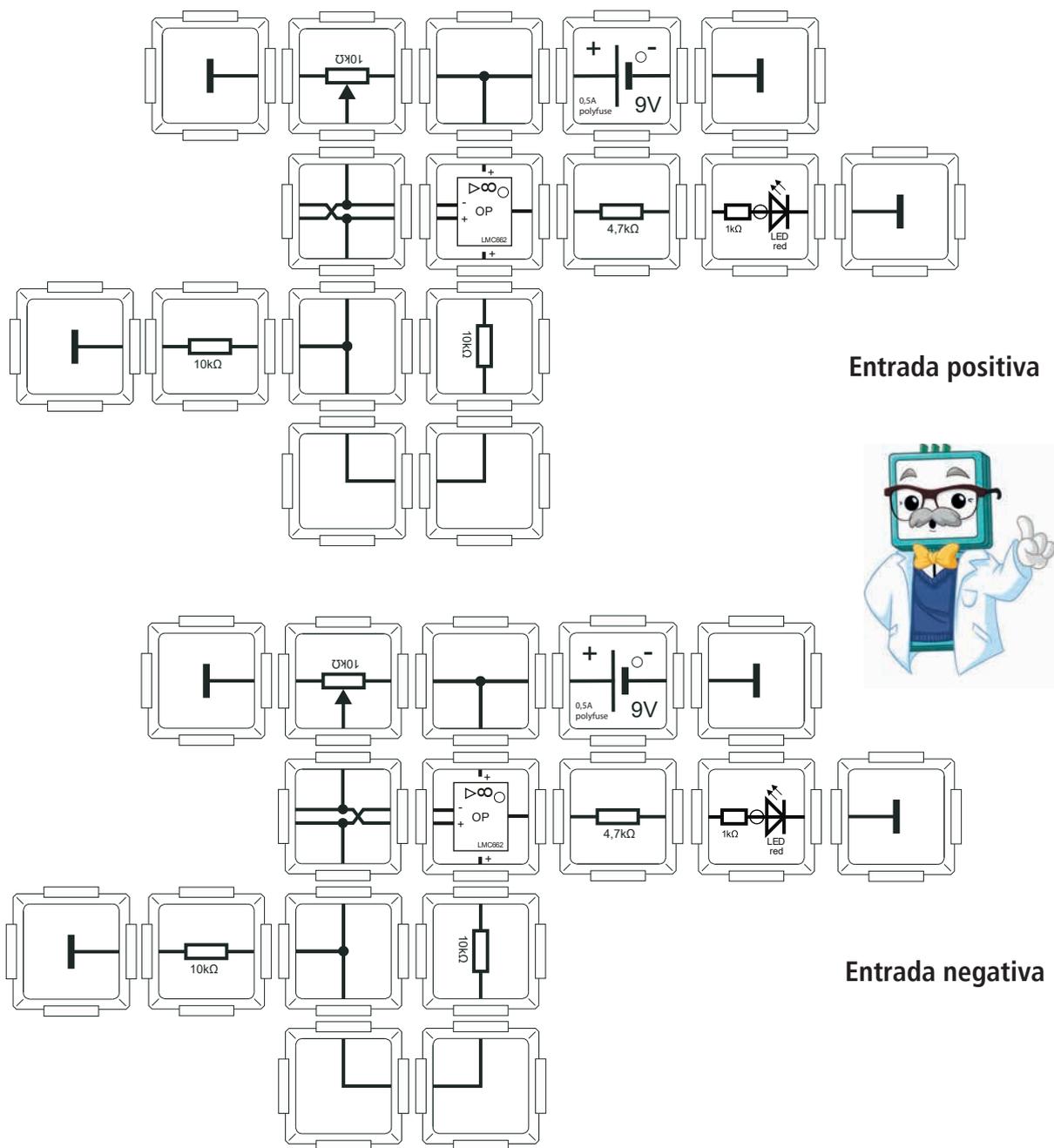


16. El amplificador operacional

16.1 Función del OPAMP

El OPAMP es un circuito integrado complejo. Puede amplificar la diferencia de voltaje a través de sus dos entradas, una está marcada con más (+), mientras que la otra está marcada con menos (-). La ganancia puede alcanzar hasta varios cientos de miles. Nuestro OPAMP (LM662) está construido con MOSFET, por lo que los flujos de corriente en sus entradas en el rango femto (10-15) es muy pequeño. Los MOSFET pueden ser destruidos por pequeñas cargas electrostáticas. Así que hay que tener cuidado al usar este brick. El divisor de tensión de las resistencias fijas 10kΩ, reduce a la mitad la tensión de alimentación. La polaridad de la tensión de salida cambia cuando los umbrales están por debajo de 4,5 V, por lo que el LED rojo se apaga. El cambio de signo de la tensión de salida se produce al girar el potenciómetro en el sentido de las agujas del reloj y se sobrepasa la posición central.

En el segundo circuito el brick especial en la entrada del OPAMP gira 180 grados, de modo que la polaridad se invierte. Para obtener los mismos resultados, el potenciómetro debe ajustarse en la dirección opuesta.

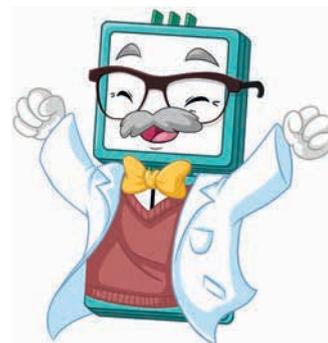
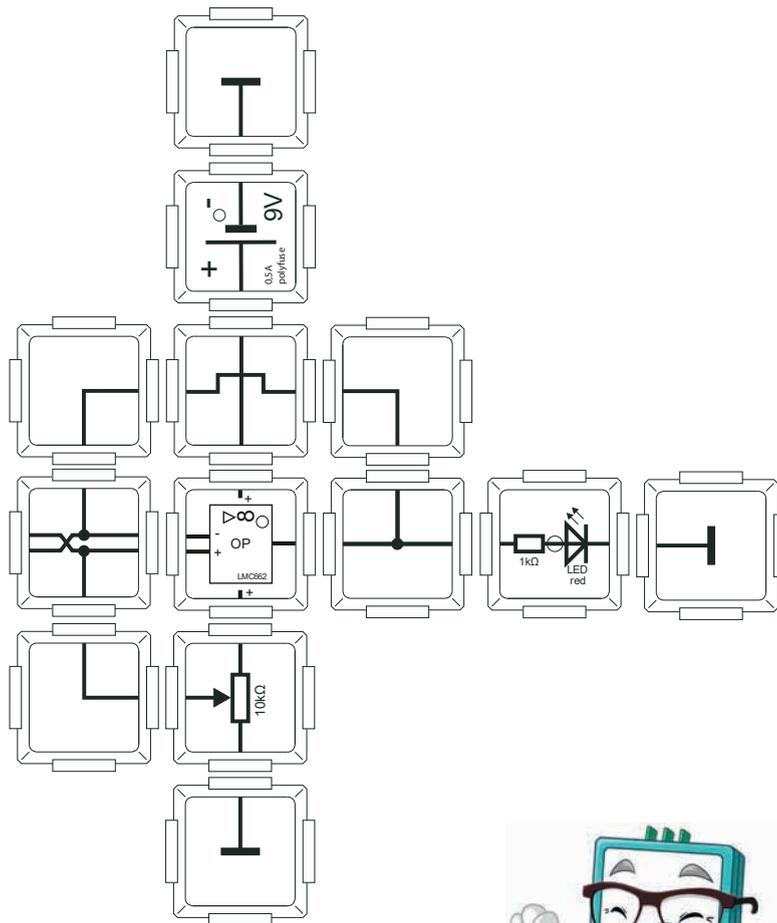


16.2 OPAMP como seguidor de tensión

Los amplificadores operacionales tienen varios circuitos básicos. Ya conocemos uno de ellos: el amplificador diferencial. Otro es el cableado como seguidor de tensión. Aquí se conecta la entrada negativa de la OPAMP a su salida y la entrada positiva al potenciómetro, seguida de un brick de tierra. La diferencia de tensión entre la entrada positiva y negativa del OPAMP debe ser cero. La OPAMP intenta compensar cualquier diferencia de tensión aunque la salida sigue la tensión aplicada a la entrada positiva.

Para: $U_+ = U_-$ y $U_- = U_a$, por lo que se aplica lo siguiente: $U_a = U_+$.

La intensidad del LED rojo puede ahora ser controlada por el potenciómetro. La ventaja de este circuito es que el potenciómetro está cargado muy ligeramente por la alta impedancia de la entrada, en contraste con un control directo sobre el potenciómetro. Por lo tanto, se pueden utilizar otros componentes que pueden tener una resistencia mucho mayor que el potenciómetro 10kΩ.



16.3 OPAMP como no inversor 11:1 amperios

Un amplificador ideal proporciona una tensión de salida superior a la tensión de entrada por un factor definido. Este factor se denomina amplificación. El seguidor de tensión en el ejemplo anterior, es una forma especial del amplificador, donde el factor de ganancia es siempre 1. Ahora queremos construir un amplificador con ganancia 11. Esta ganancia se define por la ratio de la resistencia en la entrada negativa (R1) conectada a tierra y la resistencia total de la combinación de resistencias (R1+R2).

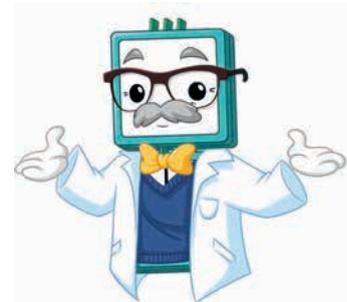
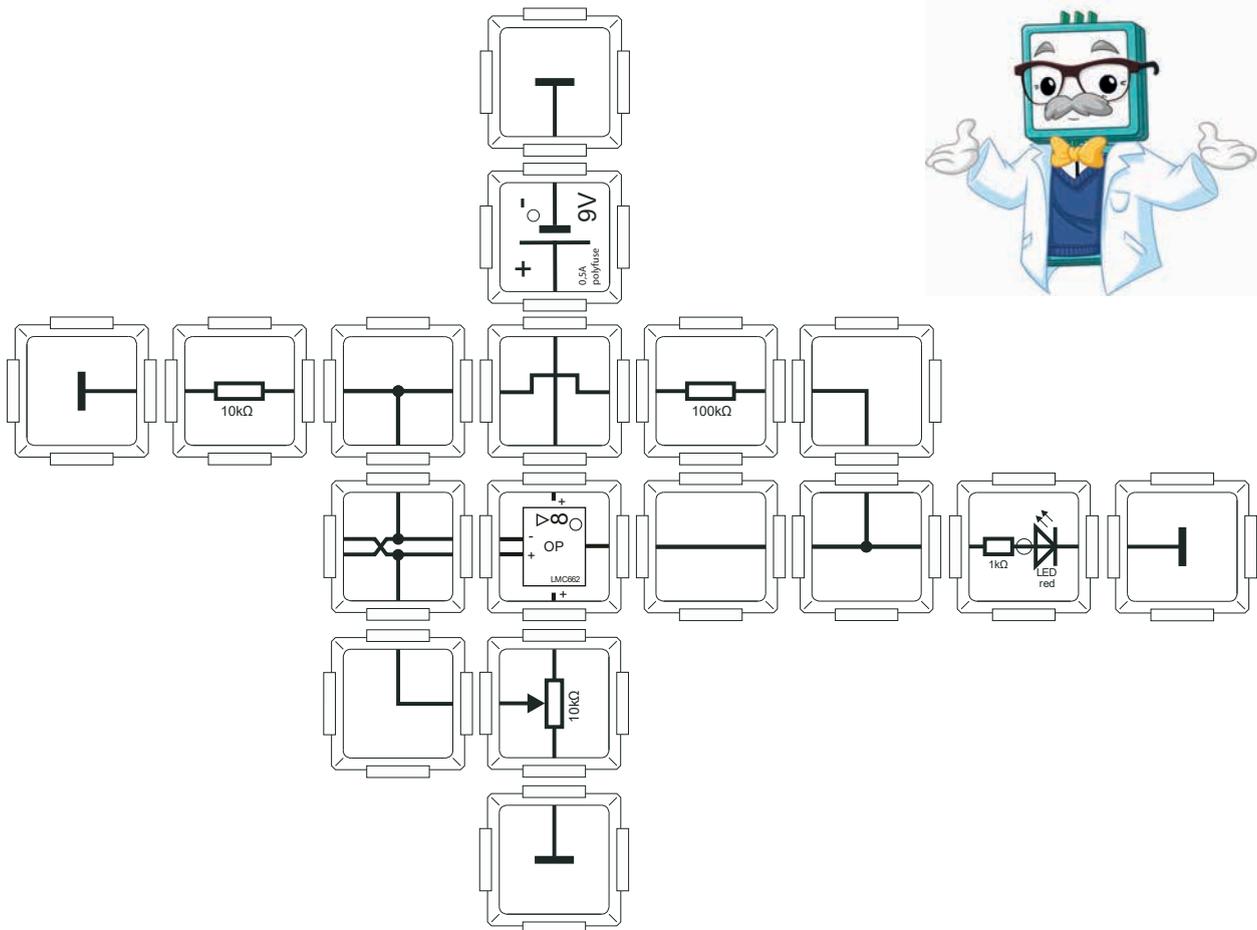
Se aplica de la siguiente manera: $U_{+} = U_{-} = U_a * \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ transformado:

$$U_a = (U_{-}) * \frac{R_1 + R_2}{R_1}, \text{ con valores específicos:}$$

$$U_a = (U_{+}) * \frac{10k\Omega + 100k\Omega}{10k\Omega}, U_a = 11 * (U_{+}), \text{ la ganancia es } \mathbf{11}.$$

Por lo tanto, la tensión de salida es 11 veces mayor que la tensión de entrada. El cambio de la tensión de entrada a través del potenciómetro cambia rápidamente la tensión de salida (por un factor de 11) y cambia también la intensidad del LED. La tensión de salida no se puede aumentar por encima de un valor máximo. Por lo tanto, se alcanza a una undécima parte de la tensión de entrada ($U_{+} = U_{-}$) con respecto a la tensión de alimentación (aquí +9V). A continuación, no se puede observar ningún cambio en la intensidad de luz del LED, ya que se alcanza el valor máximo.

La polaridad de la tensión de salida es positiva (no inversa), ya que la entrada positiva se utiliza para la señal.



16.4 OPAMP como inversor 10:1 amperios con tierra virtual

El siguiente circuito tiene dos objetivos de aprendizaje. La creación de una tierra virtual y el cambio de voltaje en la entrada negativa. Una opción de implementación más fácil es aplicar un voltaje negativo en la entrada de inversión para amplificar y dar como resultado un voltaje de salida positivo. El factor de ganancia es -10. Está dado por:

$$(U+) = (U-) \rightarrow U+ = \frac{1}{2} U_{max} = 4.5V, \text{ por lo tanto:}$$

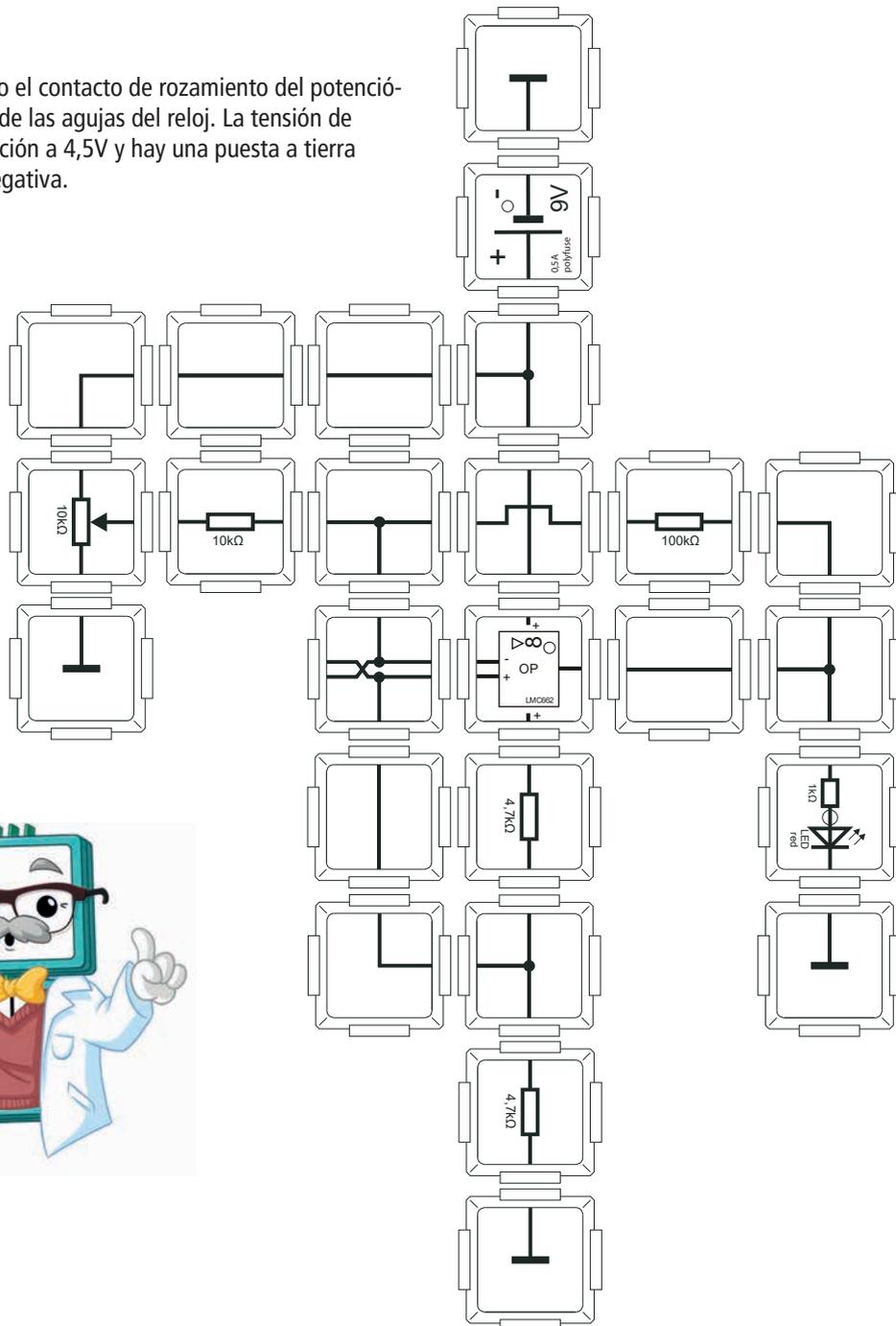
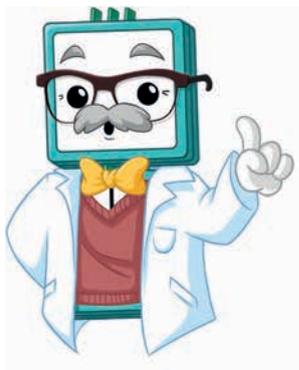
$$(U-) = (U_a - U_e) * \frac{R_1}{R_1 + R_2} + U_e = (U+) = \frac{1}{2} U_{max}$$

Para obtener la tensión de salida, el término U_a debe ser resuelto:

$$U_a = ((U-) - U_e) * \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1}\right) + U_e, U_a = (U-) * \frac{R_1 + R_2}{R_1} - U_e * \frac{R_2}{R_1}$$

si $(U+) = 0V$ entonces $U_a = -U_e \frac{100k\Omega}{10k\Omega}$ Esto corresponde a una ganancia de -10 para $100k\Omega$ y $10k\Omega$

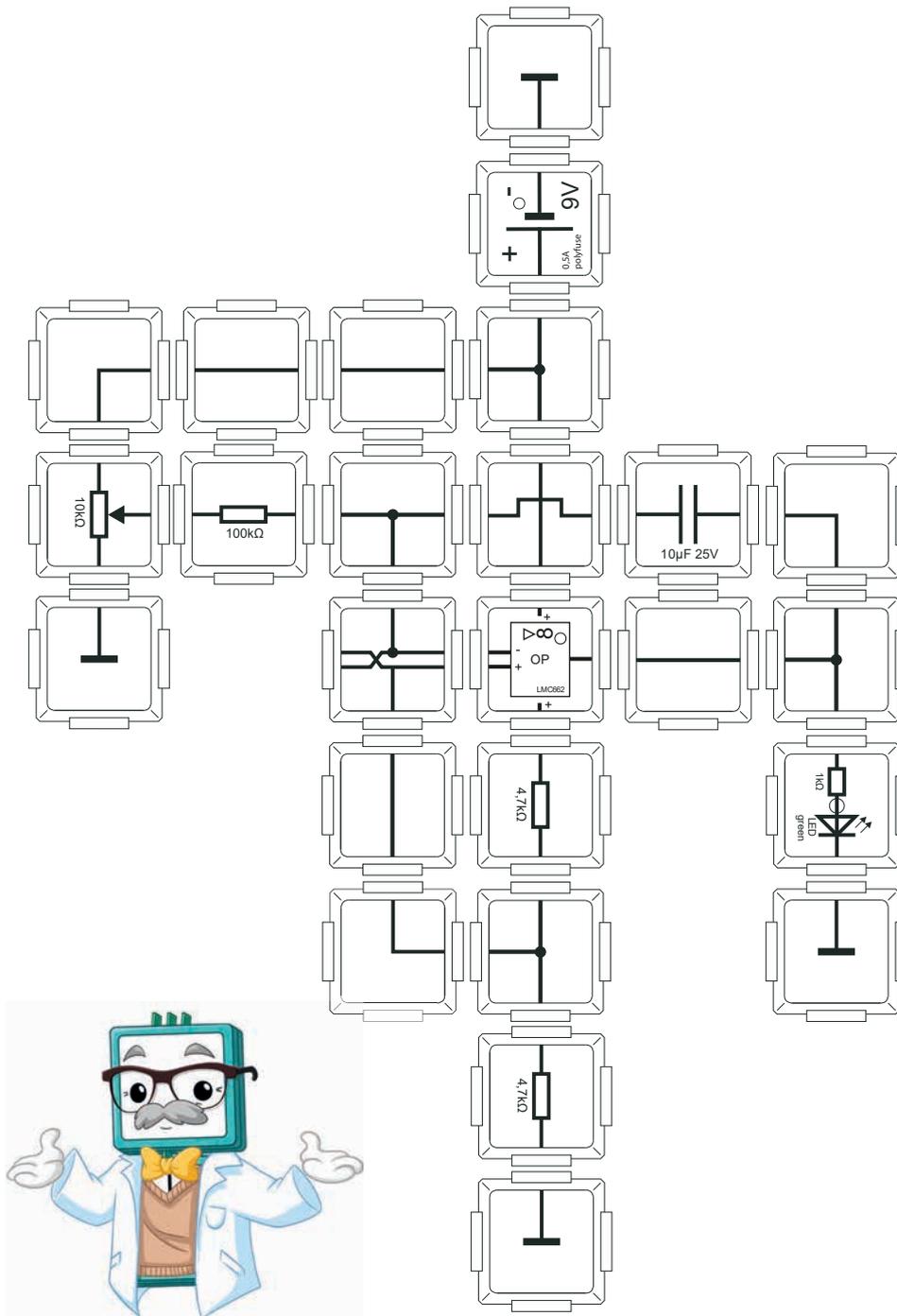
El LED rojo se enciende cuando el contacto de rozamiento del potenciómetro se mueve en el sentido de las agujas del reloj. La tensión de salida cambia su signo en relación a 4,5V y hay una puesta a tierra virtual a 4,5V en la entrada negativa.



16.5 OPAMP como integrador

Incluso funciones matemáticas complejas, como la integración, pueden crearse con OPAMP. La integración determina el área bajo una función. La función aquí es el curso de la tensión de entrada (eje Y) en el contacto deslizante del potenciómetro con respecto al tiempo (eje X). En este experimento la suma es implementada por el condensador, y su carga total depende del tiempo. Al girar el botón del potenciómetro se tiene la impresión de que el LED reacciona lentamente. El condensador integra la diferencia de voltaje en la entrada.

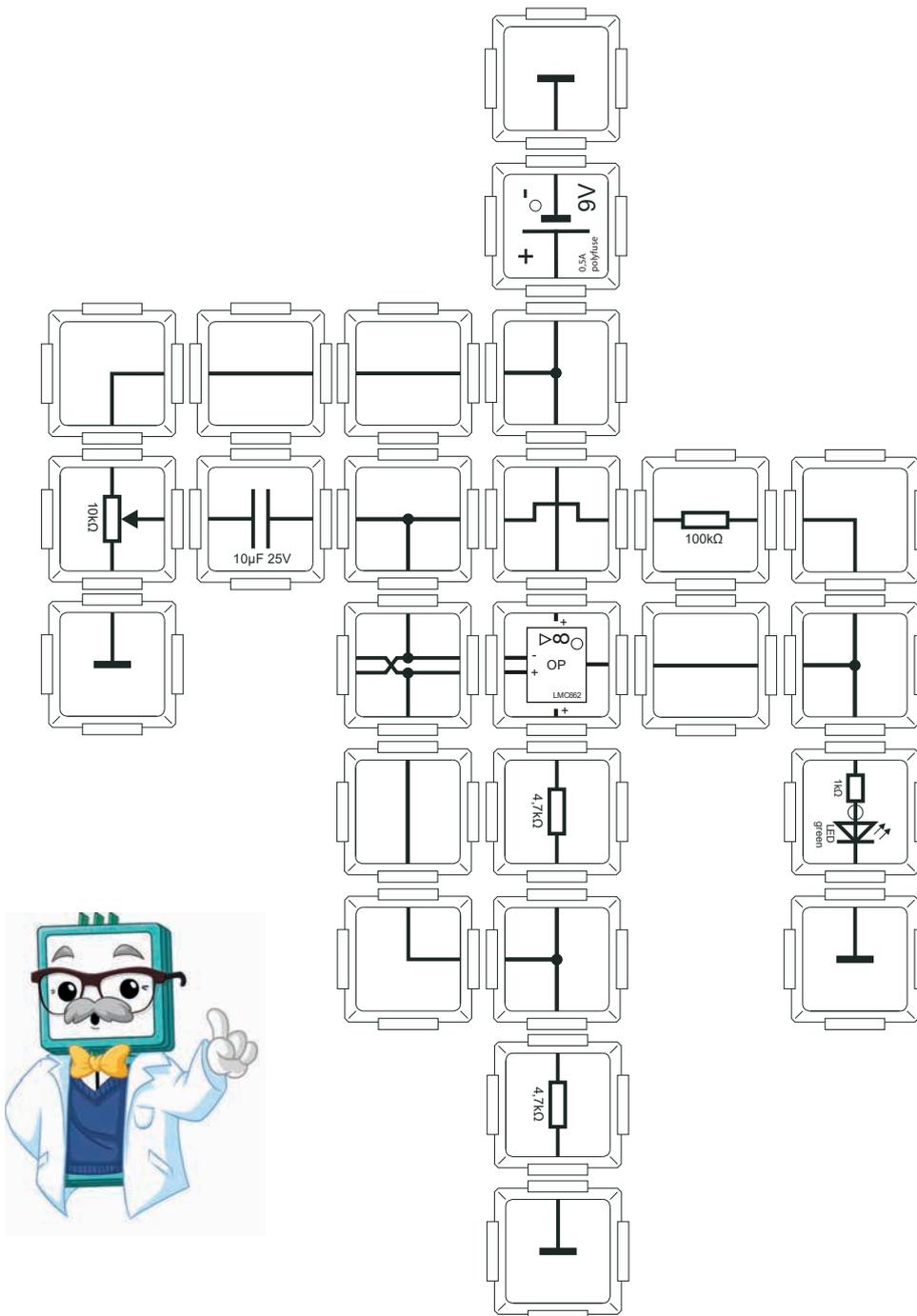
Moviendo el contacto de rozamiento hacia la izquierda, la tensión de salida aumenta y el LED se enciende. Al moverse hacia la derecha, la tensión de salida se vuelve negativa y el LED se apaga.



16.6 OPAMP como diferenciador

Un diferenciador amplifica el cambio de tensión en función del tiempo en su entrada. La referencia es de nuevo la mitad de la tensión de alimentación. Por favor, no confunda el diferenciador con el amplificador diferencial. La operación matemática es la diferenciación. Aquí se determina el límite de una curva en un punto. Ambas operaciones aritméticas, el cálculo diferencial y el cálculo integral, se basan en los límites y, por lo tanto, también se denominan cálculo. Esto fue descubierto por Newton y Leibnitz simultáneamente e independientemente uno del otro, en el siglo XVII.

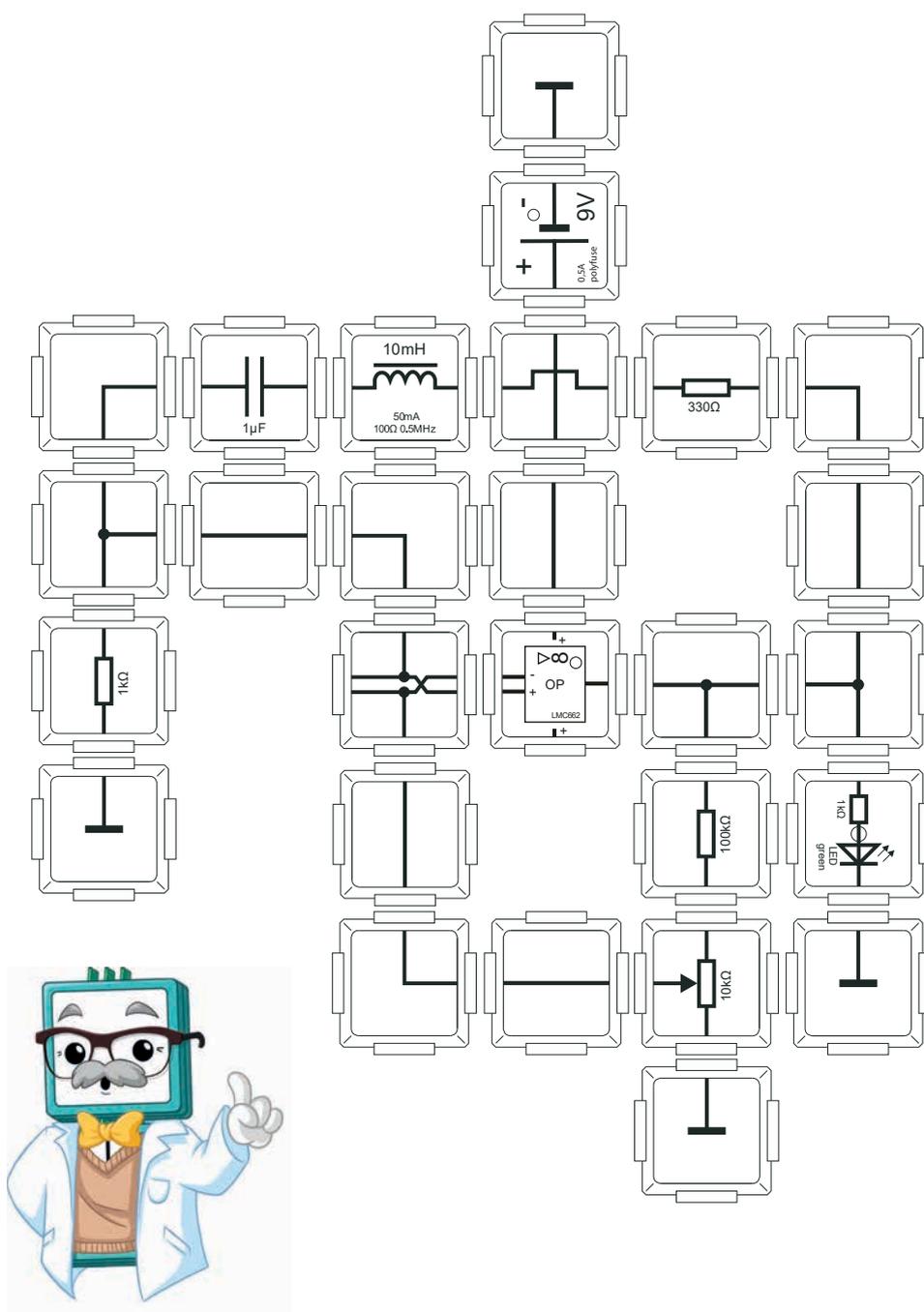
Sólo si hay un cambio de tensión en la entrada del condensador, se produce un cambio en su tensión de salida, de forma que la OPAMP define una tensión de salida proporcionada por la relación de resistencias. Cuanto más rápido es el cambio, menor es la resistencia del condensador y allí se forma un diferencial, de acuerdo con la señal en la entrada, también determinada por la resistencia de 100K y la relación de ambos. Necesita mover el contacto de rozamiento del potenciómetro constantemente de izquierda a derecha para ver cómo se enciende el LED. Si el contacto de rozamiento no se mueve, no se produce ningún cambio de tensión y el LED verde se apaga.



16.7 OPAMP como oscilador con bobina y condensador

El amplificador operacional también se utiliza para generar oscilaciones. El "reloj" es un circuito clásico en serie de condensador y bobina que se conecta a la entrada positiva e implementa la realimentación de la salida a la entrada.

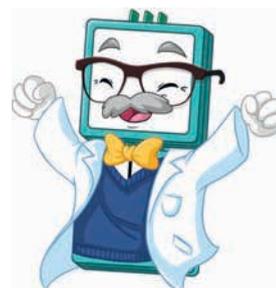
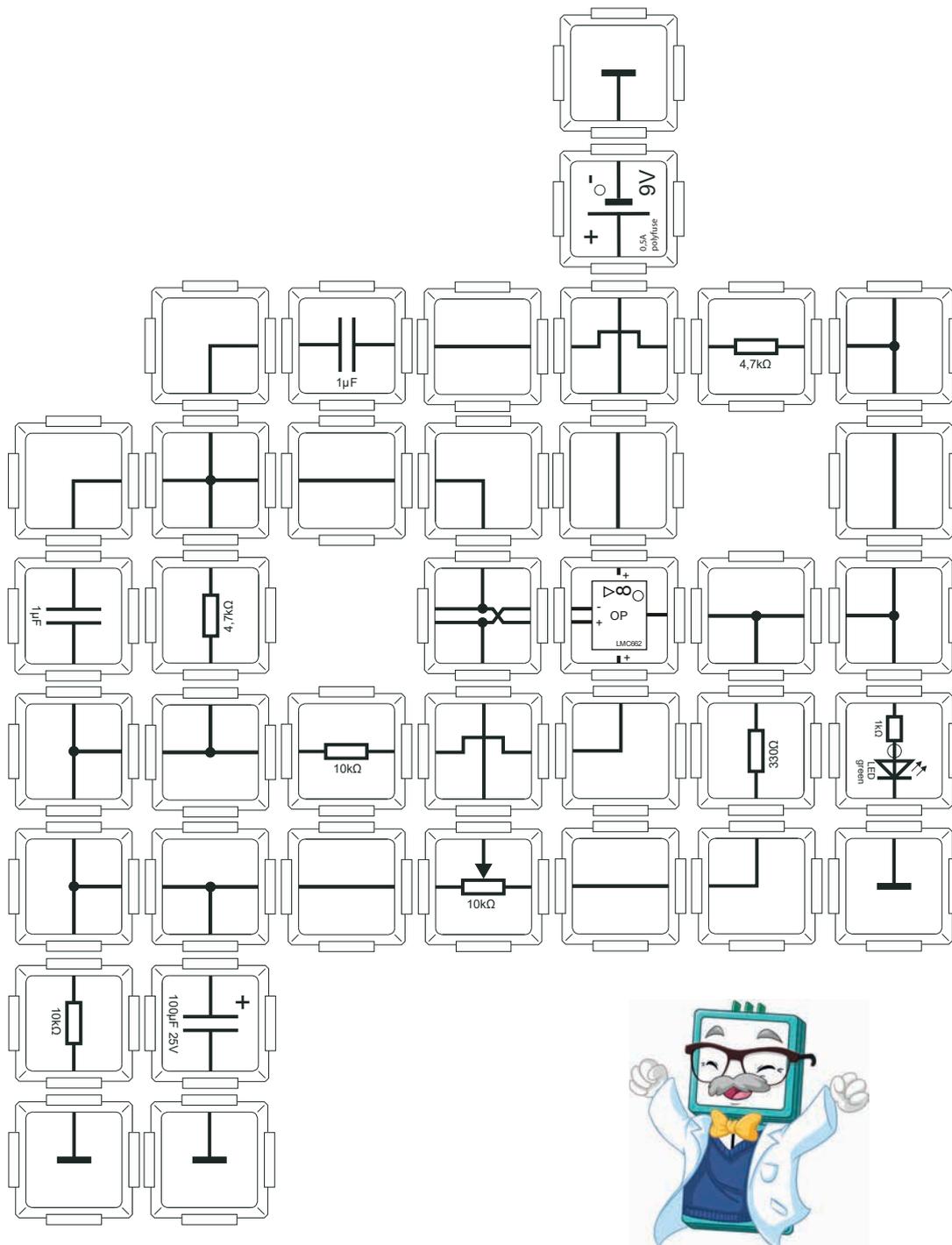
La amplitud de la tensión de salida viene determinada por el potenciómetro en la entrada negativa y el factor de amplificación (5,7) de la ratio de resistencia de 4,7k Ω a 1k Ω . El LED verde sólo se enciende cuando el contacto de rozamiento del potenciómetro está en el sentido de las agujas del reloj desde el principio.



16.8 Oscilador Wien-Robinson

El circuito clásico del puente Wien-Robinson usa sólo resistencias y condensadores, pero no bobinas para generar una oscilación. Si la ganancia es exactamente tres, se genera una señal sinusoidal en la salida. El ajuste de este punto de funcionamiento es muy sensible. Por favor, preste atención a la polaridad de este condensador electrolítico. El ánodo (+) no debe conectarse al brick de tierra!

En el siguiente circuito, tenemos una mejor alternativa para generar una onda sinusoidal. Con un factor de ganancia superior a tres, la oscilación aumenta y produce una tensión de onda cuadrada, ya que la tensión de salida aumenta muy rápidamente hasta su valor máximo. Si la ganancia es inferior a tres, la oscilación se amortigua y el LED verde se apaga. Con la ayuda del divisor de tensión de las dos resistencias $10\text{k}\Omega$ se genera una toma de tierra virtual con la mitad de la tensión de alimentación. Por lo tanto, facilita la generación de una señal sinusoidal. El potenciómetro ajusta el punto de funcionamiento. Si se excede el punto de operación y se produce una onda cuadrada, también influye en la frecuencia generada. El condensador $100\mu\text{F}$ se utiliza para suavizar la tensión de salida.



16.9 Oscilador Wien-Robinson con estabilización

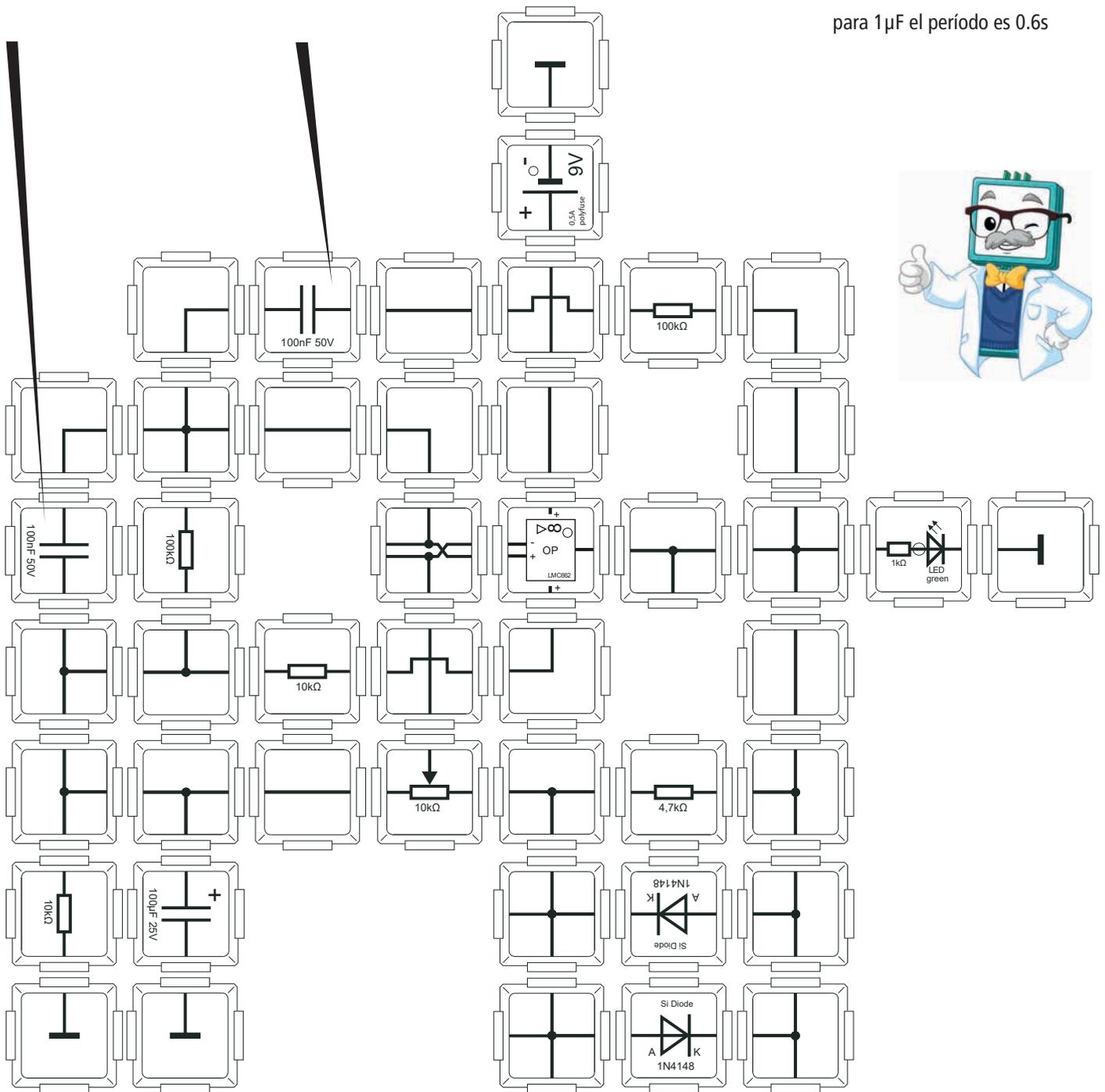
La versión mejorada del oscilador de Wien-Robinson que hemos visto en el experimento 16.8. Aquí se utilizan dos diodos antiparalelos para evitar un funcionamiento a la deriva y por lo tanto inestable. La amplitud no puede superar el valor máximo de la tensión de alimentación. El ajuste del punto de funcionamiento es fácil en este experimento, ya que es necesario alcanzarlo o superarlo ligeramente y, a continuación, estabilizarlo a través de los diodos.

Por favor, preste atención a los cambios en relación con el último experimento. La ratio condensador-resistencia cambia usando los condensadores 100nF y las resistencias 100kΩ, sin afectar la frecuencia. Esto permite el uso de todos los bricks en el set Avanzado. Al aumentar el valor del condensador en el factor 10, el período de tiempo es tan alto que el LED verde parpadea. Ahora la señal sinusoidal es muy fácil de reconocer.

Para una onda sinusoidal "lenta" use dos condensadores de 1μF!

$$f = \frac{1}{2 * \pi * R * C} = \frac{1}{2 * \pi * 100k\Omega * 100nF} = 16Hz$$

para 1μF el período es 0.6s

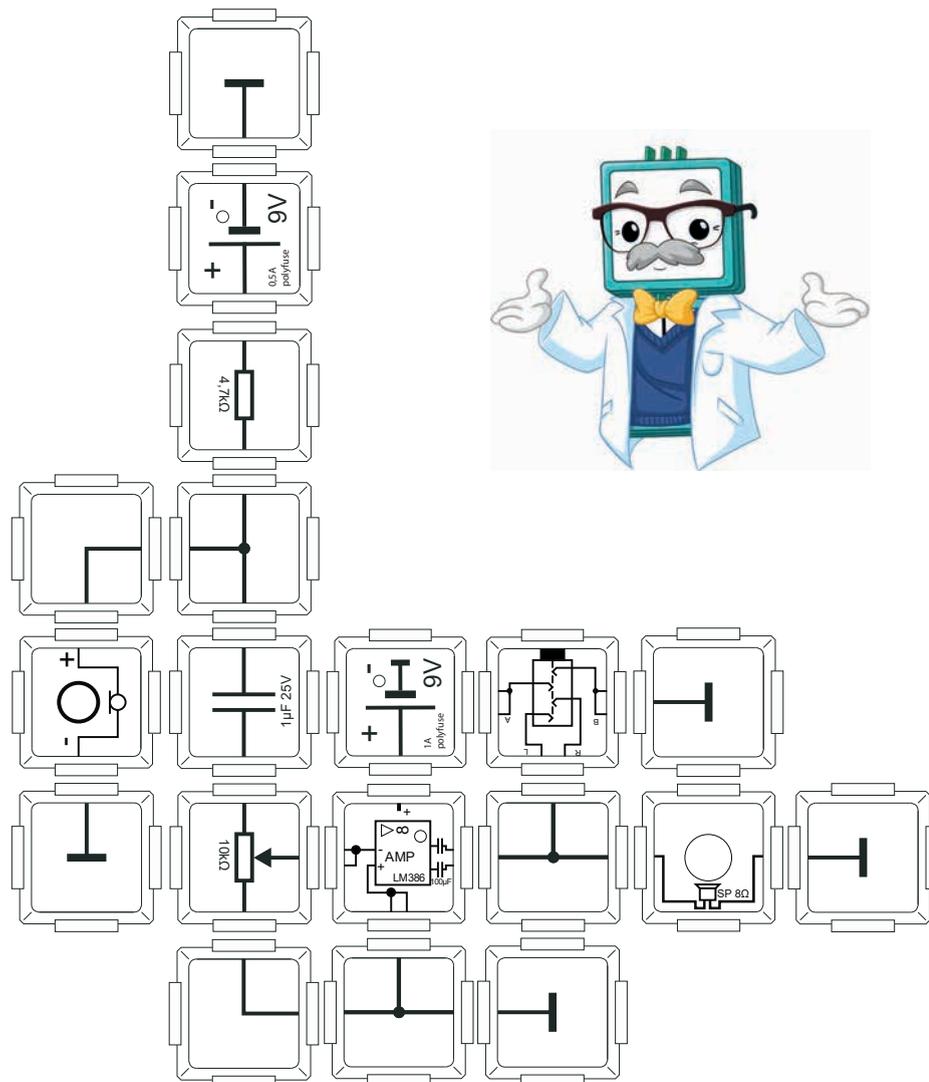


17. Amplificador de Audio con LM386

17.1 Micrófono y amplificador

Con el OPAMP y el temporizador 555 ya hemos descubierto dos circuitos integrados (IC). Otro IC en nuestro set avanzado es el amplificador de audio LM386. Es similar al circuito básico de nuestra OPAMP, pero es especialmente adecuado para la amplificación con el fin de generar señales acústicas. Internamente la ganancia se ajusta a 200 y la salida se acopla a través de condensadores para permitir la conexión de un altavoz de 8Ω . Por favor, tenga en cuenta la polaridad del micrófono. El condensador de $1\mu\text{F}$ filtra los componentes de DC y la amplitud (volumen) es controlada por el potenciómetro.

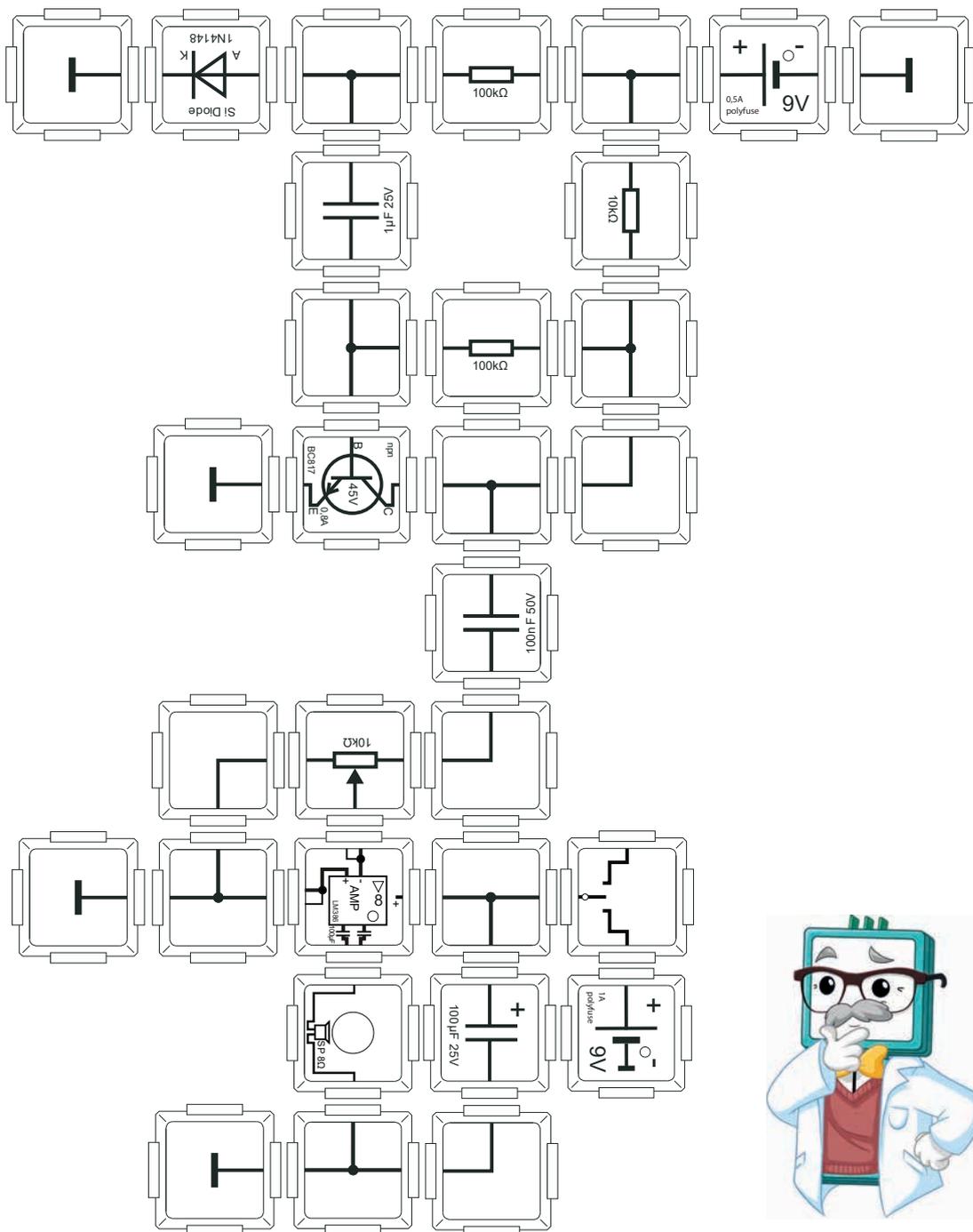
Es importante usar dos fuentes de alimentación separadas para el micrófono y los altavoces, para evitar la retroalimentación. La retroalimentación ocurre cuando la señal de salida es (demasiado fuerte) retroalimentada y el circuito comienza a oscilar por sí mismo. Actúa como un oscilador y eso no es lo que queremos aquí. El principio de conmutación del amplificador operacional con retroalimentación negativa (entrada negativa) y retroalimentación positiva (entrada positiva) es evitado aquí. Otra forma de contrarrestar la realimentación es establecer un condensador de $100\mu\text{F}$ conectado en paralelo entre el potencial de tierra y el de 9V. Pero para facilitar la instalación experimental, tiene sentido utilizar dos fuentes de tensión. Por lo tanto, esto también evita la retroalimentación mínima, que todavía es posible alisando con un condensador. El principio de funcionamiento es muy sencillo. El micrófono transforma las señales acústicas en formas de onda eléctricas, que son amplificadas por el LM386 y enviadas al altavoz y al jack.



17.2 Generador de ruido

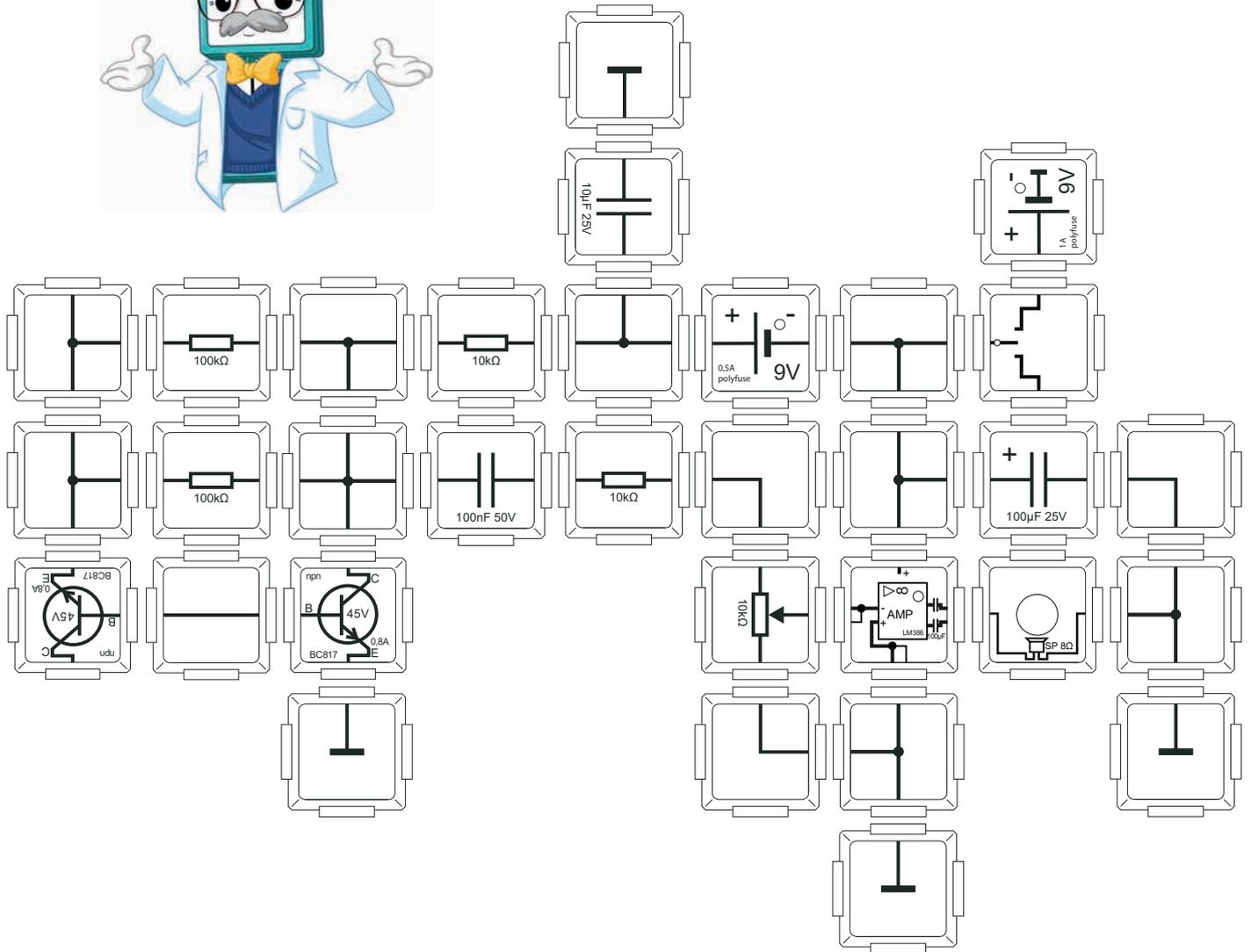
Los diodos y otros dispositivos semiconductores están formados por los denominados semimetales. Combinan las propiedades de aislantes y conductores. En los semiconductores las cargas fluctúan constantemente. Esta fluctuación depende de muchos parámetros, en particular de la temperatura, y puede interpretarse el ruido como la suma de muchas ondas sinusoidales aleatorias superpuestas con frecuencias diferentes. Esto es similar al ruido o la conocida como estática de un receptor de radio, que no está sintonizado con una señal modulada, o también similar al sonido del mar. En el siguiente circuito, el ruido de un diodo se preamplifica mediante un transistor y luego se envía al altavoz a través del LM386.

Cierre el interruptor en la fuente de alimentación del LM386 para que el circuito funcione. Con el potenciómetro puede ajustar el volumen del sonido.



17.3 Generador de ruido 2

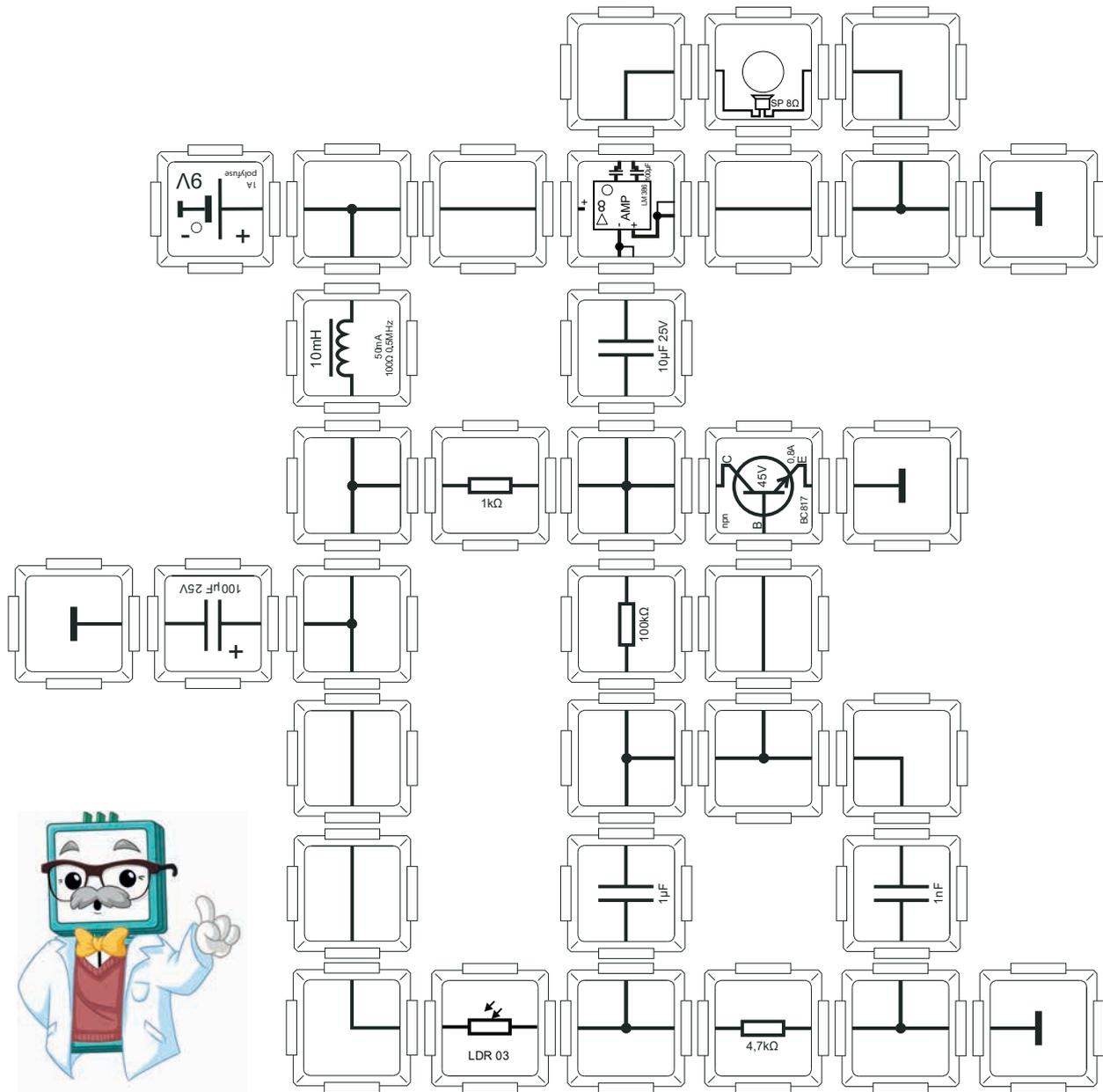
Por supuesto, los transistores también son semiconductores. En el siguiente circuito, transformamos el ruido eléctrico del transistor BC817, como hemos utilizado a menudo, en una señal acústica. En este caso sólo se conectan el emisor y la base, y se utiliza el doble de la tensión habitual en la dirección inversa del diodo emisor de la base, para obtener el efecto. El interruptor debe estar encendido en el segundo voltaje para poder alimentar el amplificador de audio. Se añaden los 9V, en serie, a esta tensión para obtener los 18V para generar el ruido.



17.4 Amplificador de luz

En el siguiente circuito haremos que la luz se oiga. Nuestros ojos son demasiado inertes para percibir incluso frecuencias bajas de 20 Hz. Por lo tanto, convertimos los impulsos de luz, causados por la frecuencia de 50 Hz de las luces de nuestra habitación, por ejemplo, en señales acústicas. Los tubos fluorescentes producen, por ejemplo, un zumbido.

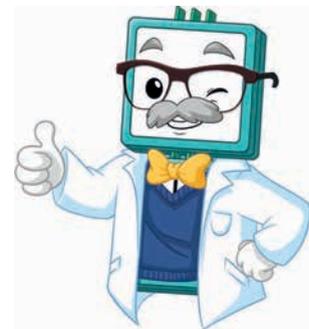
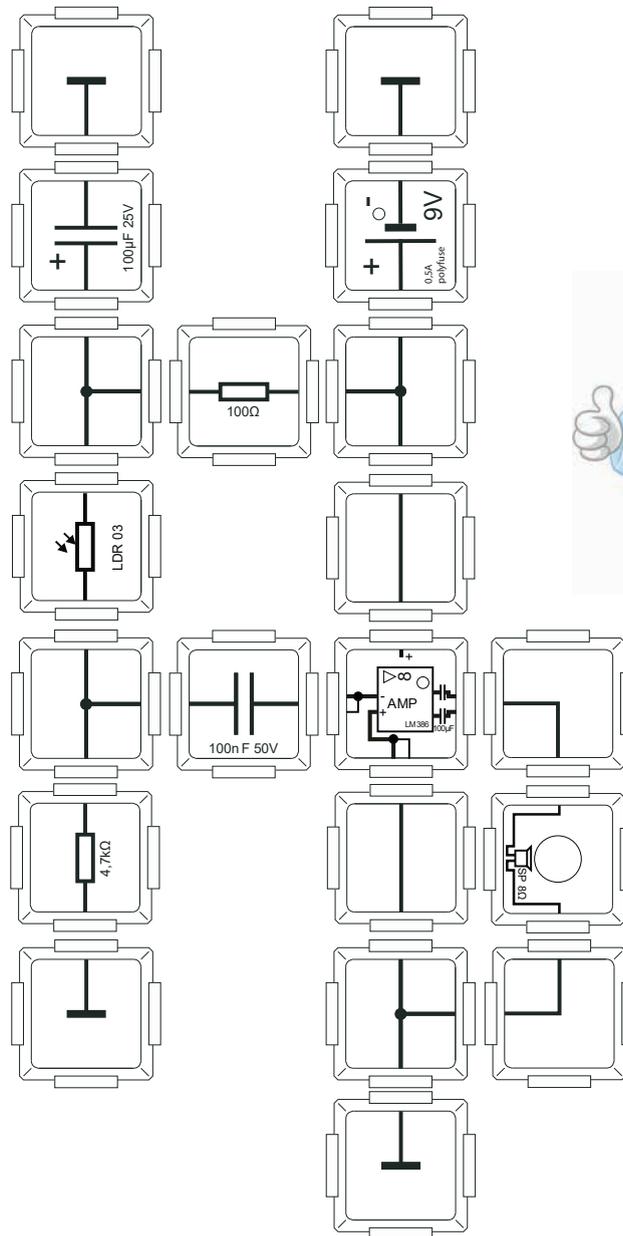
Pueden explicarse como una tensión AC superpuesta a una tensión DC. Los dos condensadores $1\mu\text{F}$ filtran los componentes de tensión DC y la onda AC de la red es preamplificada por el transistor. El amplificador de audio LM386 hace la amplificación final y permite escuchar el zumbido en el altavoz. Así que puedes ir en búsqueda de fuentes de luz en tu casa. Cuanto más cerca estés, más fuerte será el sonido. Divertámonos!



17.5 OPAMP como detector de red eléctrica AC

En este ejemplo se describe otra forma de realizar un detector de humos. Es mucho más simple y menos susceptible a fallos, pero menos sensible. Sólo el amplificador de audio LM386 se utiliza para la amplificación de la onda de red. El condensador electrolítico de 100 μ F minimiza la retroalimentación y por lo tanto previene la oscilación del circuito. Por favor, preste atención a la polaridad correcta!

Diviértete detectando fuentes de luz intercambiables!



17.6 Barrera de luz para la transmisión de audio

El siguiente ejemplo muestra la versatilidad de la ingeniería eléctrica. Convertimos una señal acústica cuatro veces:

1. El sonido en electricidad
2. Electricidad en luz
3. Luz en electricidad
4. Electricidad en sonido

El intercambio de información se realiza por medios electrónicos. El brick en este experimento se llama brick de barrera de luz. Contiene un LED infrarrojo como fuente de luz y un fototransistor como sensor de luz.

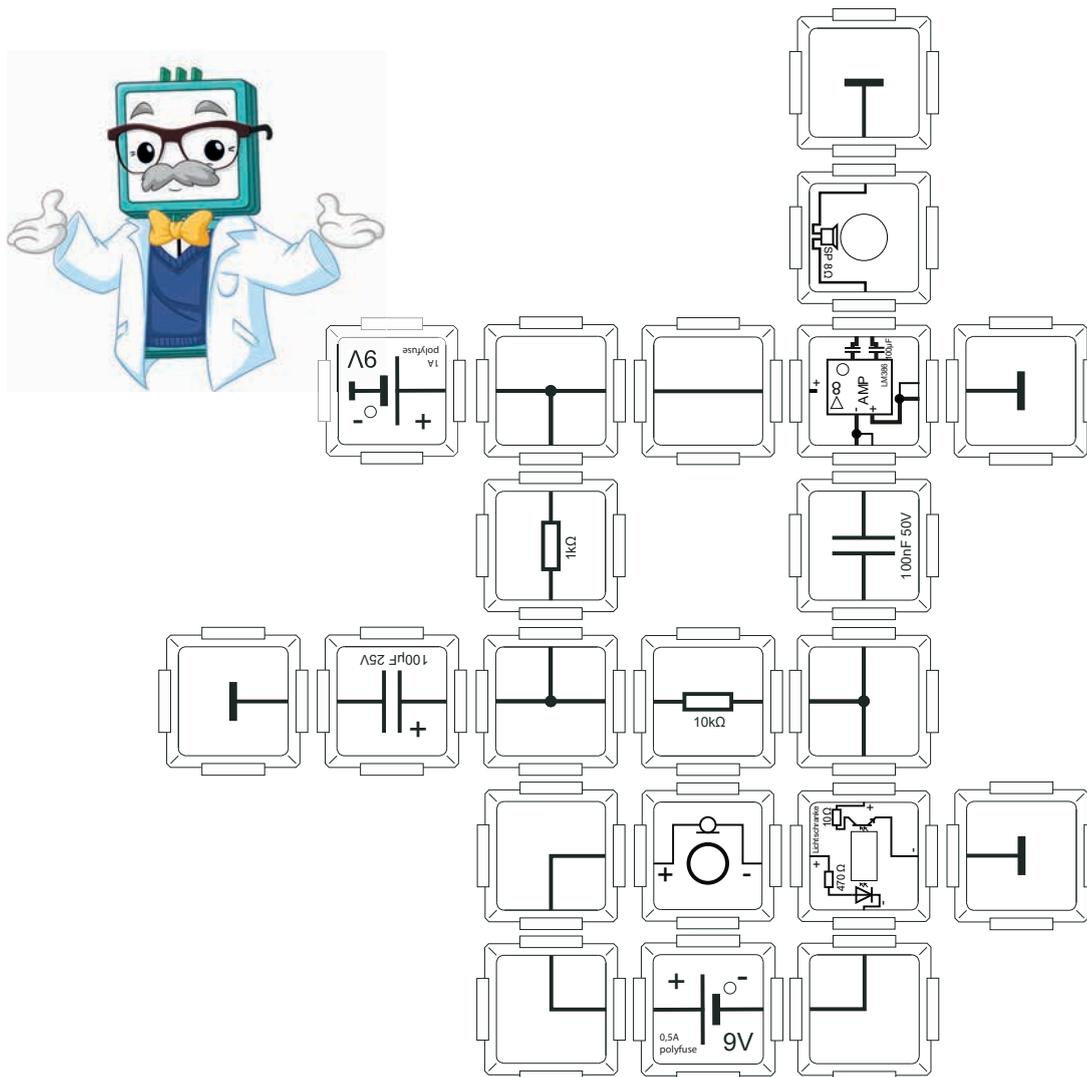
En total tenemos dos etapas de amplificador conectadas en serie, el primer amplificador está escondido en el brick del micrófono como un transistor de efecto de campo usado como preamplificador y el segundo es nuestro amplificador de audio.

Ahora, si se rasca o silba en el micrófono, se puede escuchar un sonido proveniente del altavoz. Puede interrumpir la barrera de luz con un trozo de papel (o metal, asegúrate de que se bloquee por infrarrojos) y el sonido se silenciará, hasta que esté completamente en silencio.

Para el experimento: ¡Prueba diferentes materiales para ver si pueden bloquear el infrarrojo!

Nota: Por favor, presta atención a la polaridad correcta.

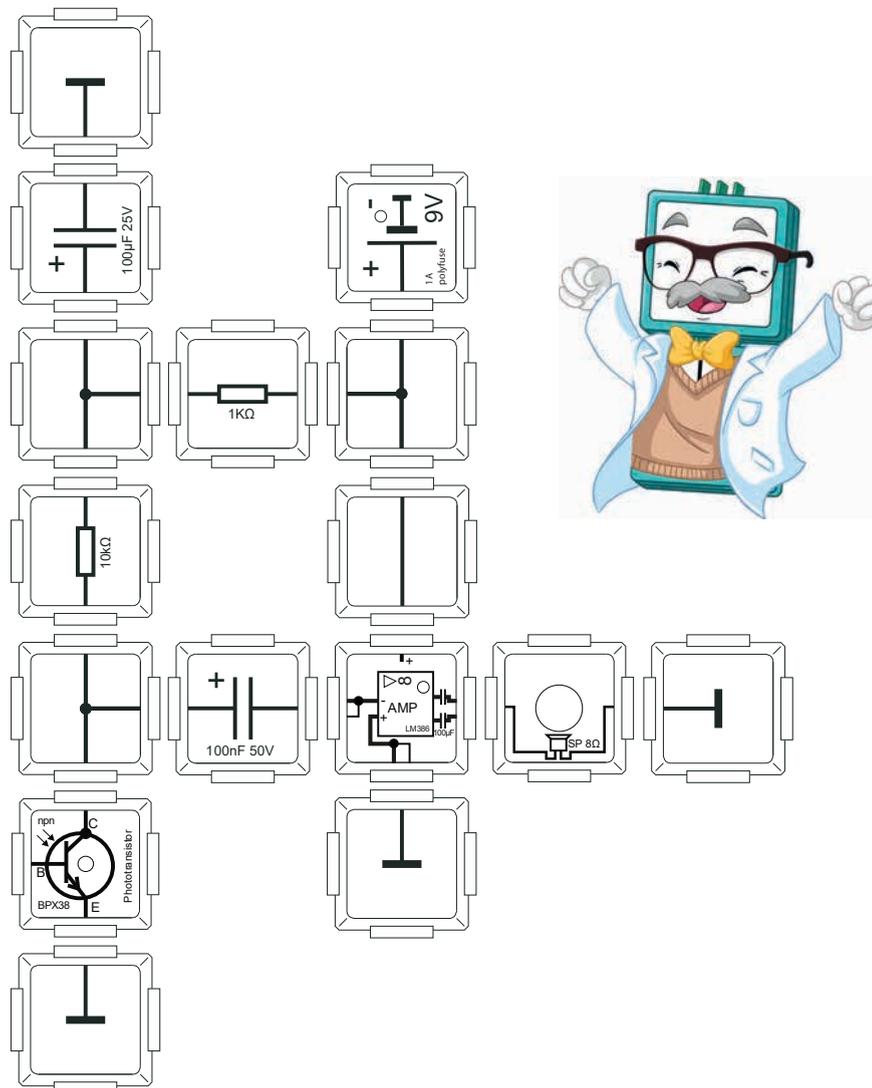
La barrera de luz también sirve como aislamiento galvánico. Por lo tanto, también se utiliza una segunda fuente de voltaje. Se evita totalmente la retroalimentación a través de las conexiones eléctricas. Pero puede obtener retroalimentación acústica si hay un camino desde el altavoz hasta el micrófono. Intente girar la parte del micrófono 90 grados para obtener este efecto.



17.7 Fototransistor con preamplificador

Para reproducir el sonido de una manera diferente, usamos un fototransistor en lugar del LDR. De lo contrario, es casi el mismo circuito que en el experimento 17.5. Recordamos que el fototransistor amplía las cargas causadas por los fotones en su base. Cuanto mayor sea la corriente de fotones, mayor será el flujo de corriente entre el emisor y el colector. De esta manera, la corriente fotónica es mucho más fácil de determinar que, por ejemplo, con un fotodiodo. Por favor, comprueba la polaridad correcta del condensador electrolítico, que se utiliza para reducir la realimentación.

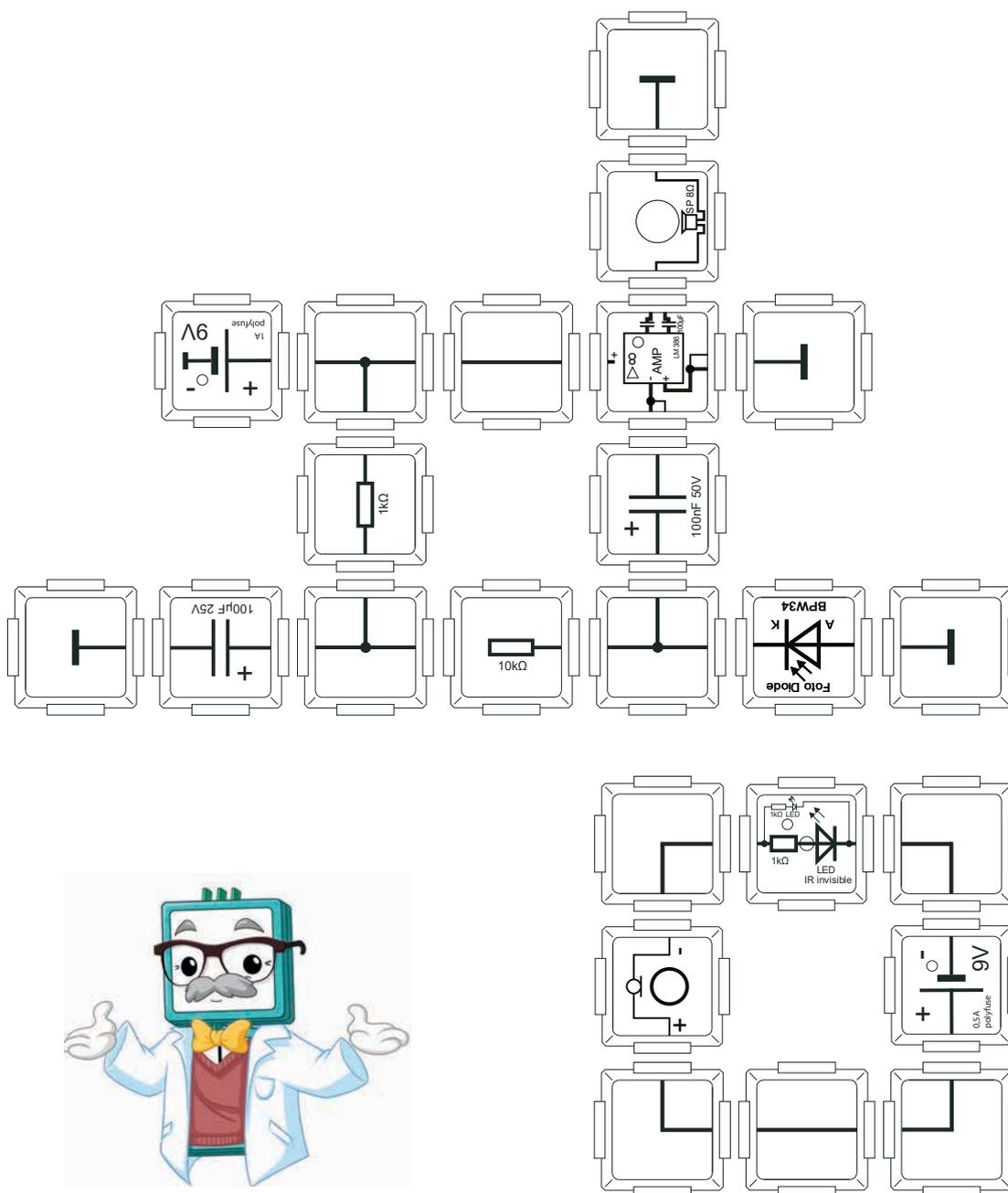
Ahora puedes encontrar diferentes señales luminosas en tu entorno. Es interesante comparar las diferentes señales acústicas producidas entre sí, por ejemplo, a partir de la luz parpadeante de una vela, de bombillas clásicas, de las lámparas LED de techo o de los tubos de neón.



17.9 Fotodiodo para la transmisión IR

Ahora usamos un fotodiodo en lugar de un fototransistor, de lo contrario los componentes del circuito siguen siendo los mismos. El circuito puede ser variado, el diodo IR del transmisor puede ser reemplazado por cualquier otro diodo emisor de luz incluido en el set. El fotodiodo debe ser insertado con polarización inversa, ya que insertado en dirección hacia adelante, se comporta como un diodo normal. Los fototransistores y fotodiodos son similares a las células solares, cuando se utilizan en dirección hacia adelante, convierten la luz en energía eléctrica. La tensión se genera así en dirección de avance y ya no depende de la intensidad después de alcanzar el valor límite.

El fotodiodo utilizado está hecho de silicio como semiconductor y por lo tanto tiene una alta sensibilidad a longitudes de onda de hasta 1100nm. A longitudes de onda más largas la sensibilidad disminuye, hasta que deja de responder. Los espectros (rango de longitud de onda) de nuestro fotodiodo y nuestro diodo IR son perfectamente compatibles.



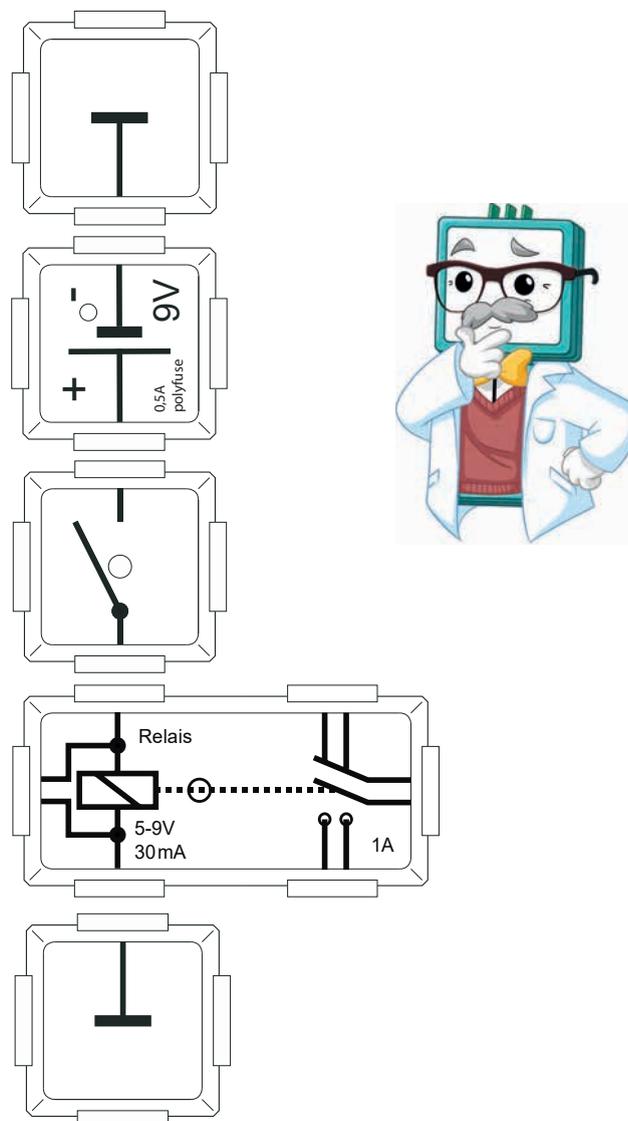
18. Circuitos con relés

18.1 Relé

Un relé es un interruptor electromagnético. Aplicando una tensión de conmutación y el flujo de corriente resultante en el lado de entrada, la bobina genera un campo magnético que activa los contactos de funcionamiento. La transmisión del proceso de conmutación mediante un campo magnético tiene la ventaja de que el circuito controlado se desconecta eléctricamente del circuito de control. Un cortocircuito en un circuito, no influye en los demás circuitos.

Nuestro relé es muy moderno, porque tiene un circuito de protección contra la polaridad inversa y la sobretensión. Funciona con una tensión mínima de 5V a una corriente de 30mA. El LED de control proporciona información sobre el estado de conmutación: El LED se enciende cuando el relé cambia del centro a la parte inferior. Puede utilizarse como interruptor de cierre a apertura o de apertura a cierre o como interruptor de palanca. Gracias a los contactos dobles de nuestra conexión especial, las señales también se pueden utilizar por separado o en conjunto.

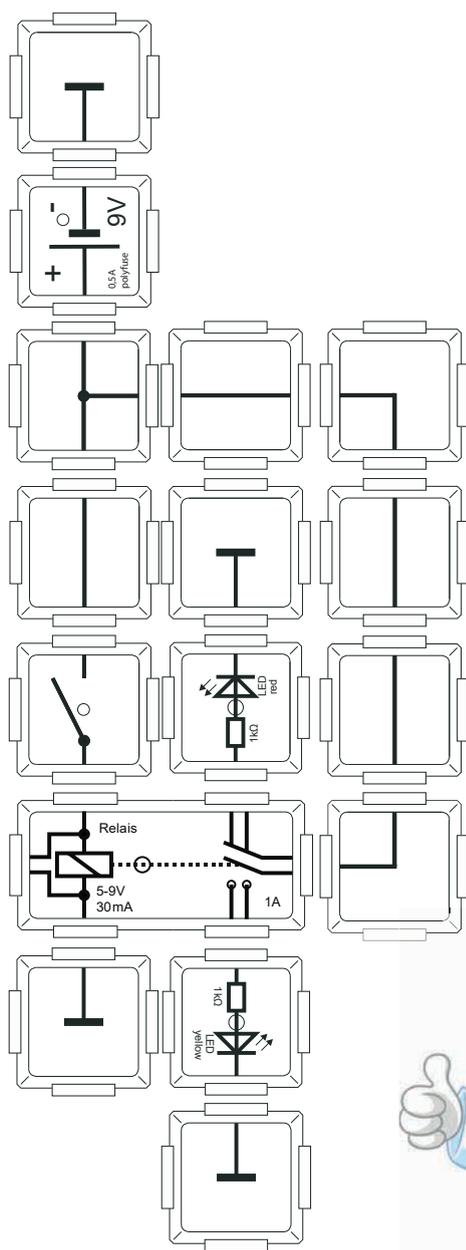
Los relés se utilizan muy a menudo, ya que pueden conmutar cargas muy elevadas. Pero para la transmisión de grandes cantidades de información, no son la mejor solución, debido a los grandes retrasos de conmutación en comparación con los interruptores electrónicos. En este circuito la conmutación se realiza pulsando el botón. Cuando se pulsa el botón, el relé se activa y los contactos se conmutan. Esto es visualizado a través del LED.



18.2 El relé como interruptor

En este ejemplo usamos nuestro relé como interruptor. El contacto central, se conecta ya sea a la parte superior o a la inferior. El LED superior se enciende cuando NO se pulsa el botón y el LED inferior (puedes utilizar uno amarillo) cuando se pulsa el botón.

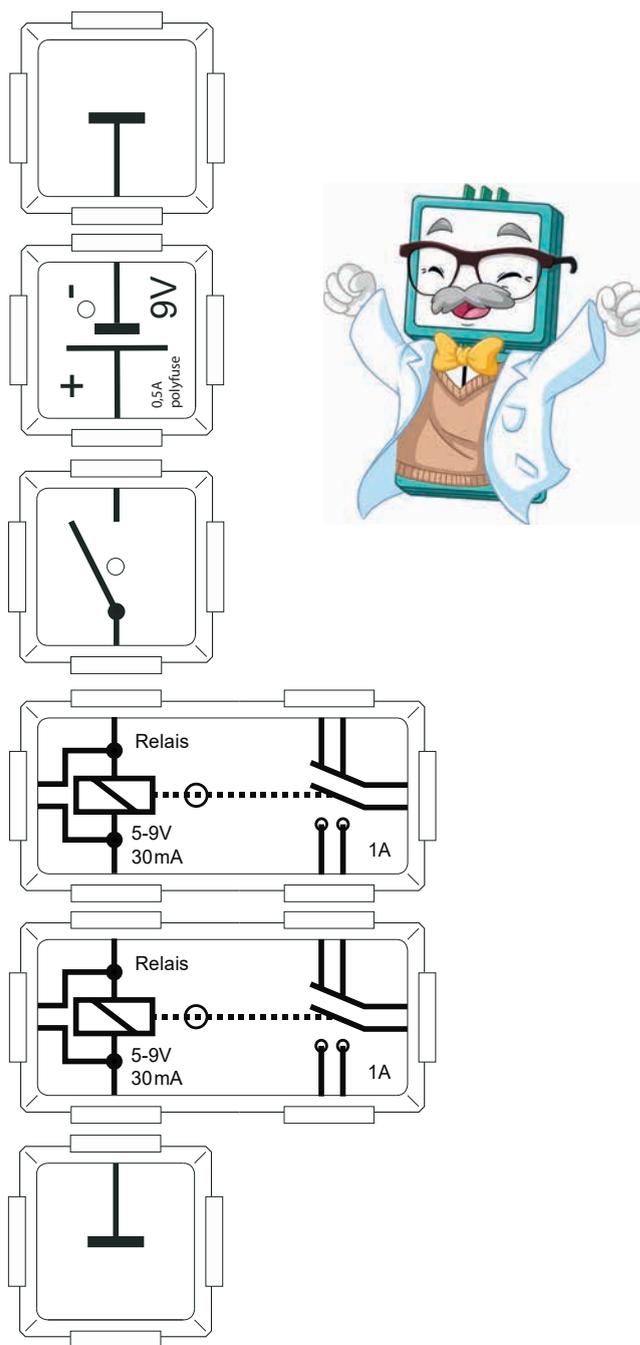
En todos los circuitos de seguridad relevantes se utilizan contactos NOT para señalar una interrupción de circuito en caso de fallo. Esto se puede imaginar fácilmente para el LED rojo. El pulsador sirve como contacto de seguridad. En modo normal, se pulsa el botón para que se encienda el LED verde. Si se abre la puerta y se suelta el botón, el LED superior (rojo) se enciende e indica un problema de seguridad.



18.3 Relé en serie

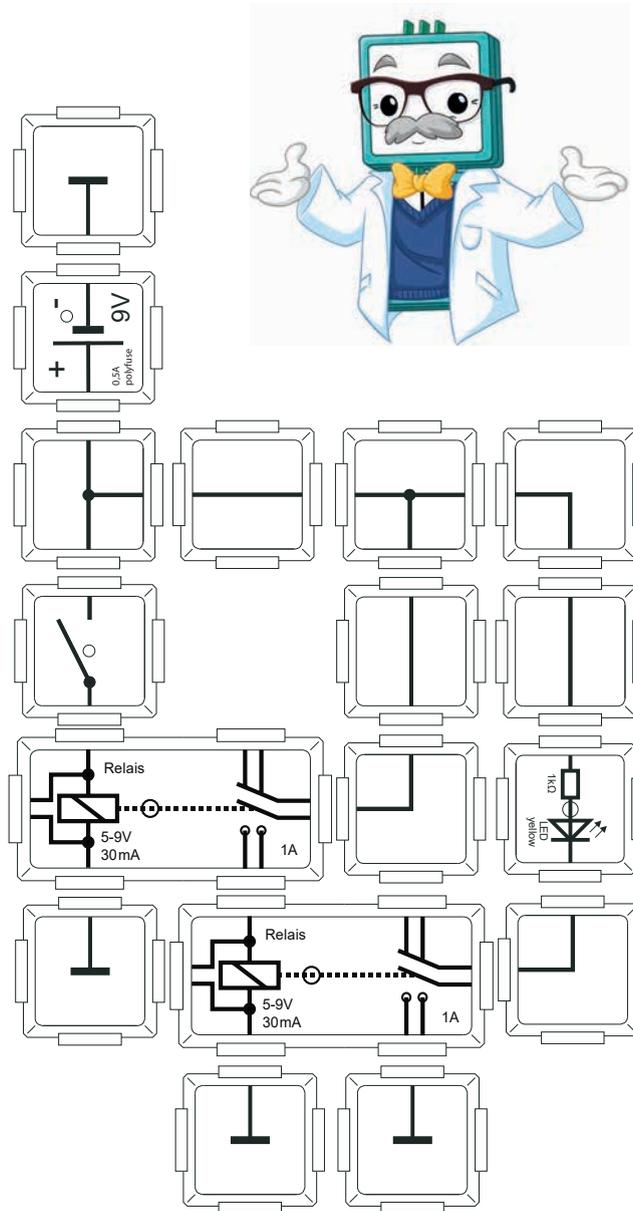
La tensión mínima de los bricks relé está diseñada para que sea posible conectar dos relés en serie. Las resistencias internas actúan como un divisor de tensión. Ambos relés tienen el mismo diseño, por lo que ambos funcionan con 4,5 V. Si se integra un tercer relé en el circuito, ya no se alcanza la tensión mínima, por lo que el flujo de corriente es demasiado bajo para el funcionamiento del relé. Los relés permanecen inactivos.

Nuestro circuito de ejemplo no tiene sentido, ya que los contactos terminan en la nada e incluso algunos de los contactos están conectados de alguna manera. Es sólo una prueba de diseño del concepto, para innovar para experimentos propios. Cuando el interruptor está cerrado, ambos relés tiran y ambos LED de control se encienden.



18.4 Relés en serie

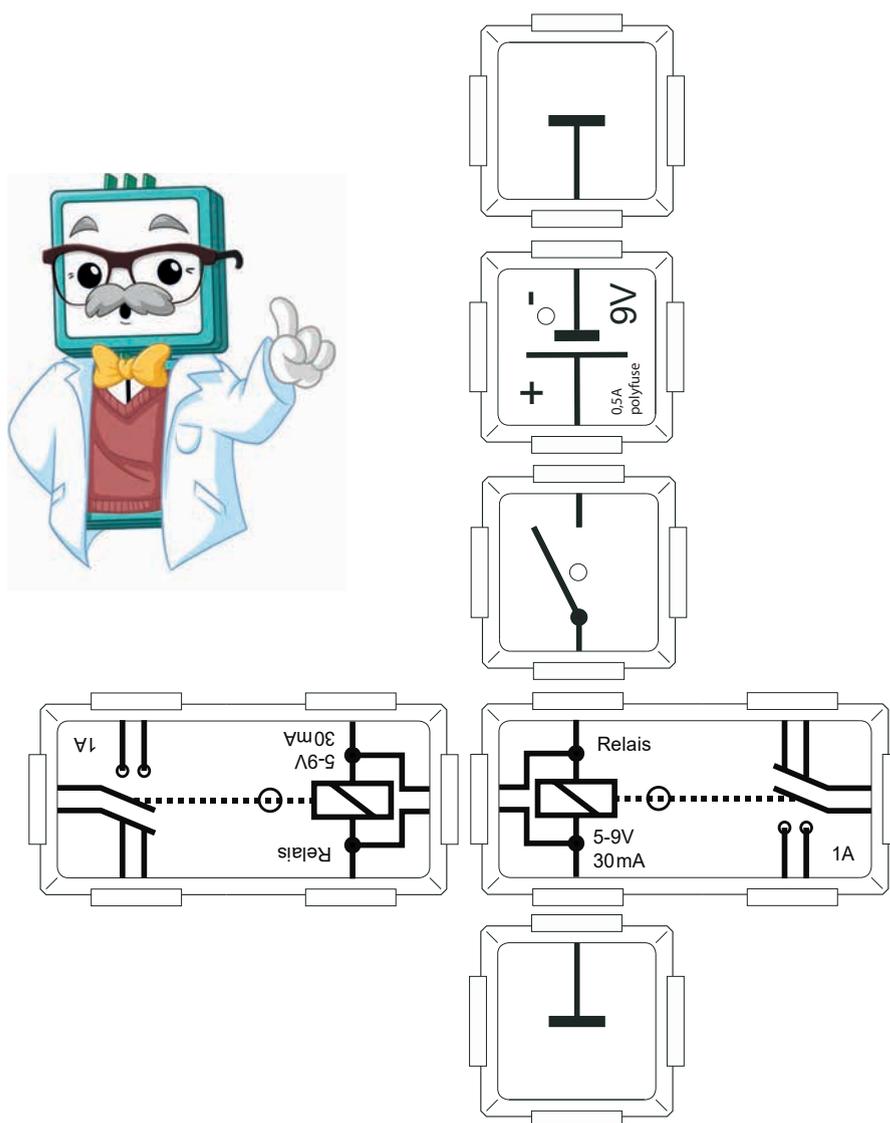
En este circuito, el primer relé activa el segundo, que a su vez enciende el LED amarillo. Para el control de centrales eléctricas o tecnología de alta tensión es importante la conexión aislada de circuitos adicionales. Esto permite implementar la conversión a diferentes niveles de voltaje, por ejemplo en una planta de conversión de energía. La cascada de conmutación se activa pulsando el botón y el LED amarillo indica un flujo de corriente en el "tercer" circuito controlado.



18.5 Relé en circuitos paralelos

Ya hemos experimentado una conexión paralela de componentes electrónicos. Esto puede compararse con la duplicación o la unión. En la tecnología digital, los circuitos paralelos se realizan mediante conexiones OR y NOT. Ahora insertamos dos relés en paralelo al circuito. Esto es posible gracias a la posibilidad de doble contacto a un lado del brick relé, de forma muy sencilla y sin más bricks en línea. Ambos relés se encienden pulsando el botón, por lo que el número total de contactos se duplica, sin tener que hacer cambios significativos en el circuito o añadir interruptores adicionales. La caída de tensión en ambos relés es la misma y corresponde a la tensión de alimentación (cuando se pulsa el botón). La corriente total para conectar el relé se ha duplicado, por supuesto. La ley Kirchhoff y las reglas de la malla del circuito electrónico siempre se aplican, pero esto va más allá de nuestro temario.

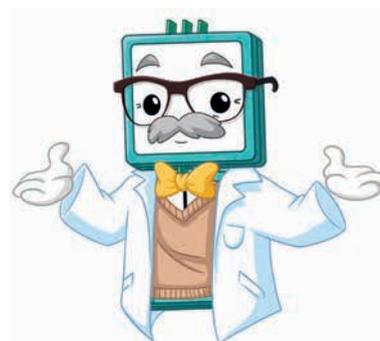
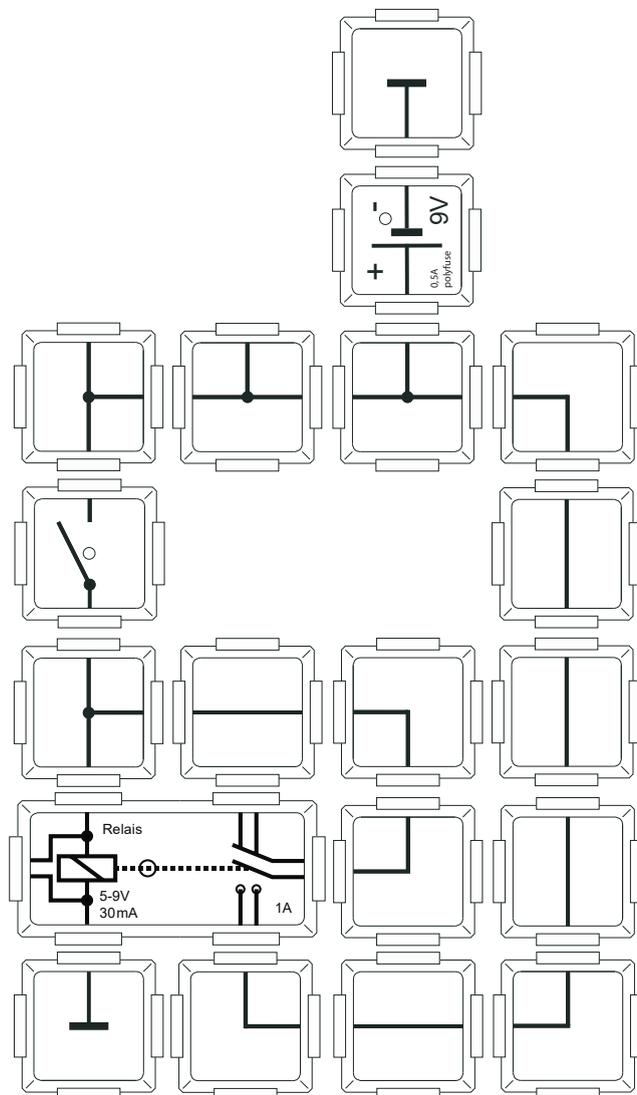
Como en los experimentos anteriores, ambos relés se activan pulsando el botón, lo cual se visualiza mediante los dos LED de control.



18.6 Relé en autosuficiencia

La autosuficiencia de los relés se puede encontrar siempre que el impulso de conexión y desconexión se produzca sólo durante un corto tiempo, pero los circuitos de control deben mantenerse activos después de este disparo. Ya hemos usado el circuito flip-flop. Mediante el uso del circuito autosuficiente, es posible encender un motor en funcionamiento permanente pulsando un solo botón. Por ejemplo, en una fresadora. Para apagar se pulsa otro botón.

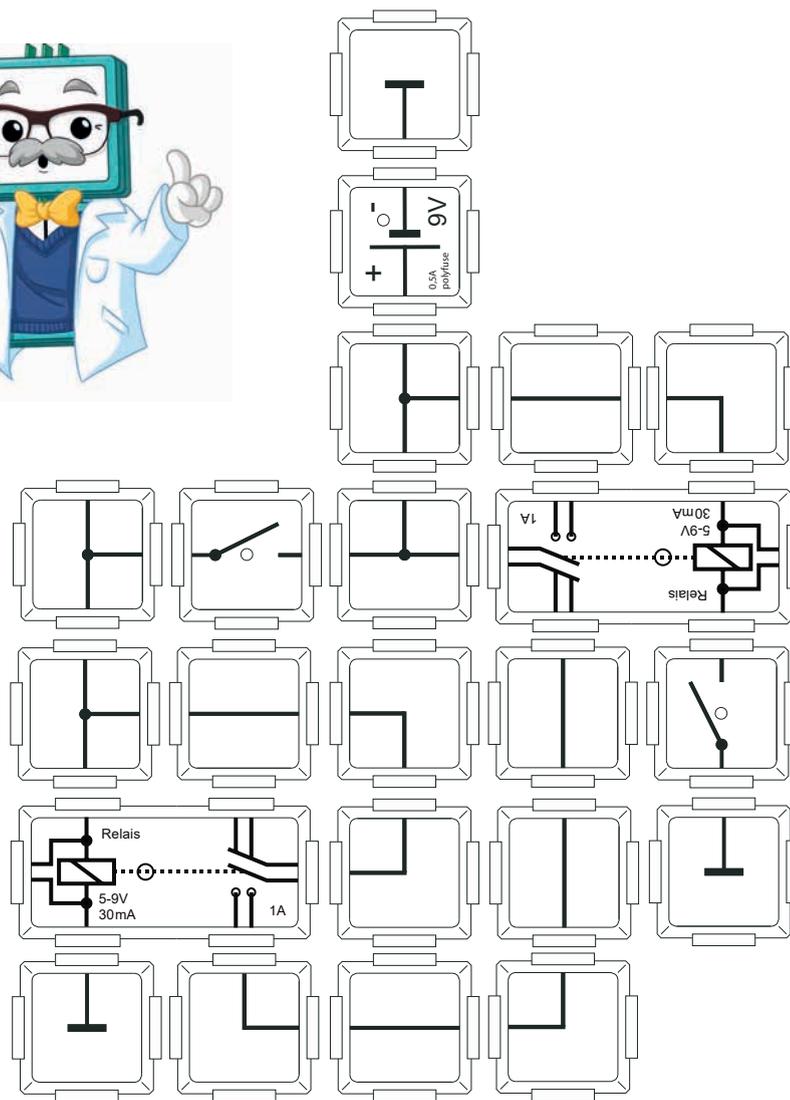
El trabajador no necesita presionar el botón todo el tiempo, lo cual es realmente difícil. Aquí hay un circuito básico de enclavamiento del brick relé. Si se pulsa el botón, el relé permanece activado, aunque esté activado, el LED de control permanece encendido. Sólo la separación de la tensión de alimentación reinicia el circuito. Lo mejoraremos en el próximo experimento.



18.7 Relé en autosuficiencia con interruptor

El relé izquierdo se mantiene activo después de pulsar el botón izquierdo, hasta que se realiza un reset utilizando el otro relé. Tenemos una memoria de 1-bit, como lo hicimos con el flip flop electrónico anteriormente. Esto puede resolver el problema de la fresadora, del cual hablamos en el último experimento.

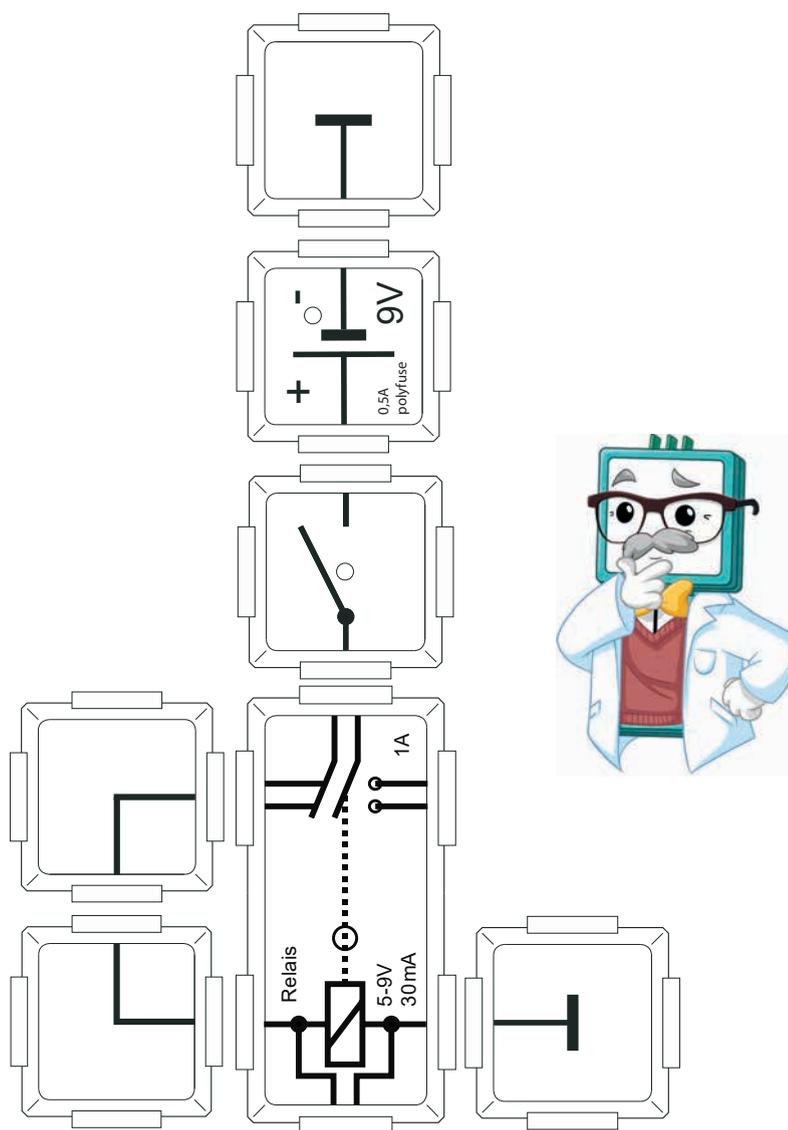
Los relés también pueden utilizarse como flip flop para fines informáticos. De hecho, los primeros ordenadores se construyeron con relés en lugar de con transistores. Uno de los primeros ordenadores tenía 1.600 relés sólo para la memoria. Es difícil imaginar lo grande que era el ordenador, comparado con los ordenadores de sobremesa actuales. Después de pulsar la tecla izquierda, el LED de funcionamiento del relé izquierdo se ilumina cuando el estado de la memoria es "1". Pulsando el otro botón, la información almacenada se borra y los datos almacenados cambian de nuevo a "0".



18.8 Relé con autointerruptor

El siguiente ejemplo aprovecha el retraso entre el pulso de control y la conmutación real, mediante un truco. Si se pulsa el botón, fluye una corriente hacia el relé, que se activa a continuación. Pero esto interrumpe el flujo de corriente, ya que el interruptor se conecta en serie con la alimentación y el relé se desactiva de nuevo. Esto lo activará de nuevo y así sucesivamente. El proceso se repite hasta que se suelta el botón y se interrumpe el suministro de energía.

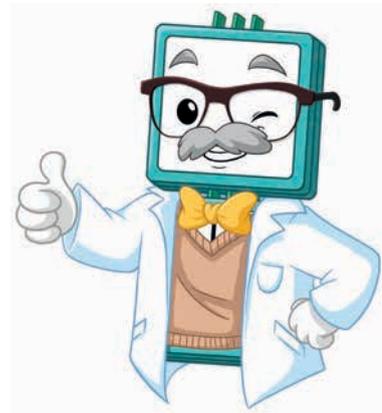
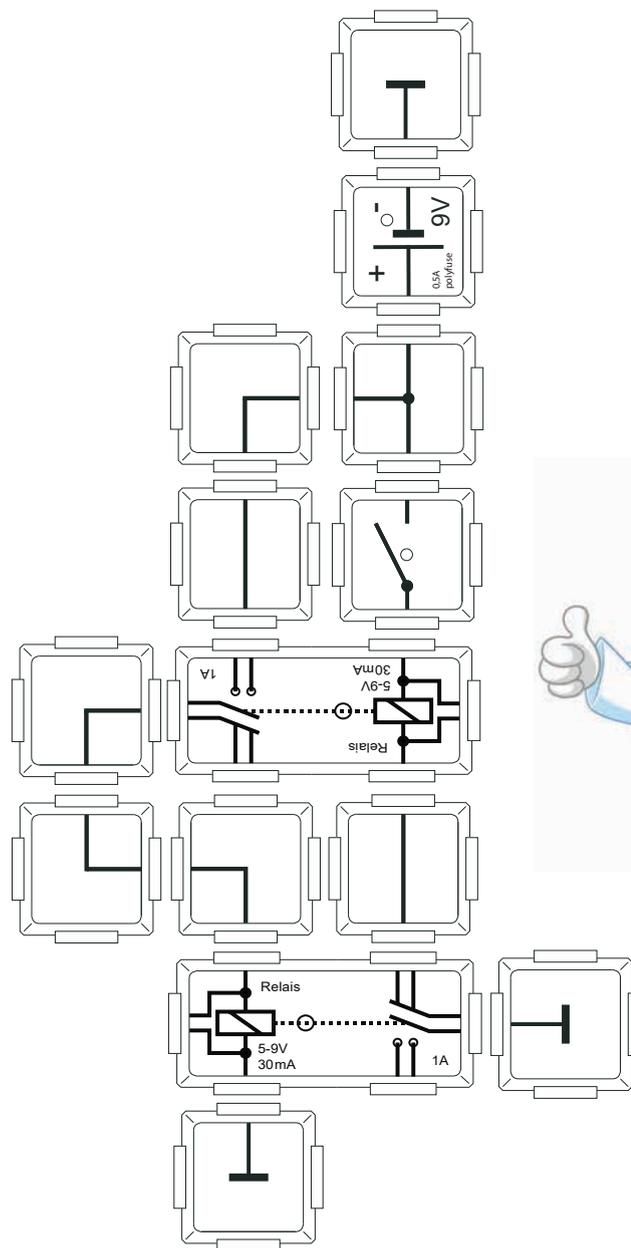
Pero no hay que preocuparse: El relé está internamente protegido contra daños por una conexión y desconexión demasiado rápida y sobrecarga. El tiempo de reacción está en el rango de milisegundos (aprox 10ms). Comparado con el llamado ancho de banda de ganancia de un transistor moderno con alrededor de $1 \text{ GHz} = 1000.000.000 \text{ Hz}$, un relé es alrededor de diez mil millones de veces más lento con su frecuencia de conmutación de 100 Hz en este ejemplo.



18.9 Relé con segundo relé de autointerrupción

Ahora hemos ampliado nuestro circuito de autointerruptores con un segundo relé. Si se pulsa el botón, el primer relé se activa, cierra sus contactos y por lo tanto activa el segundo relé. Este segundo relé activado alterna los contactos y desconecta la alimentación del primer relé. Esto desactiva el segundo relé, que vuelve a encender el primer relé y así sucesivamente. Para comprobar el funcionamiento, se puede oír un zumbido de ambos relés, así como la iluminación de los LED de control.

El proceso se repite hasta que se suelta el botón pulsador.

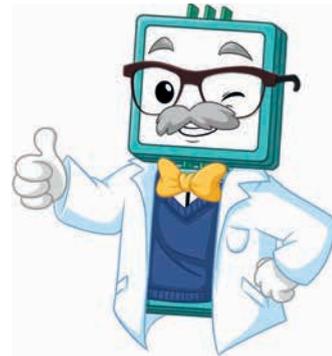
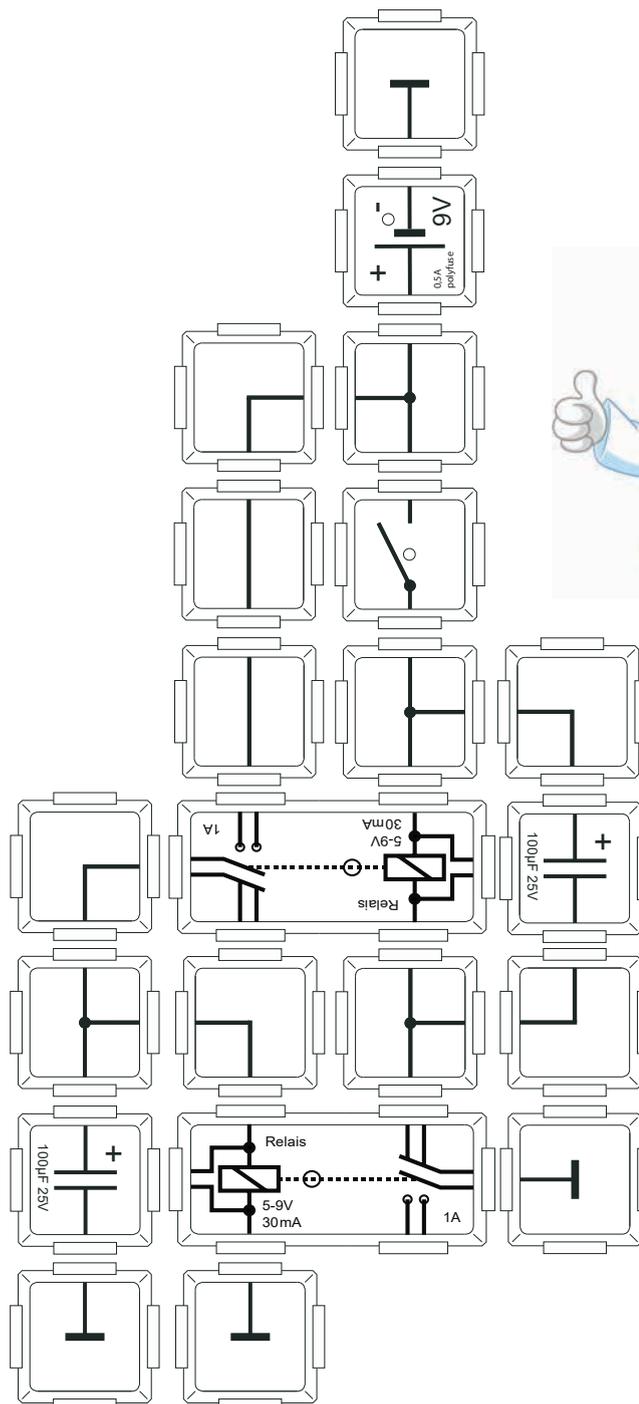


18.10 Relé lentamente autosuficiente

Si se coloca un condensador en paralelo al relé, se almacena una cierta cantidad de energía y se aumenta el tiempo de encendido. La frecuencia de conmutación puede ajustarse fácilmente insertando diferentes valores en los condensadores. Los condensadores almacenan la energía eléctrica durante corto tiempo, incluso si la fuente de alimentación se interrumpe, por lo que los relés se desactivan si la tensión en el condensador es inferior a la tensión de activación del relé.

Si se pulsa el botón, se activa el primer relé y también se carga el condensador. Después de cerrar el contacto, también se activa el segundo relé y su condensador se carga rápidamente. El segundo relé interrumpe la señal de control del primer relé. Pero el primer relé todavía recibe algo de potencia a través de su condensador en paralelo. Cuando se descarga, el primer relé se desactiva y el segundo relé se interrumpe de la alimentación principal. Pero también el segundo relé recibe energía de su condensador, lo que retrasa la fase de desactivación. Si se desactiva el segundo relé, se restablece la conexión a tierra con el primer relé y todo el proceso comienza de nuevo. Esto se repite hasta que se suelta el botón pulsador.

Por favor, preste atención a la polaridad correcta del condensador electrolítico! Trate de probar diferentes condensadores.



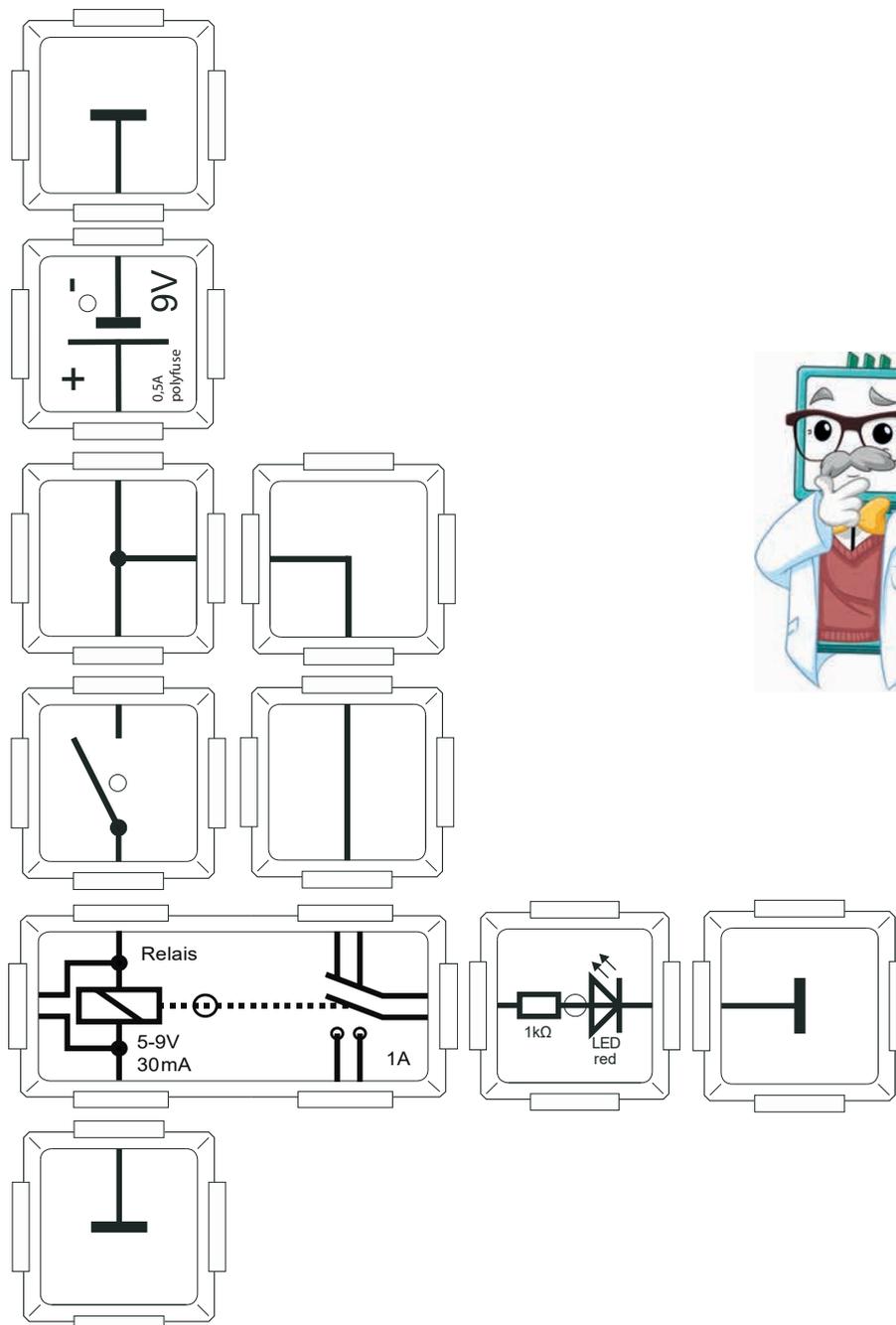
18.11 Relé (Operación NOT)

En el circuito 18.7 hablamos del uso de relés en los primeros ordenadores. En la primera unidad aritmética libremente programable de Konrad Zuse, las funciones NOT se implementaron de forma similar a como lo haremos en el siguiente circuito. El alto nivel está siempre presente en la salida, si no se ha pulsado el botón. La señal de entrada "0" da como resultado una señal de salida no "0", que en la tecnología digital solo puede ser "1". Sólo dos estados son posibles: "0" y "1". Una señal de entrada "1" da como resultado una señal de salida NOT "1", que debe ser "0". El LED rojo indica el estado inicial.

Observación: En la tecnología digital se utilizan las letras "L" y "H" para identificar el nivel. Estas pueden ser asignadas a diferentes niveles lógicos dependiendo de la tecnología utilizada. Las definiciones más comunes para un rango de nivel y las asignaciones son:

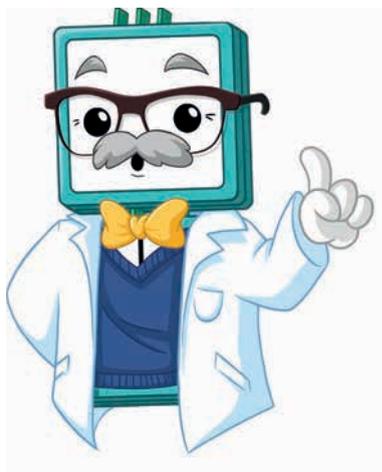
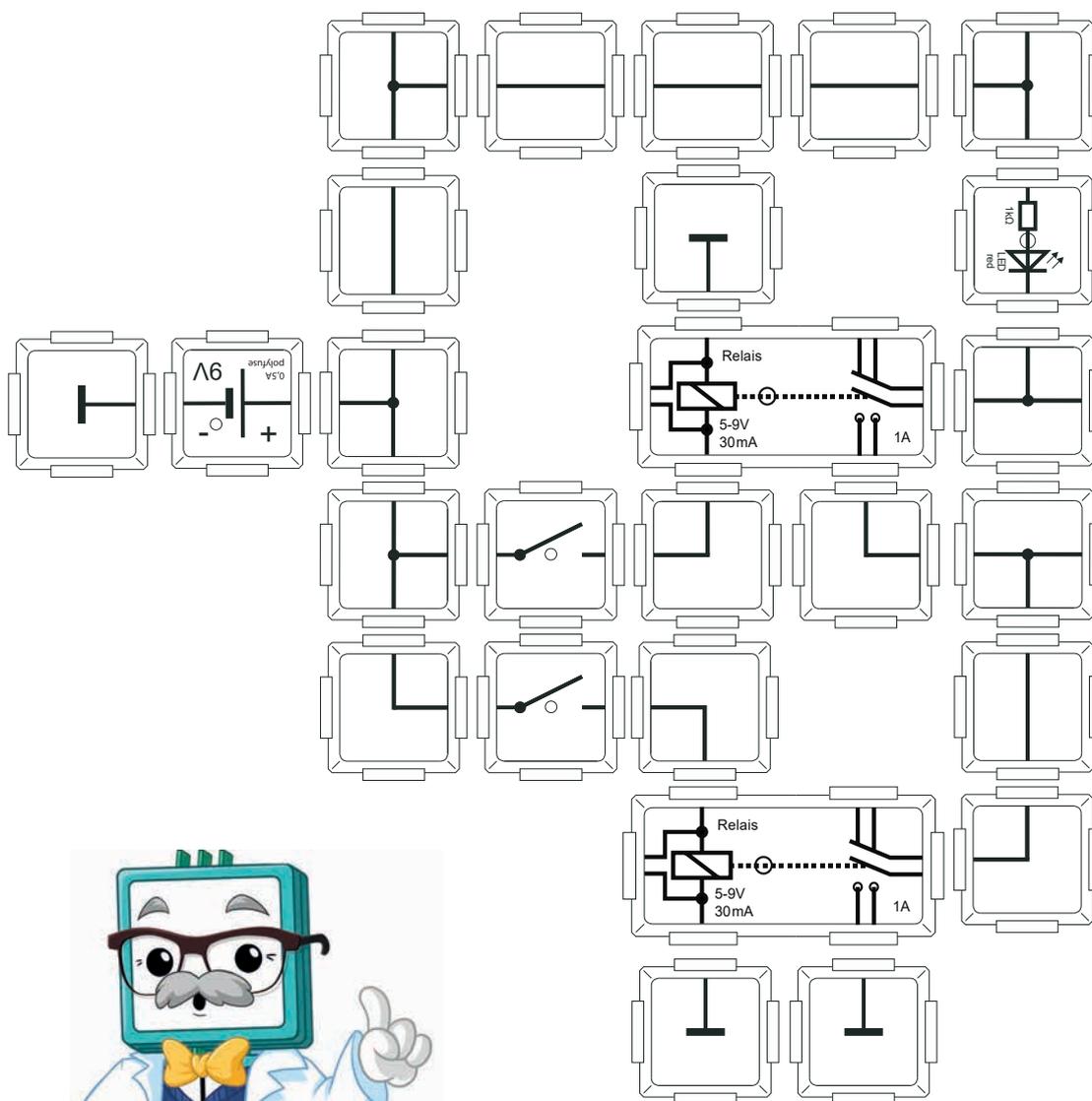
- "L" corresponde a 0, por ejemplo, 0V a 0,8V y "H" con >2V corresponde a 1, por ejemplo, con lógica TTL estándar. Los valores de tensión intermedios no están definidos.
- "L" corresponde a 0 ej. 0V a 0,7V y "H" con >1,7V corresponde a 1, utilizado para lógica CMOS de 2,5V.
- "L" corresponde a 0 ej. 1,4V y "H" con >-1,2V corresponde a 1, utilizado para la lógica ECL. Los valores intermedios no están definidos.

Si la "L" se asigna a un "1" en lugar de un "0" y la "H" a un "0" en lugar de un "1", esto se denomina lógica negativa, de lo contrario es una lógica positiva



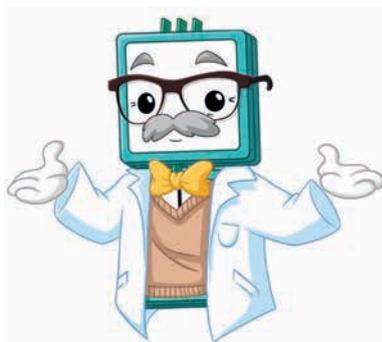
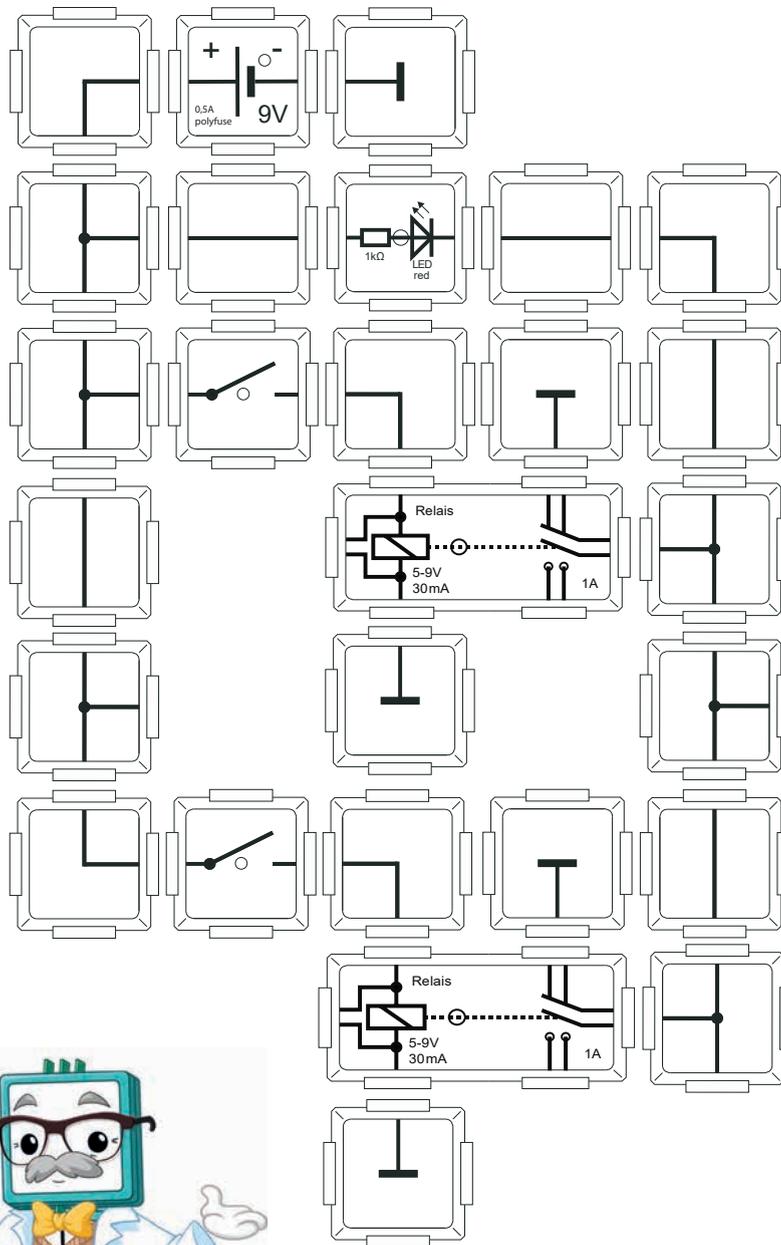
18.12 Relé (Operación AND)

La función AND se puede implementar con un circuito de relé así como con un transistor (cap. 14.5) con diodos (cap. 14.1) o con interruptores (cap. 5.1). Aquí, los contactos de los dos relés se colocan en serie, de modo que la señal de salida sólo se activa cuando ambos interruptores están cerrados. El montaje experimental se muestra en el siguiente circuito. Al igual que en los otros experimentos AND, el LED rojo se enciende si se pulsamos ambos botones al mismo tiempo y, por lo tanto, se activan ambos relés. La tabla de veracidad para la operación AND se puede consultar en el capítulo. 5.1 o 14.5.



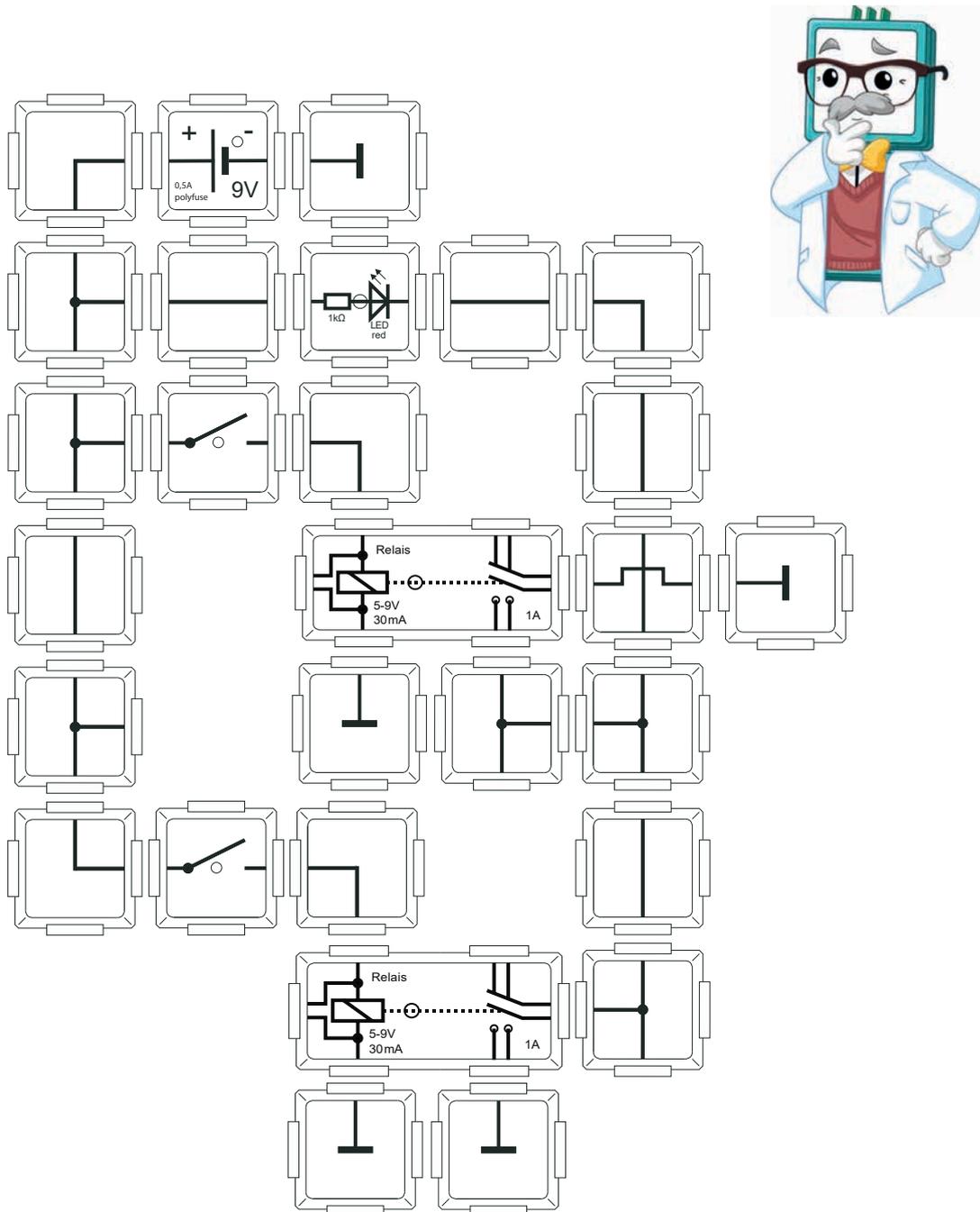
18.13 Relé (Operación NOT AND (NAND))

Un circuito NAND se muestra en el siguiente ejemplo, con dos contactos OFF actuando como NOT, los cuales son paralelos al LED. Sólo cuando se pulsan los dos botones, el LED rojo se apaga y hay un nivel bajo en la salida. El cableado de los relés utiliza la función de apertura de los interruptores. La tabla de veracidad y más información sobre el NAND se puede encontrar en el capítulo 14.3.



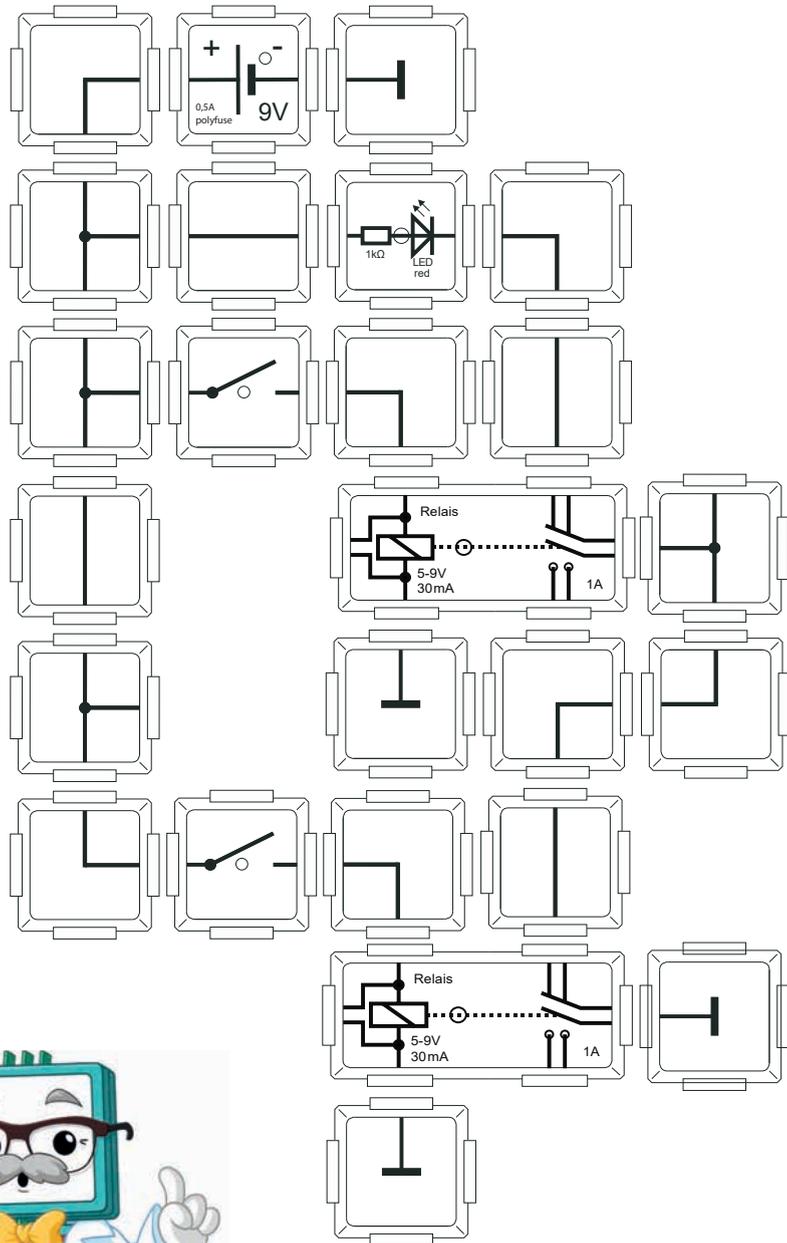
18.14 Funcionamiento del relé OR

Quien haya entendido los principios básicos de la tecnología digital, puede crear fácilmente un circuito OR a partir del ejemplo 18.13. El ejemplo 18.13 puede modificarse fácilmente para implementar la función OR. Para ello se pueden invertir la función de los dos contactos de trabajo de conmutación de los relés y utilizarlos como contactos de cierre. Sólo es necesario conectar los brick de tierra al lado opuesto de los brick relé. El LED rojo se enciende cuando uno u otro botón o ambos botones están cerrados.



18.15 Funcionamiento del relé NOT OR (NOR)

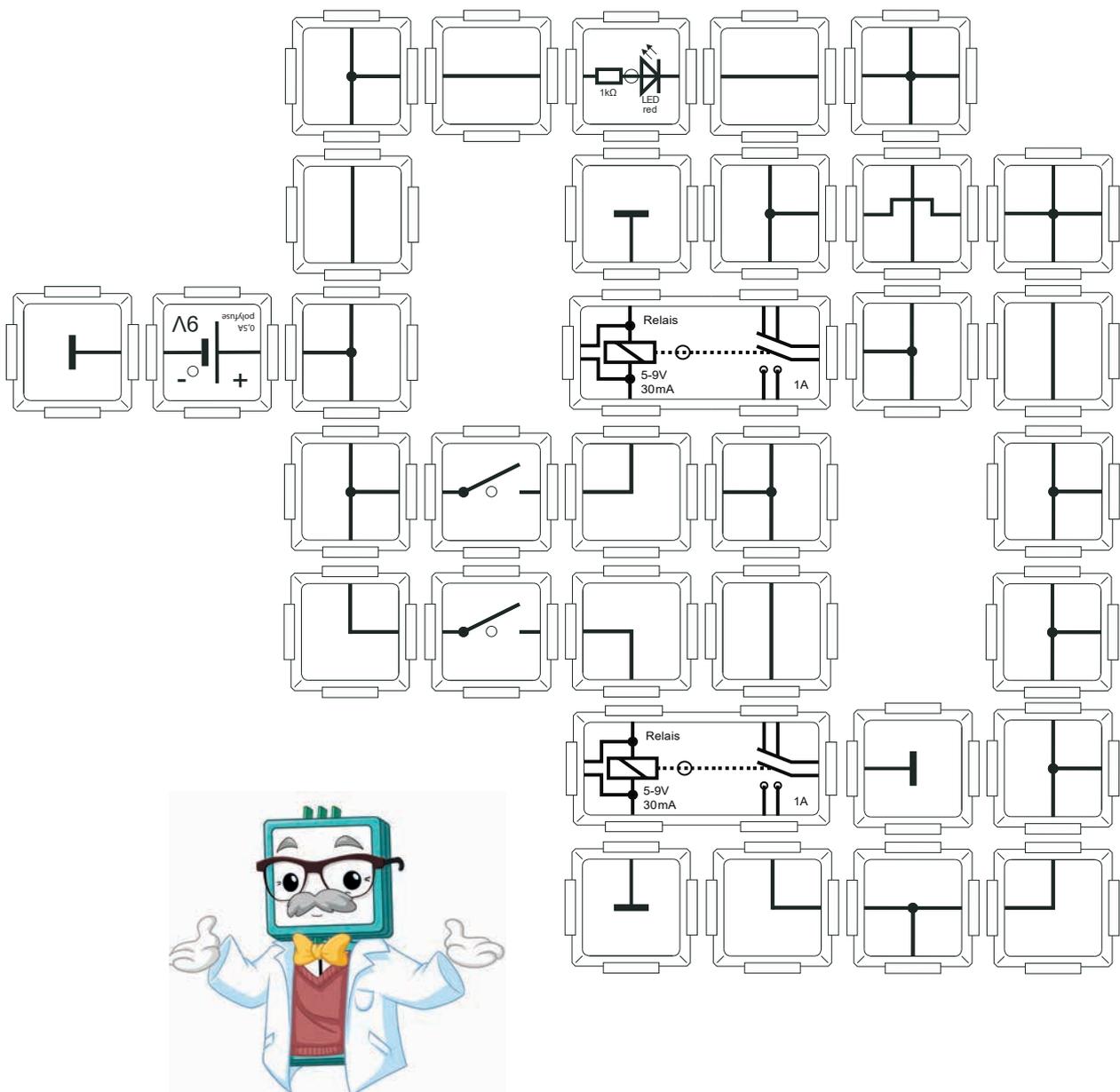
Ya hemos visto las similitudes de las operaciones NAND y OR. Ahora negamos el circuito del ejemplo 18.14. Los contactos normalmente cerrados se insertan en serie en el circuito, de forma que sólo dejan una señal de salida cuando ambos botones están abiertos y la corriente fluye a tierra. Sólo hay una combinación de señales de entrada en la que una señal de salida está activa a un nivel alto, y es en el caso de que no se pulse ningún botón. La tabla de veracidad de esta combinación NOR se puede encontrar en el capítulo. 14.4 que describe una combinación NOR alternativa a nivel de transistor.



18.16 Funcionamiento del relé Exclusivo-OR (XOR)

El exclusivo OR se implementa mediante dos interruptores. Nuestros relés tienen un contacto activo de encendido y apagado, que se pueden utilizar para este fin. El LED rojo sólo se enciende cuando se pulsa un botón u otro. Si no se pulsa ningún botón o se pulsan ambos al mismo tiempo, el LED rojo no se enciende: Sólo las señales de entrada distinguibles proporcionan un nivel "alto" en la salida. La tabla de veracidad e información adicional sobre XOR se pueden encontrar en el capítulo 5.4.

Como un rompecabezas más avanzado, puedes tratar de construir un enlace exclusivo NOR y un exclusivo AND.

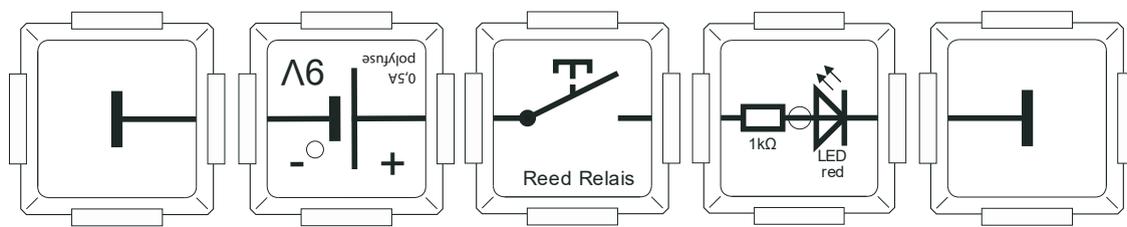


19. Relé Reed

19.1 Relé Reed

Atención: El relé reed consiste en un pequeño tubo de vidrio que puede dañarse fácilmente. El tubo contiene un contacto de polarización magnética que conmuta bajo la influencia de un campo magnético. El campo magnético debe ser opuesto al campo interno. El experimento se realiza utilizando un circuito en serie de un brick de batería, el relé reed y un LED. Todo conectado con dos bricks de tierra al final. El relé reed se activa con una barra magnética. El imán puede cerrar el contacto y el LED se enciende cuando se aplica el imán en la orientación correcta. Los relés reed se utilizan, por ejemplo, como detectores de proximidad para objetos metálicos.

En los portátiles, los contactos reed se instalan para apagar la pantalla cuando el portátil está cerrado. El relé reed se puede utilizar sin mucho desgaste debido a su sencilla construcción, a diferencia de otros sistemas mecánicos.

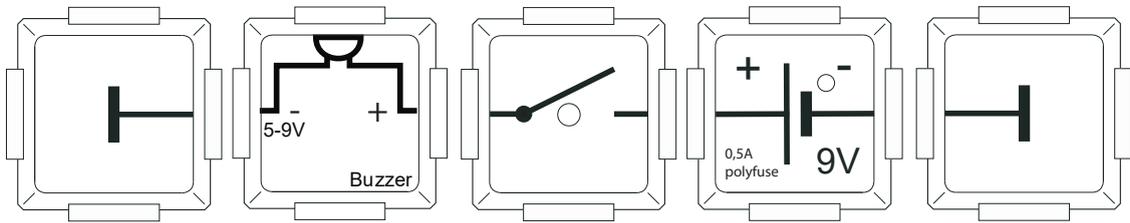


20. Timbre- Circuito Morse

Un timbre es un generador de señal acústica, con un ancho de banda inferior al de un altavoz. El timbre puede llegar a ser muy fuerte, cuando se inserta con la polaridad correcta. El ejemplo muestra la disposición correcta de los bricks. Si se pulsa el botón, se oye un pitido fuerte y brillante. Este circuito es por lo tanto muy adecuado para aprender código Morse.

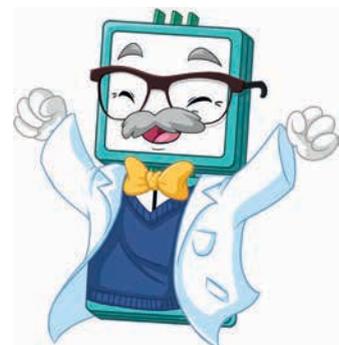
A través de secuencias rítmicas de tonos cortos y largos, letras y caracteres pueden ser transmitidos. La señal más conocida es el "SOS" (...---...). Esta señal se utilizaba antiguamente como señal de emergencia en la navegación marítima.

El código morse fue desarrollado a principios del siglo XIX por Samuel Morse y permitió transmitir información a grandes distancias. La simplicidad del código permitió transmitir la información por telégrafo. Hoy en día, el código morse sigue siendo muy popular entre los usuarios de radioaficionados. A través de una de las emisoras SDR en www.websdr.org puedes escuchar radios de onda corta, CW.



Caracteres - Código Morse

A	. _ _	S
B	_ _ . .	T	_ _ _	, _ _ _ . . _ _ _
C	_ _ . _ .	U	. . _ _	? . . _ _ . . .
D	_ _ . .	V	. . . _ _	" . . _ _ _
E	. _ _ _	W	. _ _ _ _	! _ _ . . . _ _ _
F	. . _ _ .	X	_ _ . . _ _	/ _ _
G	_ _ _ .	Y	_ _ . _ _ _	(_ _ . . _ _ .
H	Z	_ _ _ . .) _ _ . . _ _ . _ _
I	. . _ _	0	_ _ _ _ _ _ _	&
J	. _ _ _ _ _	1	. _ _ _ _ _	: _ _ _ _
K	_ _ . _ _	2	. . _ _ _ _	;
L	. _ . . .	3	. . . _ _ _	= _ _ . . . _ _
M	_ _ _ _	4 _ _	+
N	_ _ .	5	- _ _
O	_ _ _ _ _	6	_ _	_
P	. _ _ . .	7	_ _	"
Q	_ _ _ . _ _	8	_ _ _ . . .	\$
R	. _ . .	9	_ _ _ _ . .	@

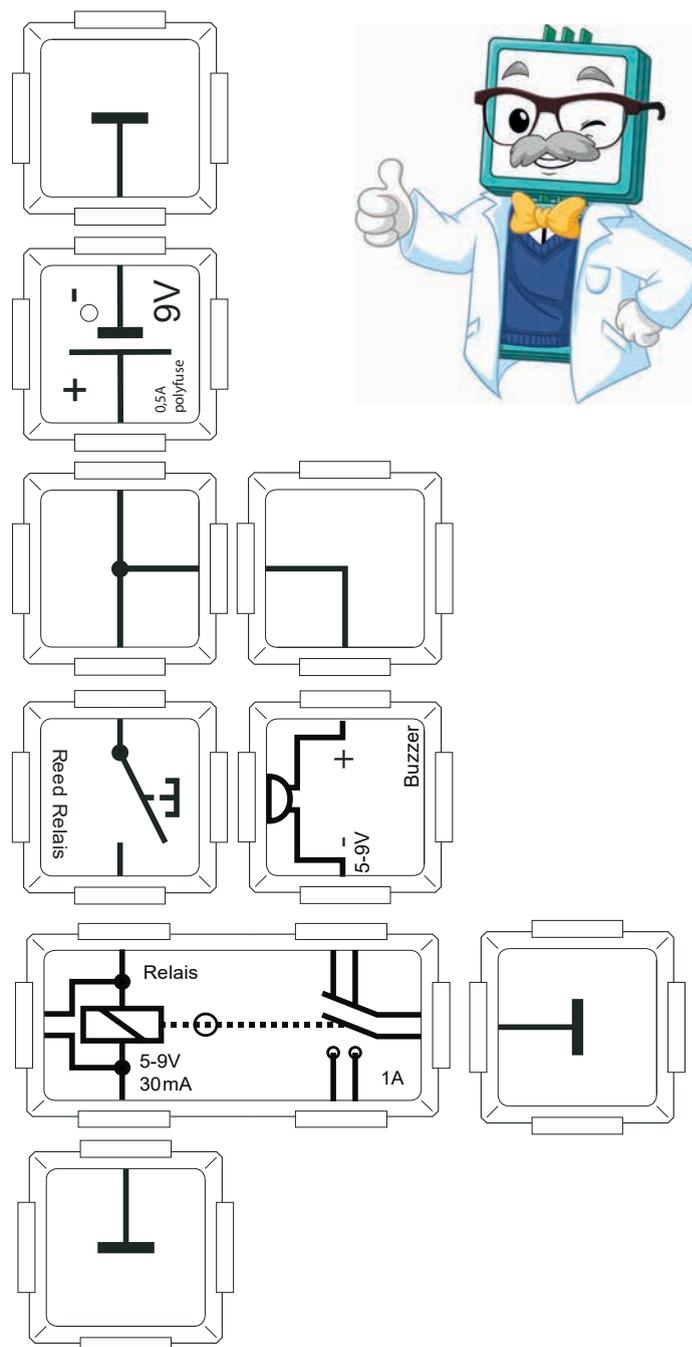


21. Sistemas de alarma

21.1 Sistema de alarma 1

Los sistemas de alarma deben estar diseñados para activarse en caso de emergencia. Por lo tanto, tiene sentido implementar un circuito de interrupción de energía. Para ello utilizamos nuestro contacto Reed como sensor, que activa un relé. Se puede utilizar, por ejemplo, en una puerta cerrada. Liberando el contacto, cuando la puerta se abra, se activará un dispositivo de señalización mediante su funcionamiento NOT. En el circuito de abajo, el relé se activa cuando el contacto reed está cerrado.

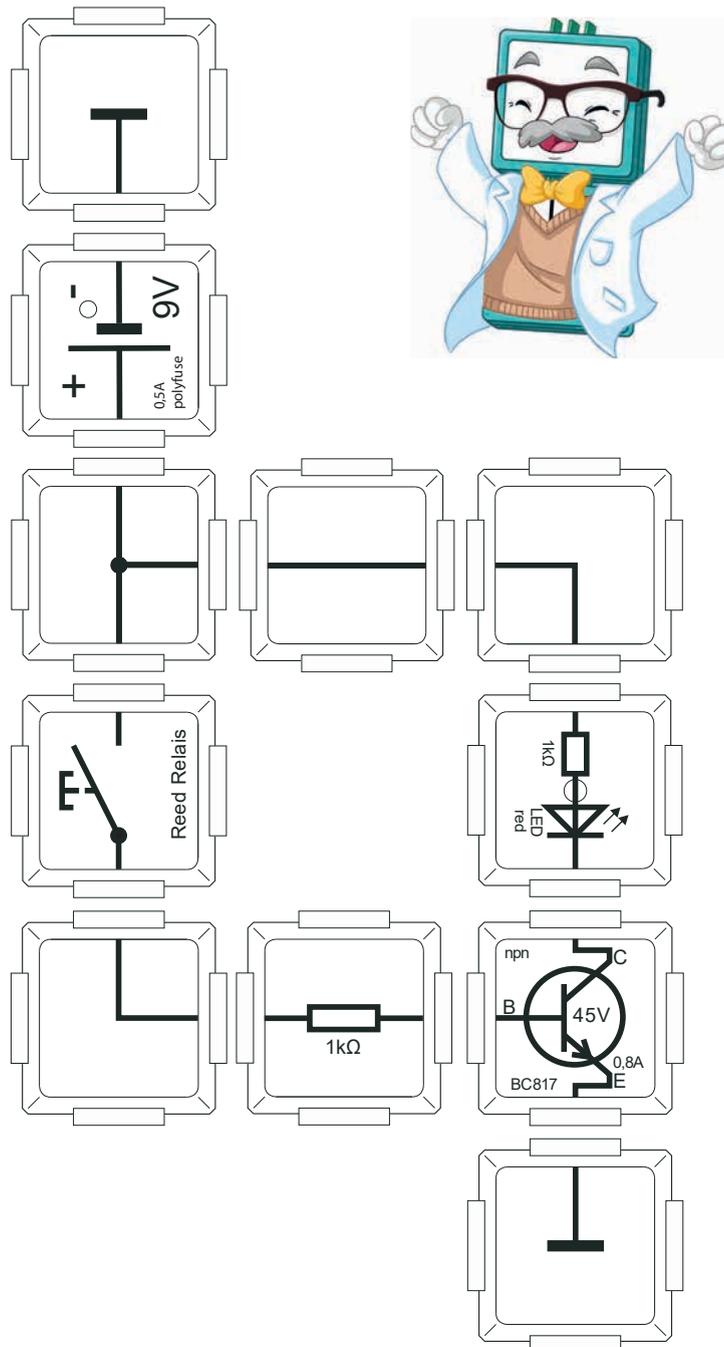
Los contactos de trabajo se utilizan como un abridor, que se utiliza para implementar la función NOT. Si el relé está desactivado, el timbre lo indica. En la puerta que se debe comprobar, una pequeña barra magnética activa el contacto reed, siempre que la puerta esté cerrada. El sistema también se activa si los cables de señalización están cortados. La fuente de alimentación debe estar cerca del timbre y no debe ser interrumpida.



21.2 Sistema de alarma 2

A veces es interesante visualizar el estado de cierre de un sistema de alarma en lugar de sólo la alarma, por ejemplo, en una sala de control. En este caso podemos utilizar un transistor como interruptor electrónico, en lugar de los últimos relés utilizados. Cuando el contacto Reed se cierra, el transistor está activo y la corriente fluye hacia el LED, el cual se enciende. El LED rojo actúa como un indicador óptico de señal.

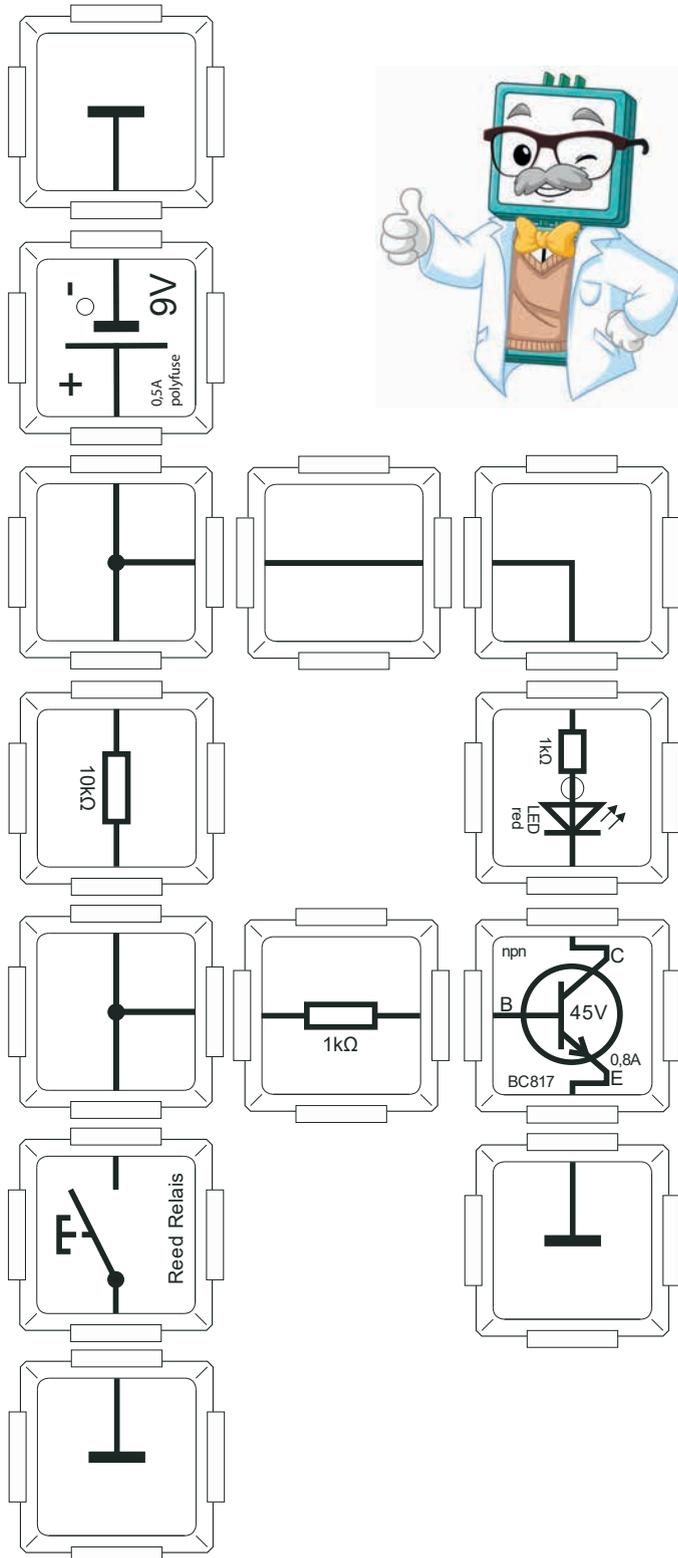
Ahora recibes feedback sobre el estado de una ventana, que debe estar cerrada bajo cualquier condición. Debe haber un imán conectado a la ventana, controlando el relé Reed. Si la ventana se abre sin autorización, el contacto Reed se desactiva y el transistor también se desactiva, lo que hace girar el LED en la sala de control e indica el posible peligro. Esto, por ejemplo, se puede utilizar para la fabricación industrial bajo condiciones de limpieza.



21.3 Sistema de alarma 3

En comparación con el sistema de alarma anterior, sustituimos el contacto Reed por una resistencia de 10kOhm. Esto suministra una corriente de base cuando el circuito está inactivo. El transistor cambia a tierra y el LED se enciende. El contacto Reed, por otro lado, ahora también está conectado a tierra. Una clavija tira del contacto de la base del transistor a tierra. La corriente de base llega a cero, el transistor se bloquea y el LED se apaga.

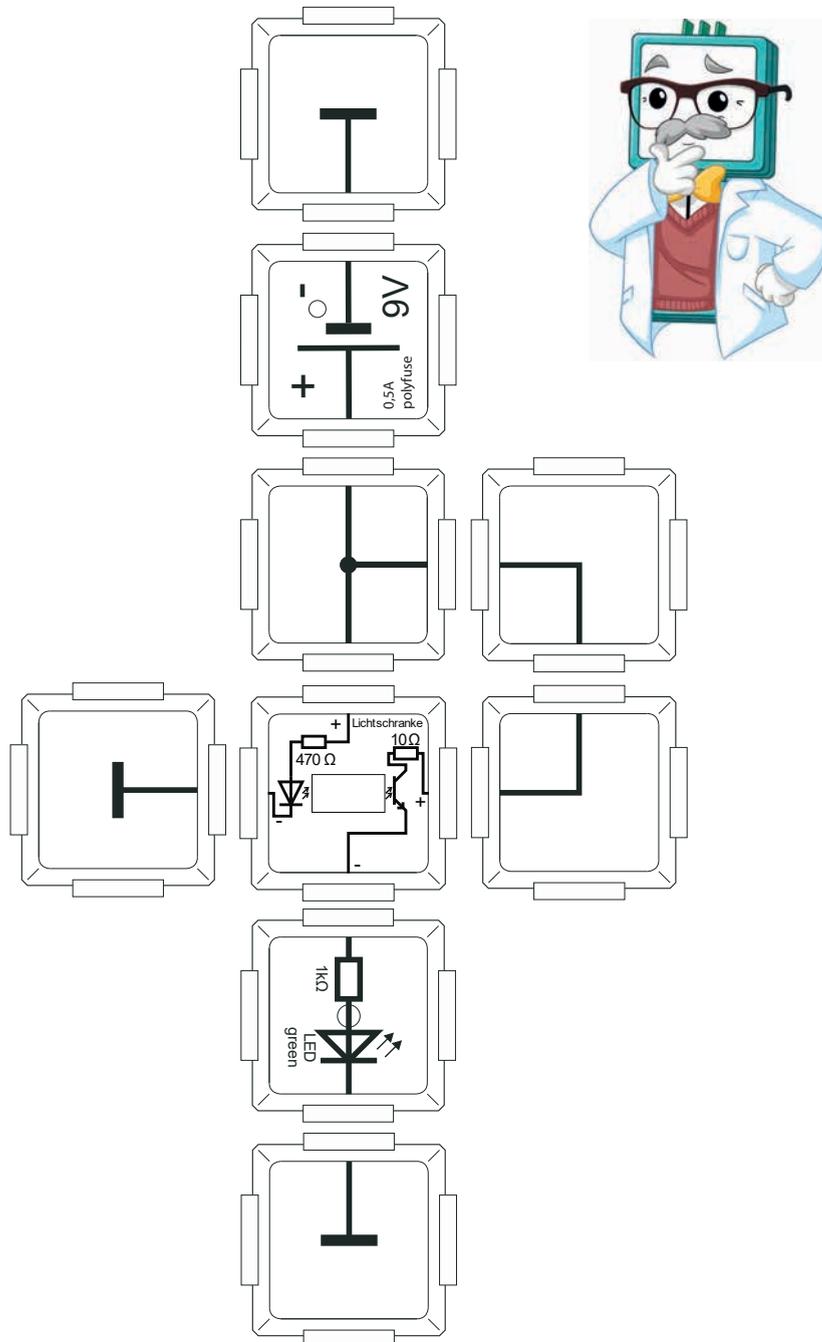
Esto se puede utilizar, por ejemplo, para la protección contra el desbordamiento de un tanque. Tan pronto como el sensor alcanza un nivel crítico, el contacto reed se cierra a través del imán conectado a un flotador. Si ahora extendemos el circuito para que la bomba que llena el contenedor se detenga cuando se apague el LED, podremos evitar el desbordamiento. Hemos resuelto una tarea de automatización.



21.4 Barrera de luz 1

Las barreras de luz se utilizan como sensor optoeléctrico en muchas aplicaciones técnicas. Son fáciles de manejar, muy precisas y consumen poca energía. Las barreras de luz se utilizan a menudo para detectar obstáculos. El sistema interrumpe automáticamente su funcionamiento mientras el objeto bloquee la transmisión al sensor.

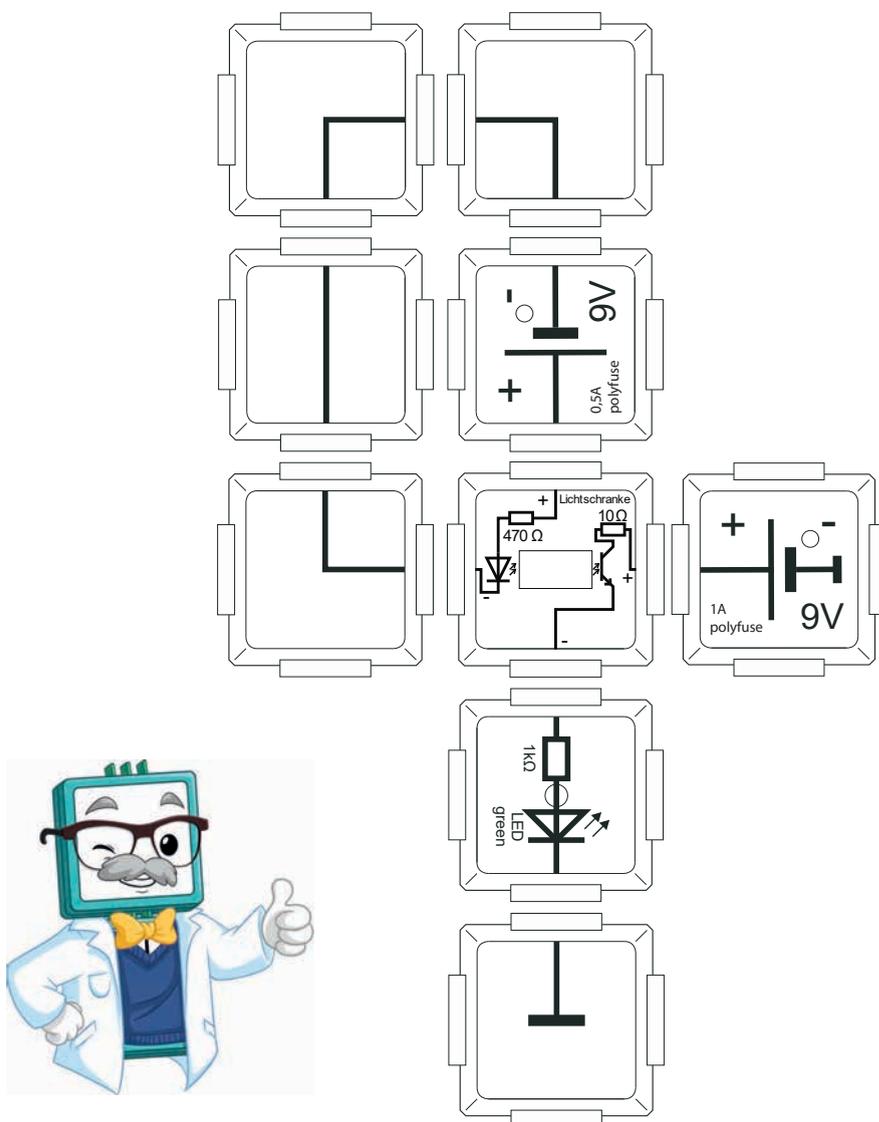
Una barrera de luz puede impedir el cierre de una puerta mientras alguien esté todavía en el área de cierre de la puerta. Se utiliza a menudo, por ejemplo, en las puertas de los ascensores. En nuestro ejemplo utilizamos el LED verde como indicador. El LED verde está encendido siempre que la luz pase a través de la barrera de luz y NO esté bloqueada por ningún obstáculo. Un obstáculo que bloquee la luz, lo apagará.



21.5 Barrera de luz 2

La transmisión de la información también puede realizarse utilizando barreras de luz y sus propiedades de aislamiento galvánico. El siguiente ejemplo muestra dos circuitos separados, que están acoplados ópticamente. Esto tiene muchas ventajas, por ejemplo, los sistemas de alarma deben funcionar correctamente, incluso si se han cortado de la alimentación eléctrica. Esto es importante, porque a menudo el suministro de energía es cortado por los ladrones. La separación galvánica es la ausencia de un potencial de referencia común entre dos o más circuitos de potencia. Los portadores de carga no se pueden cambiar, por lo que un cortocircuito en un circuito no conduce a un cortocircuito en el otro. Por eso hemos utilizado dos fuentes de alimentación de tensión diferentes para los circuitos. La alimentación de batería para el LED del emisor y la alimentación del circuito con el fototransistor (receptor) y el LED verde como emisor de señal. Si el LED del circuito emisor se rompe, el LED verde del circuito receptor también se apaga.

Otra ventaja es el aislamiento galvánico a diferentes niveles de tensión. De este modo, los circuitos pueden adaptarse mejor a su aplicación. Por ejemplo, un circuito puede operar en el nivel de bajo voltaje y el otro en el nivel de alto voltaje. (¡Los autotransformadores con toma no están aislados!).



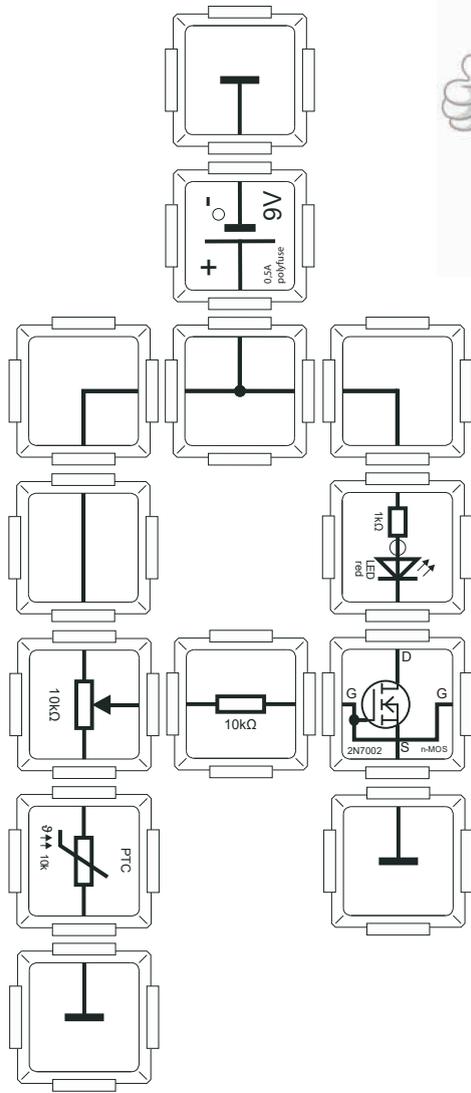
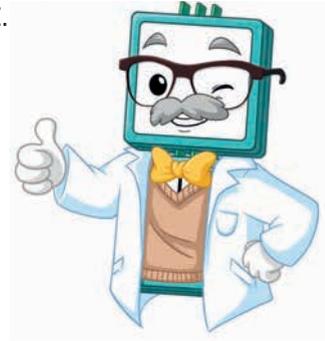
22. Elementos térmicos

22.1 Elementos térmicos con PTC

Un PTC (Coeficiente Positivo Temperatura) es una resistencia que cambia su resistencia en función de la temperatura. Positivo, en este contexto, significa que la resistencia y la temperatura son proporcionales entre sí. Por lo tanto, el valor de resistencia aumenta con el aumento de la temperatura; el componente es mejor conductor cuando está frío que cuando está caliente. Los PTC son muy adecuados como sensores de temperatura.

Queremos construir un circuito en el que un LED se encienda en cuanto se supere una temperatura determinada y ajustable. Aquí el PTC se conecta con el brick potenciómetro. La tensión de salida del potenciómetro depende del ajuste del regulador y de la temperatura. Con el PTC, el cambio en la resistencia en el rango de temperatura ambiente es relativamente pequeño. Pero el siguiente transistor MOSFET tiene suficiente ganancia para permitir un umbral de conmutación ajustable.

El MOSFET (canal n, normalmente bloqueando) usado aquí reacciona a cambios sensibles de voltaje y enciende el LED rojo colocado entre el contacto de drenaje y el suministro, a medida que la temperatura aumenta. Girando el potenciómetro en sentido contrario a las agujas del reloj, se reduce el punto de funcionamiento de la temperatura. Un ejemplo de termistor PTC son las clásicas lámparas incandescentes. Como regla general, no se perciben conscientemente como tales. Sin embargo, se puede comprobar que aumentan considerablemente su resistencia cuando se encienden en menos de un segundo. A partir de aprox. 20°C, la temperatura de una lámpara incandescente se eleva bruscamente a unos 3500°C. Esto corresponde al funcionamiento de un termistor PTC.

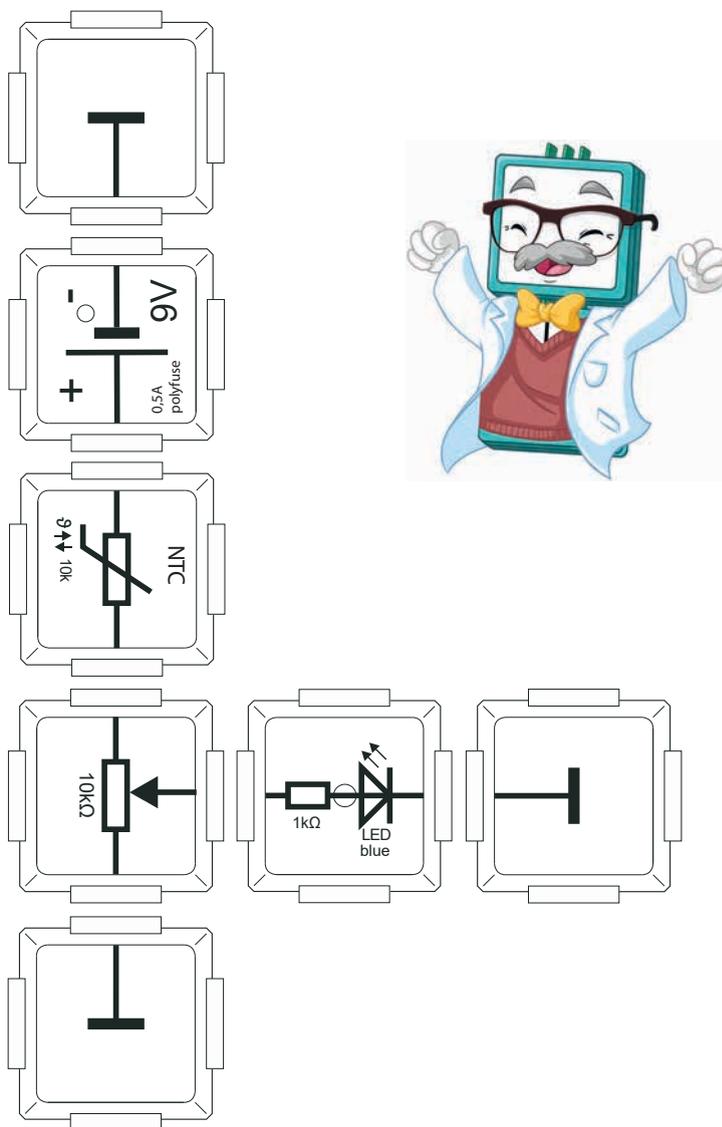


22.2 Elementos térmicos NTC

Un NTC es una resistencia dependiente de la temperatura (Coeficiente Negativo de Temperatura). Negativo en este contexto significa que la resistencia y la temperatura son inversamente proporcionales entre sí. Por lo tanto, el valor de resistencia disminuye con el aumento de la temperatura, los componentes son mejores conductores cuando están calientes que cuando están fríos.

Los NTC se utilizan como sensores de temperatura. Este circuito de ejemplo coloca el NTC en serie con el potenciómetro, para ajustar la intensidad del LED azul. Los LED azules tienen una tensión de funcionamiento más alta que los otros LED y los NTC tienen una impedancia relativamente alta a temperatura ambiente. Es por eso que el circuito puede ser implementado sin amplificación, por un transistor, por ejemplo. Es suficiente con conectar el LED indicador al grifo central del potenciómetro. Girando el potenciómetro en sentido contrario a las agujas del reloj, se reduce el punto de funcionamiento de la temperatura. La función es fácil de comprobar con un paquete frío. Hay que tener cuidado, el agua puede destruir el brick! Por lo tanto, se recomienda envolver el paquete de hielo con un paño antes de aplicarlo al brick NTC. Cuanto más frío esté el brick NTC, antes se apagará el LED azul.

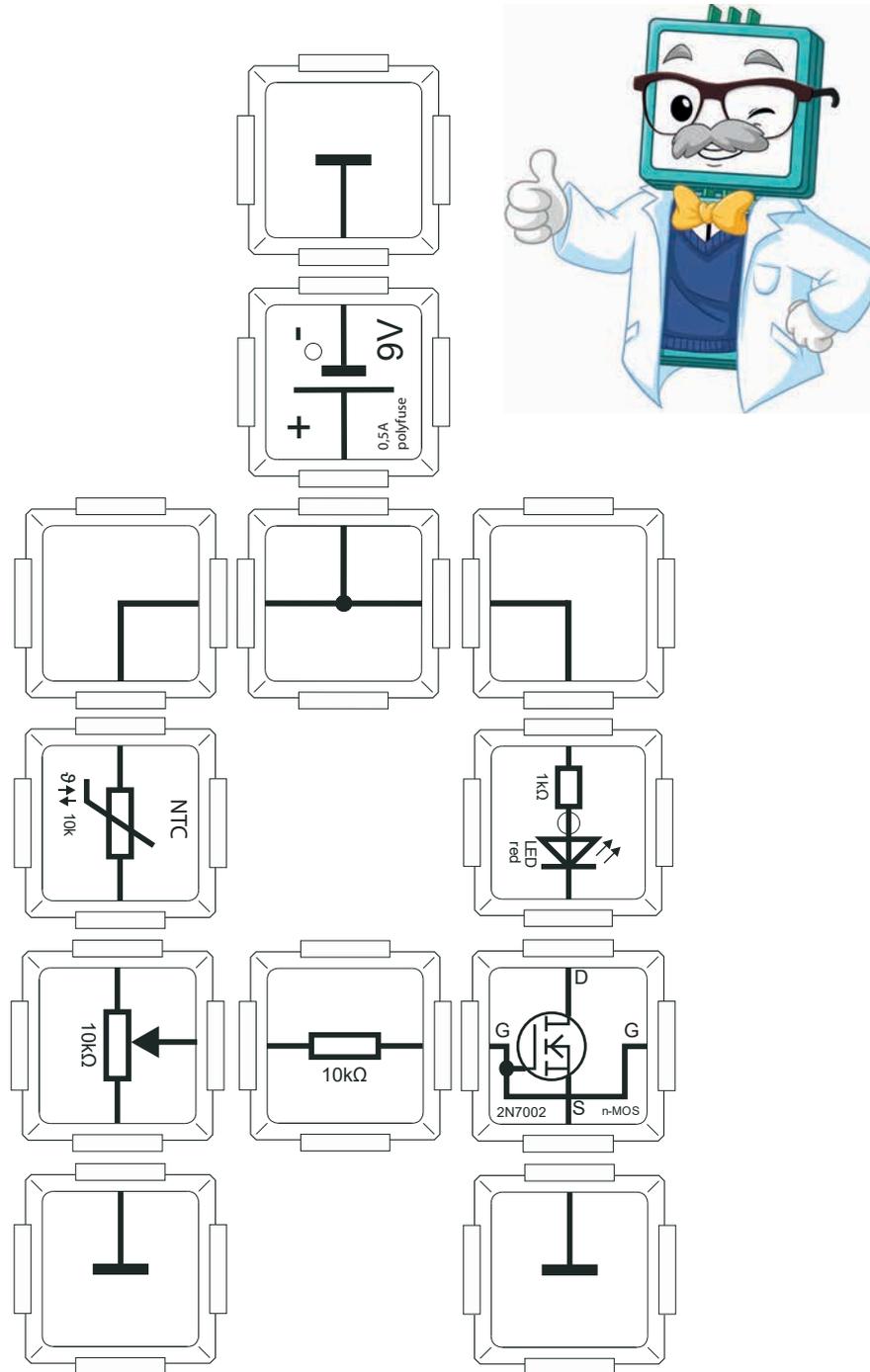
Esta función es reversible, para ello hay que intercambiar el NTC y el potenciómetro en la conexión en serie.



22.3 NTC con MOSFET (canal n, modo de mejora)

En comparación con los experimentos anteriores, el circuito de corriente utiliza un transistor MOSFET del tipo 2N7002 (canal n, normalmente bloqueando) entre el LED y el potenciómetro.

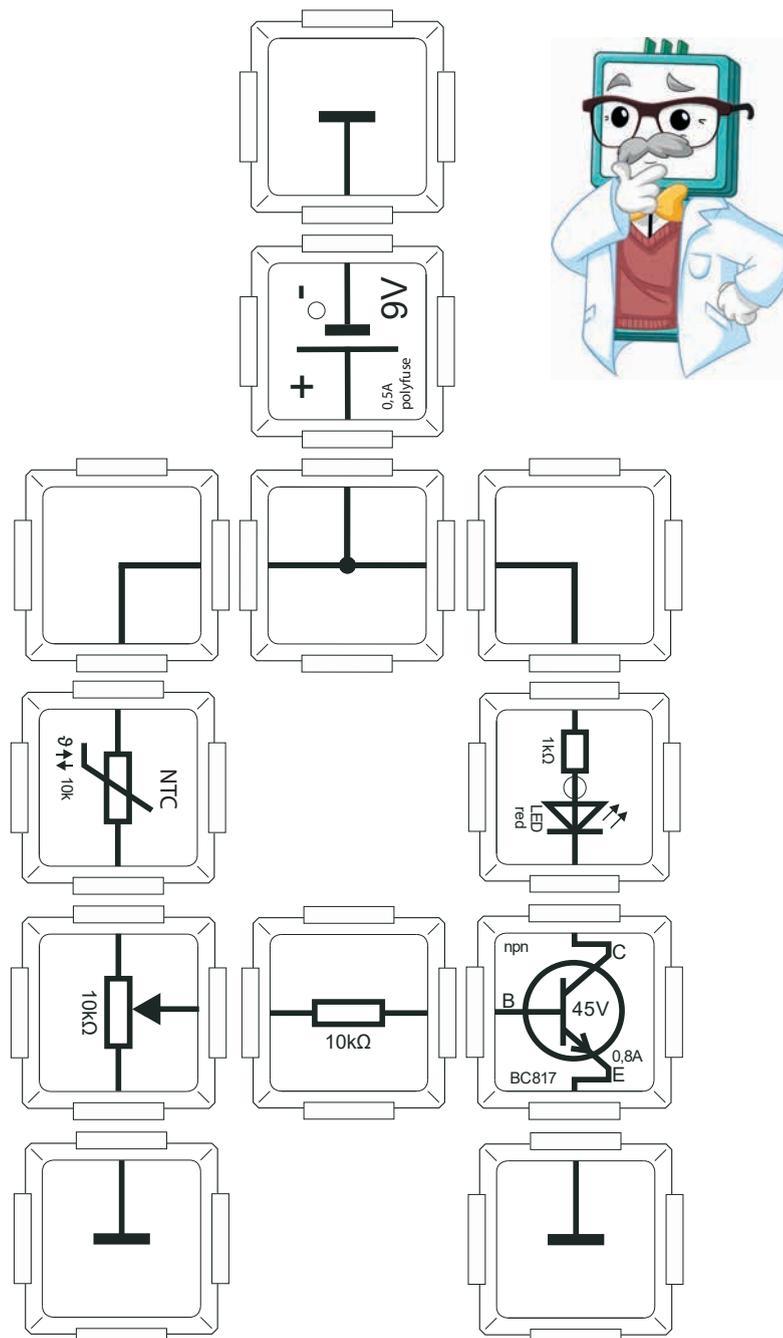
El funcionamiento es idéntico al del experimento 22.2, pero el transistor sólo hace que el circuito sea un poco más sensible, de modo que la tensión de umbral pueda ajustarse mejor. Cuanto más caliente se vuelve el NTC, menor es su resistencia y menor es la caída de tensión. Como resultado, la tensión en la puerta del MOSFET aumenta y el LED rojo se enciende cuando se alcanza el umbral de conmutación.



22.4 NTC con transistor bipolar (BC817)

El modo de funcionamiento de este circuito es muy parecido al ejemplo anterior 22.3. Sólo el brick MOSFET tiene que ser reemplazado por el brick de transistor bipolar BC817. Cuanto más aumenta la temperatura del NTC, menor es su resistencia y menor es la caída de tensión. La tensión en la base del transistor aumenta y el LED rojo se enciende.

La inscripción en el brick NTC indica el valor de resistencia a 20°C.



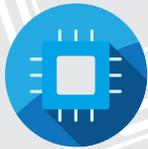
23. Visión de futuro

Pronto se presentarán otros sets electrónicos con posibilidades fascinantes:

- Radioaficionado: apto para la preparación de exámenes de radioaficionado
- Tecnología HF
- Tecnología digital
- Osciloscopio digital modular: con 100 MSPS, 2 canales, 14 bits de resolución y 2 convertidores digital/analógico 120 MSPS
- Analizador de espectros aprox. 200 MHz
- Adaptador CPU: para Arduino Nano, Raspberry, BananaPI
- Sets de gigahercios
- Generador de señal 250kHz-3GHz
- Frecuencímetro DC-2.5GHz, con adaptadores adicionales de hasta 26GHz
- Otros instrumentos
- Módulo conversor I2C, bloques vacíos y otros elementos especiales

Desarrollado por: DM7RDK

Como parte de la promoción y formación de jóvenes talentos para la radio y la industria.



ALLNET GmbH
Maistrasse 2
D-82110 Germering

Tel.: +49 89 894 222-22
Fax.: +49 89 894 222-33

www.brickrknowledge.com
email: info@brickrknowledge.com