



Naučná stavebnice pro lepší chápání elektroniky

Obj. č.: 19 22 96



Vážený zákazníku,

děkujeme Vám za Vaši důvěru a za nákup experimentální elektronické stavebnice Conrad.

Od doby, kdy byl vynalezen tranzistor, se elektronika stále vylepšuje. Dnes nás obklopují přístroje, jejichž integrované obvody obsahují mnoho milionů tranzistorů. Zároveň ale méně a méně lidí přesně ví, jak takový (samostatný) tranzistor vlastně pracuje. Propast mezi používáním a chápáním elektroniky se neustále prohlubuje. Je to velmi jednoduché, vezměte si několik tranzistorů a proveďte několik jednoduchých experimentů. Otevře se vám přitom nevyčísitelný počet možností. Mnoho problému je možné vyřešit pomocí jednoduchého tranzistorového obvodu. Využijte svou tvořivost!

Tranzistor představuje komponent s 3 konektory a slouží ke kontrole elektrického proudu. Množství procházejícího proudu se ovládá řídicím připojením (gate). V podstatě existují jen 2 druhy tranzistorů. Bipolární tranzistory se skládají z vrstev s N a P polovodičového materiálu. V závislosti na pořadí vrstev rozlišujeme tranzistory NPN (např. BC547) a PNP tranzistory (např. BC557). Naopak unipolární tranzistory se skládají jen z jednoho polovodičového kanálu, jehož vodivost se mění elektrickým polem. Proto se jim říká tranzistory řízené elektrickým polem (Field Effect Transistors – FET). Typickým představitelem je N-kanál MOSFET BS170.

Naučná stavebnice vám pomůže snadněji proniknout do světa elektroniky. K dispozici máte především jednotlivé komponenty a experimenty se provádí na pokusné desce. Pro každý experiment máte obvodové schéma a obrázek sestavení. Fotografie slouží jen pro představu. Komponenty můžete sestavovat i jinak. Připojovací vodiče jednotlivých komponentů jsou v některých případech na obrázcích zkráceny, aby se dosáhnul lepší přehled. Vy ale budete používat připojovací vodiče v celé délce, takže je lze použít také pro jiné pokusy.

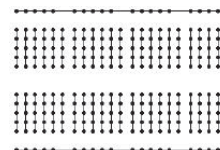
Patch panel

Všechny experimenty se provádí na laboratorní experimentální desce. K bezpečnému připojení komponentů slouží patch panel s 270 kontakty v 2,54 mm mřížce.



Obr. 1: Experimentální deska

V oblasti uprostřed patch panelu je 230 kontaktů, které jsou všechny elektricky propojeny svislými proužky s pěti kontakty. Kromě toho je na desce 40 kontaktů po stranách pro napájení, které se skládají ze dvou horizontálních kontaktních proužků s 20 kontakty. Patch panel tak má dva nezávislé napájecí sloupce. Obrázek 2 ukazuje všechna interní připojení. Vidíte zde řady krátkých kontaktů uprostřed a dva dlouhé napájecí sloupce po stranách.



Obr. 2: interní řady kontaktů

Vkládání komponentů vyžaduje poměrně dost síly, zatímco připojovací vodiče zaklapnou snadno. Je důležité, aby byly vodiče vkládány přesně seshora. Můžete si přitom pomoci pinzetou nebo hmatadlem. Dráty nad deskou mějte co nejkratší a tlačte je při vkládání kolmo dolů. Můžete použít i citlivé připojovací vodiče, jako jsou pocínované konce napájecího konektoru baterie.

Ke svým experimentům budete potřebovat krátké a dlouhé kusy drátů, které se budou muset useknout, aby seděly na připojovacím vodiči, který je součástí dodávky. Pro odizolování konců vodičů uřežte izolaci kolem dokola ostrým nožem.

Baterie

V následujícím přehledu jsou zobrazeny komponenty, jak skutečně vypadají a schématické symboly, které se skutečně používají v obvodovém schématu. Namísto baterie můžete použít například jednotku napájecího zdroje.



Obr. 3: Baterie, jak skutečně vypadá a jako schématický symbol

Nepoužívejte alkalické baterie ani nabíjecí akumulátory, ale jen obyčejné zinko uhlíkové baterie. Alkalické baterie mají delší životnost, ale i slabou stránku. Například, v případě zkratování obvodu (stejně jako u nabíjecích akumulátorů) vzniká velmi vysoký proud až víc než 5 A.

Mohou se tím silně zahřívát vodiče i samotná baterie. Oproti tomu zkratovací proud zinko uhlíkové baterie je obvykle menší než 1 A. Zničí se tím sice citlivé komponenty, ale nehrozí nebezpečí požáru.

Přiložený napájecí konektor baterie je vybaven pružným připojovacím kabelem. Konce kabelu jsou holé a pocínované. Jsou tak dostatečně tuhé, aby je bylo možné zastrčit do kontaktů na patch panelu. Častým vkládáním do kontaktů se však může narušit jejich tvar. Doporučuje se proto, abyste je nechávali vždy zastrčené v kontaktu a odstraňovali pouze připojovací klip (protikus) z baterie.

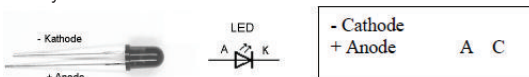
Jeden zinko-uhlíkový článek nebo alkalický článek má napětí 1,5 V. V baterii je sériově zapojených několik článků. Jejich počet je příslušným způsobem znázorněn schematickými symboly. Při vyšším napětí se obvykle články uprostřed označují tečkovanou čarou.



Obr. 4: Schematické symboly různých baterií

Světlo emitující diody (LED)

Naučná stavebnice obsahuje dvě červené LED a jednu zelenou a žlutou diodu. V případě diod se musí vždy věnovat pozornost jejich polaritě. Zápornému pólu se říká katoda a je na kratším připojovacím drátu. Kladný pól představuje anoda. Uvnitř diody můžete vidět na katodě držák krystalu diody. Anodový pól je připojen k mimořádně tenkému drátku s kontaktem na vrcholu krystalu. Na rozdíl od žárovek se však dioda nesmí nikdy připojit přímo k baterii. Vždy je k tomu potřebný sériový rezistor.



Obr. 5: LED

Rezistory

Součástí stavebnice jsou uhlíkové rezistory s povolenou odchylkou $\pm 5\%$. Materiál rezistoru je připojen ke keramické tyčce a pokryt ochrannou vrstvou. Hodnota rezistorů se označuje barevnými kroužky. Vedle hodnoty odporu se uvádí také třída přesnosti.



Obr. 6: Rezistor

Použité rezistory mají povolenou chybu $\pm 5\%$ řady E24, přičemž každá dekáda obsahuje 24 hodnot, mezi nimiž jsou přibližně stejné vzdálenosti.

Tabulka 1: Hodnoty odporu řady E24

1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6
1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0
3,3	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1
5,6	6,2	6,8	7,5	8,2	9,1

Barevný kód hodnoty se čte podle kroužku, který je blíže okraji rezistoru. První 2 kroužky vyjadřují 2 číslice, třetí kroužek označuje exponent hodnoty odporu v ohmech. Čtvrté číslo představuje toleranci.

Tabulka 2: Barevné kódy rezistoru

Barva	1. kroužek 1. číslice	2. kroužek 2. číslice	3. kroužek Násobitel	4. kroužek Tolerance
Černá		0	1	
Hnědá	1	1	10	1%
Červená	2	2	100	2%
Oranžová	3	3	1 000	
Žlutá	4	4	10 000	
Zelená	5	5	100 000	0,5%
Modrá	6	6	1 000 000	
Fialová	7	7	10 000 000	
Šedá	8	8		
Bílá	9	9		
Zlatá			0,1	5%
Stříbrná			0,01	10%

Rezistory se žlutým, fialovým, hnědým a zlatým barevným kroužkem mají hodnotu 470 Ω s tolerancí 5%. V stavebnici jsou dva rezistory v následujících hodnotách:

470 Ω žlutá, fialová, hnědá
1 k Ω hnědá, černá, červená
22 k Ω červená, červená, oranžová
470 k Ω žlutá, fialová, žlutá

Tranzistory NPN

Tranzistory jsou součástky pro zesílení slabého proudu. Naučná stavebnice obsahuje 2 křemíkové tranzistory NPN BC547B. Elektrody tranzistoru se označují jako emitor (E), báze (B) a kolektor (C). Báze je uprostřed a emitor leží vpravo, když se díváte na značení a elektrody směřují dolů.



Obr. 7: NPN tranzistor BC547B

Tranzistory PNP

PNP tranzistor BC557B má stejné uspořádání elektrod a liší se od tranzistoru NPN jen polaritou. V schematickém symbolu směřuje emitor dolů.



Obr. 8: PNP tranzistor BC557B

MOSFET

Dokonce ani polem řízený tranzistor (MOSFET (BS170) se navenek neliší od bipolárního tranzistoru. Rozpoznáte ho jen podle potisku. Elektrody tranzistoru jsou označovány jako source (S), gate (G) a drain (D). Když se díváte na značení a elektrody směřují dolů, tak elektroda source je vpravo.



Obr. 9: Tranzistor MOSFET BS170

Kondenzátory

Kondenzátory jsou důležitou součástí elektroniky. Skládají se ze dvou kovových desek, které jsou odděleny izolační vrstvou. Když se na desky kondenzátoru přivede elektrický proud, vytvoří se mezi deskami elektrické silové pole, ve kterém se ukládá elektrická energie. Kondenzátor s velkým kovovým povrchem a malou vzdáleností mezi deskami má velkou kapacitu a může tak ukládat větší množství náboje daného napětí. Kapacita kondenzátoru se měří v jednotkách farad (f).

V porovnání se vzduchovou izolací, izolační materiál (dielektrikum) zvyšuje kapacitu kondenzátoru. V keramických diskových kondenzátorech se používá speciální keramický materiál, který umožňuje velkou kapacitu i při malých rozměrech. Naučná stavebnice obsahuje jeden keramický diskový kondenzátor (10 nF, s označením 103, 10 000 pF) a dva kondenzátory 100 nF (s označením 104, 100 000 pF).



Obr. 10: Keramický kondenzátor

Elektrolytické kondenzátory

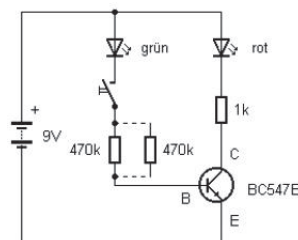
Elektrolytické kondenzátory poskytují značnou kapacitu. Izolaci tvoří velmi tenká vrstva oxidu hlinitého. Elektrolytický kondenzátor obsahuje tekutý elektrolyt a hliníkovou fólii s velkým povrchem. Napětí se aplikuje jen v jednom směru. Svodový proud teče špatným směrem a postupně zmenšuje izolační vrstvu, což vede k destrukci komponentu. Záporný pól je označen bílým proužkem a má kratší připojovací drát.



Obr. 11: Elektrolytický kondenzátor

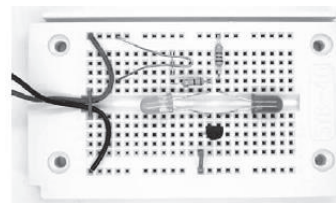
Krok 1: Zesilovací činitel tranzistoru

Obvod na obrázku 12 ukazuje základní fungování tranzistoru NPN. Jsou tam dva obvody. Malý základní proud prochází ovládacím obvodem a větší kolektorový proud prochází obvodem zátěže. Oba proudy současně tečou přes emitor. Protože emitor je společným bodem obvodu, říká se mu obvod emitoru. Když je obvod báze otevřen, proud zátěže déle neteče. Proud báze je mnohem menší, než je proud kolektoru. Nízký proud báze se tak zesiluje na větší proud kolektoru. Rezistor báze je 470x větší než sériový rezistor v zátěžovém obvodu. Malý proud báze lze identifikovat podle slabšího jasu zelené LED. Tranzistor BC548B zesiluje proud báze asi 300x, takže červená LED svítí podstatně silněji než zelená LED.



Obr. 12: Tranzistor NPN v obvodu emitoru

Připojte k existujícímu rezistoru báze paralelně druhý rezistor 470 kΩ. Proud báze se tak zvýší a rovněž se zvyšuje proud kolektoru. Tranzistor je nyní plně propojen, tj. ani větší proud báze nebude zvyšovat proud kolektoru. Pokud rezistor 22 kΩ připojíte paralelně, červená dioda nebude svítit jasněji. Tranzistor nyní funguje jako přepínač. Mezi kolektorem a emitorem dochází jen k velmi malému poklesu napětí asi 0,1 V. Proud kolektoru je omezován spotřebičem a nemůže se zvyšovat. Mezi bází a emitorem je napětí asi 0,6 V, které se změnou proudu mění jen nepatrně.

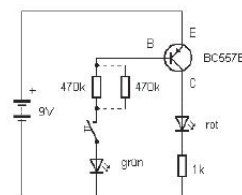


Obr. 13: Zesilovací činitel tranzistoru

Diody indikují proud. Červená dioda svítí jasně a zelená sotva svítí. Proud báze můžete identifikovat podle slabého svícení zelené diody jen za úplné tmy. Rozdíl představuje indikaci velkého činitele zesílení.

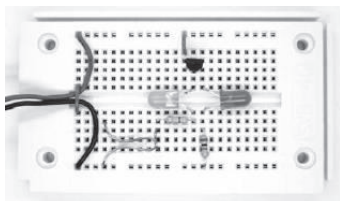
Krok 2: Přepólování kladného a záporného pólu

Tranzistor PNP má úplně stejnou funkci jako tranzistor NPN jen s tím rozdílem, že má opačnou polaritu. Emitor je tak na kladném pólu baterie.



Obr. 14: Tranzistor PNP v obvodu emitoru

Sestavte obvod s PNP tranzistorem BC557 a ověřte na něm zesilovací činitel proudu, i s použitím různých rezistorů báze. BC557B zesiluje proud asi 300 násobně.

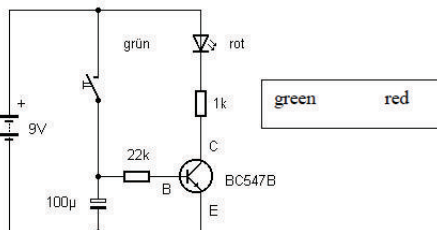


Obr. 15: Ověření zesilovacího činitele tranzistoru BC557

Krok 3: Ovládání dosvitu

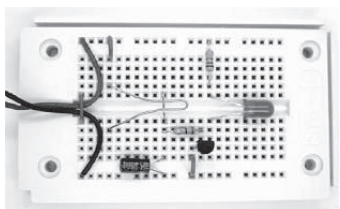
Cílem tohoto obvodu je vytvoření diodového svítidla s automatickým dosvitem. Na obdobném principu funguje osvětlení v automobilech. Když upustíte vozidlo, světlo ještě nějaký čas svítí a poté se pomalu vypne.

Když přiložíte elektrolytický kondenzátor se správnou polaritou k baterii, dostane elektrický náboj. Po oddělení od baterie si tento náboj delší čas uchovává. Elektrolytický kondenzátor pak můžete připojit k diodě. Objeví se krátký záblesk světla. Elektrolytický kondenzátor se v momentě vybije. Zesilovací činitel tranzistoru lze využít k prodloužení doby vybití kondenzátoru. V obvodu, který je zobrazen na obrázku 16 se nabíjecí kondenzátor používá elektrolytický kondenzátor 100 µF. Krátkým stisknutím přepínače se nabije a dodává proud báze obvodu emitoru po delší čas.



Obr. 16: Zpožděné vypínání

Čas vybití se podstatně prodlouží velkou bází rezistoru. Elektrolytický kondenzátor se téměř vybije asi po 2 sekundách. Ale po uplynutí této doby proud báze stále ještě postačuje k jemnému ztlumení tranzistoru. Proud kolektoru se snižuje jen postupně.

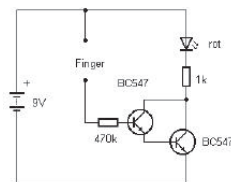


Obr. 17: Světlo s automatickým dosvitem

Krok 4: Senzor kontaktu

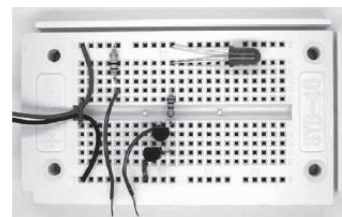
Můžete propojit světlo s jednoduchým vypínačem. Senzor kontaktu však můžete vytvořit i pomocí vhodného obvodu tranzistoru. Dva dráty, nebo kovové kontakty se přímo nedotýkají, ale namísto toho je spojte jenom prstem.

Zesilovací činitel proudu dvou tranzistorů můžete znásobit, když zesílíte už zesílený proud prvního tranzistoru ještě jednou jako proud báze druhého tranzistoru. Obvodu na obrázku 18 se také říká Darlingtonův obvod.



Obr. 18: Darlingtonův obvod

Pokud předpokládáme, že zesilovací činitel každého tranzistoru je 300, tak Darlingtonův obvod má zesílení 90 000. Rezistor báze 10 MΩ má nyní dostatečnou vodivost pro zapnutí diody. Při skutečném experimentu můžete namísto extrémně silného rezistoru použít fyzický kontakt. Díky velkému zesílení bude postačovat lehký dotyk suchým prstem. V případě, že fyzické kontakty se neúmyslně přímo spojí, chrání tranzistory další ochranný rezistor na vstupním vedení k baterii.

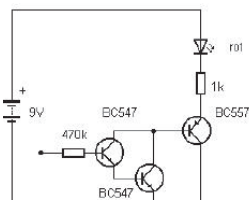


Obr. 19: Senzor kontaktu

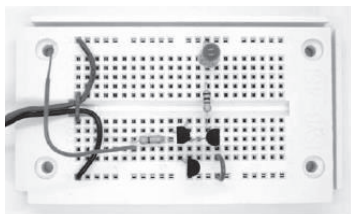
Krok 5: Detektor pohybu

Tento obvod má na vstupu prvního tranzistoru drát senzoru. Pokud se někdo pohybuje v blízkosti drátu, dioda se rozsvítí. Pohybem na izolovaném podkladu se každá osoba sama elektricky nabíjí, aniž by si to uvědomila. Když se pak přiblížíte k vodivým předmětům, elektrostatické síly vedou k přenosu elektrických nábojů, tj. malého proudu, který se zde značně zesílí.

Darlingtonův obvod aktivuje PNP tranzistor a činitel zesílení se znova stává 300x větším. K tomu, aby se červená LED viditelně rozsvítila, postačuje proud o velikosti několika picoampérů.



Obr. 20: Činitel zesílení se 3 tranzistory



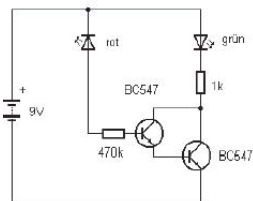
Obr. 21: Zesilovací senzor elektrického pole

Pro první zkoušku obvodu bude postačovat 10 cm dlouhý drát senzoru. Po nějakém pohybu na izolované podlaze běžně získáte dostatečně velký elektrický náboj. Poté dejte ruce do blízkosti drátu senzoru a jas diody se změní.

Pro zvýšení citlivosti obvodu můžete připojit delší drát senzoru. Nezáleží na tom, jestli má drát izolaci, nebo ne. Senzor bude dokonce ještě účinnější, když navíc uzemníte záporný pól baterie. Bude k tomu postačovat, když se obvodu dotkne druhá osoba. Nyní se bude detekovat pohyb už na vzdálenost půl metru. Jednotlivé krky signalizuje blikání LED. Pokud dojde k přímému kontaktu s neizolovaným drátem, uvidíte, že dioda nepřetržitě svítí. Ve skutečnosti však nesvítí nepřetržitě, ale bliká frekvencí 50 Hz.

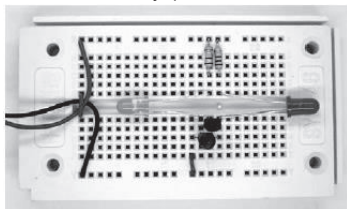
Krok 6: LED jako světelný senzor

Světelný senzor kontroluje jas LED diody. Když se světlo dotkne senzoru, LED se rozsvítí a pokud je tma, zůstává dioda vypnuta. Pokud se na diodu přivede napětí v opačném směru, neprotéká diodou prakticky žádný proud. Ve skutečnosti se tam však vytváří velmi malý zpětný proud v rozsahu několika nanoampérů, který je za normálních okolností zanedbatelný. Činitel zesílení Darlingtonova obvodu však umožňuje experimenty i s extrémně nízkým proudem. Proto například zpětný proud LED sám závisí na osvětlení a LED se stává zároveň fotodiódou. Extrémně nízký fotoelektrický proud červené LED se zesiluje dvěma tranzistory do takové úrovně, že se rozsvítí zelená LED.



Obr. 22: zesílení reverzního proudu LED

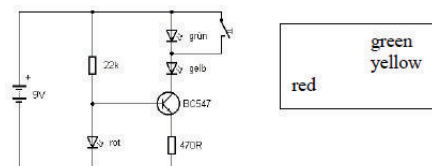
Při praktickém experimentu se pravá LED zapíná při normálním osvětlení prostředí. Na síle světla LED je poznat zastínění LED senzoru rukou.



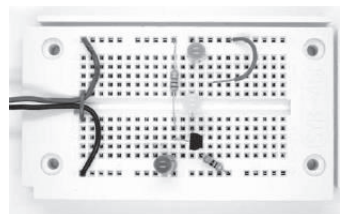
Obr. 23: LED jako světelný senzor

Krok 7: Stálá intenzita světla

Někdy můžete potřebovat, aby byl proud stálý a pokud možno nezávislý na kolísání napětí. LED tak bude svítit stejně jasně, i když napětí v baterii o něco klesne. Obvod na obrázku 24 ukazuje jednoduchý stabilizační obvod. Červená LED na vstupu stabilizuje napětí na cca 1,8 V. Proto, že základní napětí emitoru je vždy kolem 0,6 V, bude na rezistoru emitoru napětí kolem 1,2 V. Rezistor, proto určuje proud emitoru a tím i proud kolektoru kolem 2,5 mA. Diody v obvodě kolektoru nevyžadují sériový rezistor, protože proud diody se reguluje tranzistorem. Zdroj stálého proudu funguje i při různé zátěži. Bez ohledu na to, jestli používáte obě diody v obvodě kolektoru, nebo jednu z nich, obvod kolektoru zůstává stejný.



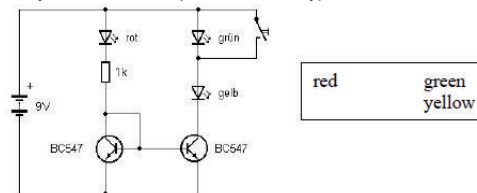
Obr. 24: Zdroj stabilizovaného proudu



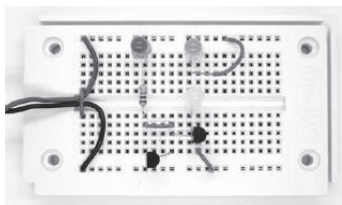
Obr. 25: stálá intenzita LED

Krok 8: Senzor teploty

Tento obvod ukazuje rozdíly teploty pomocí intenzity světla diody. Stačí se dotknout teplotního senzoru prstem. Obvod na obrázku 26 ukazuje tzv. proudové zrcadlo. Proud se odráží přes rezistor 1 kΩ na 2 tranzistory a znovu se objevuje přibližně ve stejné velikosti, jako je proud kolektoru pravého tranzistoru. Protože v případě levého tranzistoru jsou báze a emitor propojeny, objeví se automaticky napětí emitoru – báze přibližně 0,6 V, které vede určenému proudu kolektoru. Teoreticky by měl druhý tranzistor nyní ukazovat stejný proud kolektoru se stejnými daty a se stejným napětím emitoru – báze. V praxi však dochází k určitým rozdílům. Proudové zrcadlo je zároveň zdrojem konstantního proudu. Pokud vypustíte zelenou diodu, jas žluté diody se proto nemění.



Obr. Proudové zrcadlo

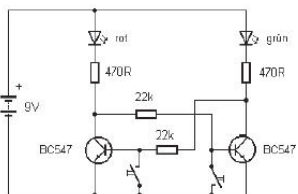


Obr. 27: Tranzistor jako senzor teploty

Tento obvod je vhodný jako citlivý teplotní senzor. Dotkněte se jednoho z tranzistorů prstem. Teplota, která se objeví, změní výstupní proud a stává se viditelným na změně jasu LED. V závislosti na tom, kterého tranzistoru se dotknete, můžete jas pravé diody o něco snížit, nebo zvýšit. V závislosti na teplotě prostředí můžete tranzistor prstem ohřát až o 10 °C, což je už velmi dobře viditelné. Rozdíl v jasu se stává ještě zřejmější, pokud jeden z tranzistorů opatrně zahřejete pájecí tyčí.

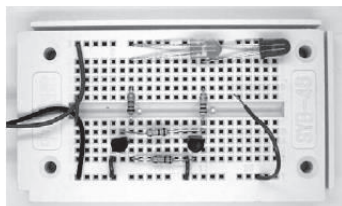
Krok 9: Vypínání a zapínání

Zatímco proud teče víceméně v analogovém obvodu, digitální obvod je buď úplně vypnut, nebo úplně zapnut. Stav ON (zapnut) a OFF (vypnut) jsou také označovány jako jedna a nula. Na níže uvedený obvod lze nahlížet jako na základní modul počítačové technologie. Obvodu s dvěma stabilními stavy napětí se říká spouštěcí obvod, nebo také klopný obvod. LED je buď vypnuta, nebo zapnuta, ale nikdy není napůl vypnuta, nebo napůl zapnuta. Obrázek 28 ukazuje typický jednoduchý klopný obvod. V podstatě se skládá ze 2 spojených fází zesilovačů s uzavřenou zpětnou vazbou.



Obr. 28: Bistabilní klopný obvod

Obvod se překlápá do jednoho z možných stavů. Když proud prochází pravým tranzistorem, levý je zablokovaný a naopak. Vodivý tranzistor má nízké napětí kolektoru a vypíná tak proud báze druhého tranzistoru. Stav přepnutí zůstává stejný, až dokud se nezmění některým přepínačem.



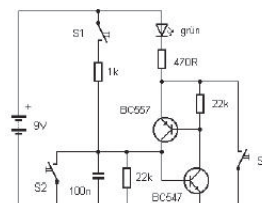
Obr. 29: Bistabilní klopný obvod

Zapněte provozní napětí. Zjistíte, že se rozsvítí jedna ze dvou diod. Nemůžete ale předem poznat, která strana se zapne. O tom, na kterou stranu se obvod překlápá, rozhoduje obvykle nerovnoměrné zesílení proudu tranzistorů.

Nyní použijte propojku a zablokujte jeden z tranzistorů. Aktivovaný stav zůstává neměnný i po odstranění propojky. Dva stavy se také označují jako Set (S) a Reset (R) a odtud i označení bistabilní klopný obvod RS.

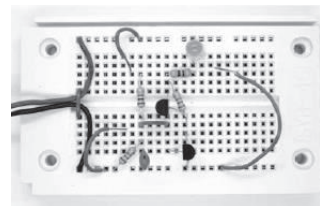
Krok 10: Aktivace nebo deaktivace

Bistabilní obvod lze sestavit jak s tranzistorem NPN tak PNP. Proud kolektoru jednoho tranzistoru se stává zároveň proudem báze druhého tranzistoru. Tak jsou buď oba tranzistory blokovány, nebo jsou oba vodivé. Po zapnutí je obvod nejdříve v blokováném stavu. Krátkou aktivací přepínače S1 se přepne do vodivého stavu. Tento stav se nyní uloží a zůstává nezměněn, dokud je přítomno napětí. Tranzistory se vrací do blokováného stavu jen vypnutím provozního napětí.



Obr. 30: Vodivost a jeho blokování

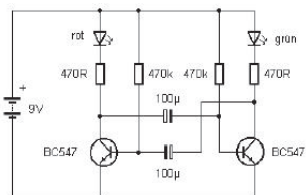
Krátkým spojením S1 obvod aktivujete a LED se rozsvítí. Naopak vodivý stav deaktivujete pomocí S2. S3 zapíná LED, ale zároveň ruší vodivý stav tranzistorů. Po otevření S3 se tak LED vypne.



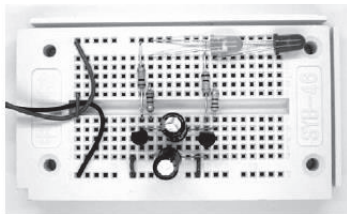
Obr. 31: Zapnutí nebo vypnutí

Krok 11: Dvojitý blikáček push-pull

Elektronický blikáček funguje jako tak, že se automaticky přepne dvě diody, z nichž je vždy zapnuta jen jedna. Na obrázku 32 je zobrazen obvod symetrického blikáče, který se označuje také jako multivibrátor. Ke zpětné vazbě dochází přes dva kondenzátory. U elektrolytických kondenzátorů musíte dávat pozor na polaritu, protože napětí na příslušném kolektoru je v průměru vyšší než na opačné bázi. Stav obvodu zůstává stabilní, jen dokud dochází k zpětnému nabíjení v kondenzátorech. Poté se obvod překlápá do opačného stavu. Při dvou elektrolytických kondenzátorech 100 µF je výsledkem slabé blikání při frekvenci méně než pět kompletních změn za minutu.



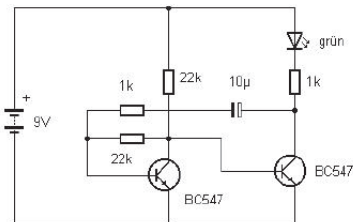
Obr. 32: Multivibrátor



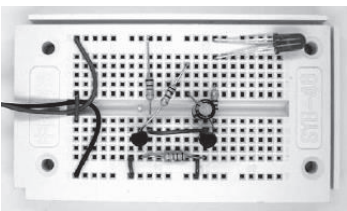
Obr. 33: Pomalu blikající blikač

Krok 12: Jednoduchý LED blikač

V blinkru motorového vozidla se obvykle aktivuje jen jedna žárovka. Sestavíme si zde další klopný obvod, který se bude automaticky přepínat dopředu a dozadu. Obvod vyžaduje pouze 1 kondenzátor, 2 tranzistory v obvodu emitoru tvoří zesilovač. Zpětná vazba z výstupu na vstup prochází přes kondenzátor, který se opakovaně sám nabíjí a vybíjí.



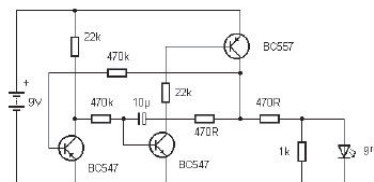
Obr. 34: Multivibrátor



Obr. 35: LED blikač

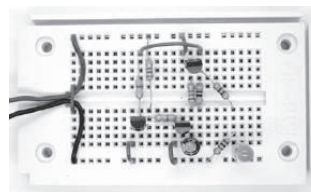
Krok 13: Blikající LED světlo

Obvod vytváří pravidelně krátce blikající světlo. Dokud se nabíjí kondenzátor, všechny 3 tranzistory zůstávají zablokovány. Napětí na báze prostředního tranzistoru se pomalu zvyšuje. Při napětí cca 0,6 V začne prostřední kondenzátor vést proud a dodává jej do PNP tranzistoru. Napětí kolektoru v tranzistoru se zvyšuje a zapne LED. Elektrolytický kondenzátor zároveň vytvoří silný a krátký pulzní proud. Levý tranzistor v obvodu slouží k zajištění správného provozního bodu obvodu. Vygeneruje se přibližně 1 záblesk za sekundu.



Obr. 36: Blikající světelný obvod

Odstraňte z obvodu rezistor 1 kΩ, který je paralelní s LED a uvidíte, že pauza mezi bliknutími se znatelně prodlouží. Levý tranzistor se zablokuje, jen když je elektrolytický kondenzátor úplně vybitý. Až poté se napětí kolektoru pomalu zvyšuje, aby se umožnil nový impuls.

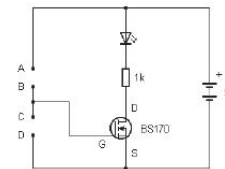


Obr. 37: Blikající LED světlo

Krok 14: Dotykový senzor MOSFET

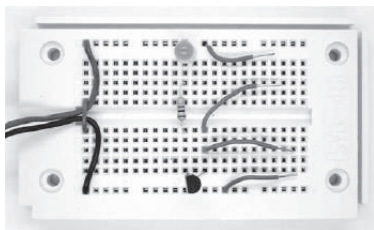
Tento obvod s polem řízeným tranzistorem MOSFET BS170 (metal oxide semiconductor field effect transistor) ovládá LED pomocí dvou párů kontaktů, které můžete přímo propojit prstem. Po krátkém spojení kontaktů se na delší dobu uchová příslušný stav.

NPN tranzistor jsme požíli v prvním experimentu v jednoduchém základním obvodu. Proud báze musí téct tak, aby umožňoval proud v kolektoru. Podobný pokus s tranzistorem MOSFET BS170 povede k úplně jinému chování. MOSFET má 3 elektrody: gate (G), source (S) a drain (D). V tomto případě ovládaný proud nezávisí na vstupu proudu, ale spíše na napětí, které je mezi G a S. Jestliže je na gate kladné napětí kolem 2 V nebo vyšší, tranzistor se stává vodivým. Elektroda gate je úplně izolována a tvoří malý kondenzátor s kapacitou cca 20pF. Pokud je nabitý, napětí se v něm uchová delší čas.



Obr. 38: Základní obvod MOSFET

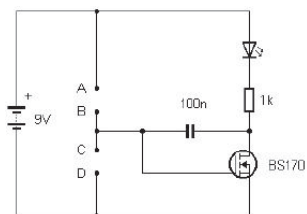
Krátce spojte dohromady svorky A a B, aby se nabila gate. LED se zapne a zůstane nabitá. Spojte kontakty C a D, aby se gate vybil a dioda se vypnula. Každý z těchto dvou možných stavů se může zachovat relativně dlouho. Experiment tak demonstruje základní fungování jednotky dynamického ukládání, ve které se ukládá také elektrický náboj a znázorňuje tak stavy jednotky a nuly. Obvod je zároveň jednoduchým dotykovým spínačem, protože když se dotknete kontaktů A a B, nebo C a D, má to stejný efekt jako jejich přímý kontakt. Budte však opatrní! Na gate není přípustné napětí vyšší než 20 V, které by mohlo vést k zničení tranzistoru. Proto musíte dávat pozor na elektrostatický náboj. Vždy se nejdříve dotkněte kontaktu provozního napětí, aby se předešlo výbojům. Tranzistoru hrozí nebezpečí zvláště v případě, pokud se stejného okruhu dotknou zároveň dvě osoby. Osoby mohou být nabitý různě a výboj přes tranzistor může mít za následek jeho zničení.



Obr. 39: Nabíjení a vybíjení gate

Krok 15: Senzor stmívání

Pomocí dalšího kondenzátoru umístěného mezi gate a drain, je možné zachovat i přechodný stav mezi stavy „úplně zapnuto“ a „úplně vypnuto“. Když napětí na gate klesne, proud na gate bude menší a dojde také k poklesu napětí na LED a jejím sériovém rezistoru. Napětí na drain se proto zvýší. Může k tomu dojít, jen když je kondenzátor nabitý. Každá změna v napětí na drain vyvolává změnu na napětí gate. Proto se slabým vstupním proudem jas LED mění jen pomalu. Když se dotknou kontakty A a B, LED zasvítí jasněji. Naopak, když ji chcete ztmavit, musí se dotknout kontakty C a D. Časy reakce po dotyku jsou v obou případech různé. Zvýšení jasu je kvůli vyššímu nabíjecímu napětí rychlejší.



Obr. 40: dotykový stmívač



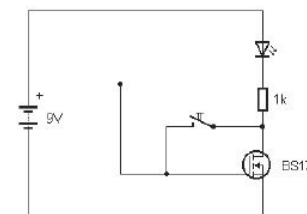
Obr. 41: Nastavitelný jas diody

Krok 16: Elektrometr

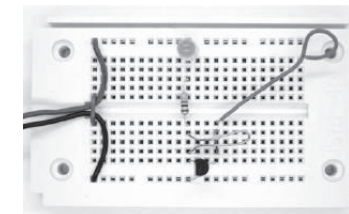
Elektrometr je měřicí zařízení pro detekci malých elektrických nábojů. Elektricky nabitě předměty nebo osoby nesou elektrické pole, které může elektrostatickou indukci nabíjet neizolované předměty v okolí. Je to i případ neizolované elektrody gate na BS170. Neizolovaný vodič je připojen ke vstupu obvodu. Elektrické náboje v okolním prostředí pak ovlivňují jas diody. Můžete například zkusit třít plastovým

právitkem po oděvu a pak se s ním přiblížit k obvodu. Udržujte přitom bezpečnou vzdálenost alespoň 10 cm, abyste nepoškodili MOSFET.

Počáteční stav po zapnutí je přechodový; tranzistor tak může být buď úplně blokováno, nebo být úplně vodivý. Ani v jednom případě nemají malé rozdíly v napětí gate žádný vliv. Gate a drain tak můžete krátce propojit startovacím spínačem. Napětí gate se přizpůsobí střednímu rozsahu na úrovni kolem 2 V.



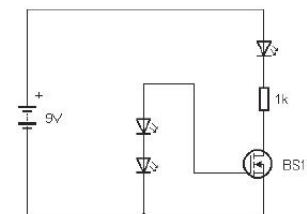
Obr. 42: Elektrometr



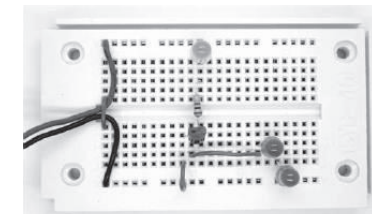
Obr. 43: Detekce elektrického náboje

Krok 17: LED jako fotovoltaický článek

Tento experiment ukazuje jiný způsob jak vytvořit jednoduchý světelný senzor. Tentokrát použijeme BS170. Dvě diody slouží jako světelná čidla. V kroku 15 jsme LED použili jako světelné čidlo s tranzistory NPN v Darlingtonovém obvodu. Díky téměř nekonečné velkému vstupnímu odporu dokáže plnit stejný úkol jediný MOSFET. Budete však potřebovat dvě diody jako světelná čidla. Diody se použijí jako fotovoltaické články, které mohou dodávat napětí. BS170 začíná být vodivý při napětí gate 2 V. Při dostatečném osvětlení mohou obě diody dohromady vyprodukovat požadované napětí. Účinek se projeví i při nepatrném nárůstu jasu. Vyzkoušejte i různé LED. Zelená LED produkuje o něco víc napětí než červená.



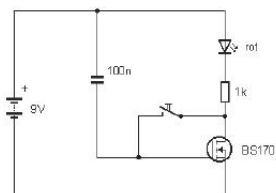
Obr. 44: Diody jako fotovoltaické články



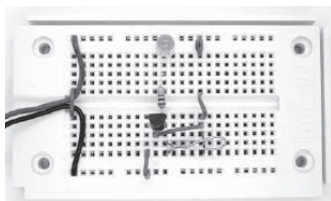
Obr. 45: Světelné čidlo

Krok 18: Senzor teploty kondenzátoru

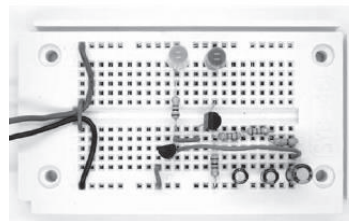
Jako tepelný senzor nám může posloužit keramický kondenzátor s kapacitou 100 nF s velkým teplotním koeficientem. Jeho kapacita se snižuje s rostoucí teplotou. V tomto experimentu musí být spínač při inicializaci zavřen a poté znovu otevřen. Napětí gate se automaticky přizpůsobí mezímu napětí kolem 2 V a LED svítí. Na kondenzátoru s kapacitou 100 nF je napětí cca 7 V. Nyní se dotkněte kondenzátoru velmi opatrně prstem, což povede k zvýšení jeho teploty. Náboj, který je uložen v kondenzátoru, zůstává konstantní. Protože ale dochází ke snížení kapacity, napětí kondenzátoru se zvyšuje. Vede to ke snížení napětí na gate a tím i k menšímu proudu na drain. I lehký dotyk postačuje k tomu, aby LED svítila viditelně méně. Obvod reaguje na malé změny teploty citlivěji než obvod tranzistoru kroku 17. Jakmile se senzor kondenzátoru znovu ochladí, obnoví se původní jas LED.



Obr. 46: Analýza napětí kondenzátoru



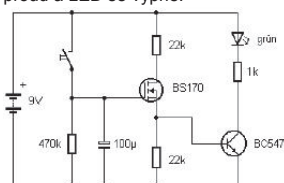
Obr. 47: senzor teploty



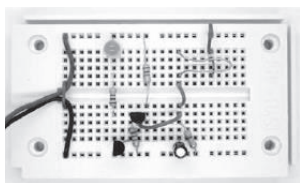
Obr. 51: Příjemný blikač

Krok 19: Minutové světlo

Světlo se zapíná stisknutím tlačítka spínače a zůstává zapnuto asi minutu. Přechod mezi světem a tmou je plynulý, ale poměrně rychlý. Elektrolytický kondenzátor se stisknutím spínače nabije na 9 V a vybíjí se přes rezistor 470 kΩ. Dokud je napětí na gate vyšší než zhruba 2,6 V, polem řízený tranzistor (FET) vede a dodává proud NPN tranzistoru a LED se zapne. Pokud vstupní napětí klesne, FET vede proud hůře, a když napětí klesne zhruba pod 0,6 V, neteče kolektorem žádný znatelný proud a LED se vypne.



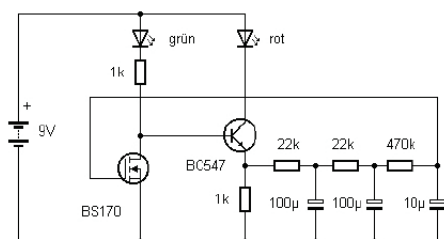
Obr. 48: Pomalé vybíjení kondenzátoru



Obr. 49: Minutové světlo

Krok 20: Příjemné blikání

LED blikač s příjemným nárůstem a poklesem jasu může při vhodné frekvenci pomáhat při relaxaci. Jas sleduje sinusoidu. Tento obvod aktivuje diody přesně v opačné fázi. Světlo se tak nepřetržitě mění s hladkým přechodem mezi červenou a zelenou.



Obr. 50: Oscilátor fázového posuvu

Na začátku obvodu jsou elektrolytické kondenzátory stále vybity. Proto je BS170 zablokovan a NPN je vodivý. Nejdříve svítí pouze červená LED. Poté se obvod pokusí přeskočit na střední proud, ale neustále dochází k překmitu a vytváří se sinusoidní signál, při kterém je vodivý nejdříve 1 tranzistor a poté zase druhý.

Recyklace



Elektronické a elektrické produkty nesmějí být vhažovány do domovních odpadů. Likviduje odpad na konci doby životnosti výrobku přiměřeně podle platných zákonných ustanovení.

Šetřete životní prostředí! Přispějte k jeho ochraně!

Záruka

Na naučnou stavebnici poskytujeme **záruku 24 měsíců**.

Záruka se nevztahuje na škody, které vyplývají z neodborného zacházení, nehody, běžného opotřebení, nedodržení návodu k obsluze nebo změn na výrobku, provedených třetí osobou.

Příklad tohoto návodu zajistila společnost **Conrad Electronic Česká republika, s. r. o.**

Všechna práva vyhrazena. Jakékoli druhy kopií tohoto návodu, jako např. fotokopie, jsou předmětem souhlasu společnosti Conrad Electronic Česká republika, s. r. o. Návod k použití odpovídá technickému stavu při tisku. **Změny vyhrazeny!**

© Copyright Conrad Electronic Česká republika, s. r. o.

VAL/9/2014