

Dálkový ovladač 433 MHz

Vladimír Anděl

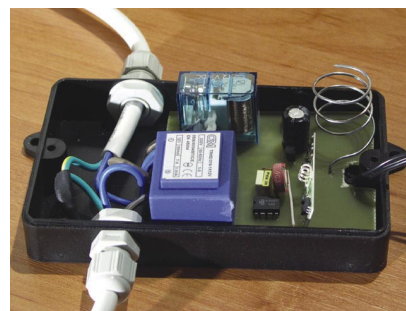
Pro přenos dvoustavového signálu zapnout/vypnout se dnes běžně používá sériový přenos kódové kombinace, která zajistí mimo rozlišení přenášeného povelu též rozlišení různých zařízení pracujících na společném kmitočtu. Pro amatérskou konstrukci lze použít i rozlišení povelů podle různých modulačních kmitočtů. Zapojení pracuje bez procesoru a oproti digitálnímu přenosu má větší dosah. Výhodou odlišného způsobu kódování je i jeho nezaměnitelnost s cizími signály.

Rádiový přenos

Pásmo 433,92 MHz je bezlicenční a lze je používat zdarma na základě všeobecného oprávnění č. VO-R/10/03.2007-4. Vysílač i přijímač musí mít homologaci, která zaručuje dodržení požadavků všeobecného oprávnění. Mezi ně patří zejména dodržení výšičního kmitočtu a omezení vyzářeného výkonu (EIRP) pod 10 mW, u přijímače zpětné vyzařování do antény.

Běžně používané vysílací a přijímací moduly s dvoustavovou amplitudo-

vou modulací (ASK) umožňují použít modulační kmitočet do 2 kHz. K tomu je potřeba šířka pásma 4 kHz a dosažitelná citlivost přijímače by mohla být pod 0,3 μ V. Pro tak úzké pásmo by bylo potřeba kmitočet vysílače i přijímače řídit teplotně kompenzovaným nebo termostatovaným krystalem a to by bylo drahé. U levných vysílačích modulů se používá keramický rezonátor s povrchovou akustickou vlnou (SAW), který zajistí, že se kmitočet vysílače udrží v povoleném pásmu. Jednoduché přijímací moduly jsou



obvykle superreakční buď též s SAW filtrem a s šířkou pásma asi 100 kHz, nebo selektivitu zajišťuje pouze jeden rezonanční obvod LC s šířkou pásma přes 1 MHz. Takový přijímač má citlivost okolo 3 μ V a tomu odpovídá i menší dosah.

Pásmo 433,92 MHz je sdíleno s radioamatéry, kteří je využívají přednostně a nemají omezení vyzářeného výkonu. Přijímač bez SAW filtru může být zahlcen signálem radioamatérského vysílače vysílajícího kdekoli v amatérském pásmu 430 až 440 MHz ze vzdálenosti až několika kilometrů. Proto tyto ovladače nelze používat v aplikacích, kdy by selháním spojení mohla být ohrožena bezpečnost, nebo by mohla vzniknout materiální škoda.

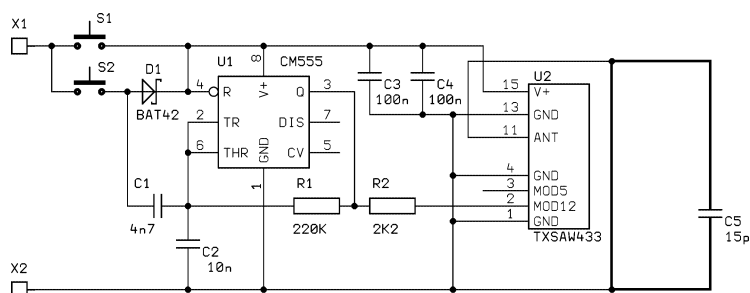
Použití kódování

Téměř všechny bezdrátové ovladače dnes používají sériový kód obsahující identifikaci zařízení a přenášený povel, případně i kontrolní součet. Umístění procesoru v blízkosti přijímače klade při návrhu plošného spoje velké nároky na odrušení. Zaručení vstupu přijímače procesorem má za následek podstatné zkrácení dosahu.

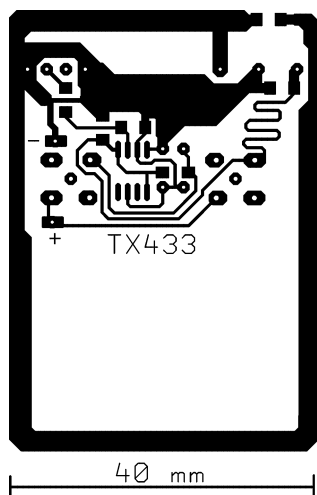
V popisovaném ovladači s přenosem dvou stavů jsou použity dva modulační kmitočty, jeden pro zapnutí a druhý pro vypnutí. Signál se dekoduje tónovým detektorem s fázovým závěsem (PLL), který na rozdíl od procesoru neruší přijímač. Při použití modulačních kmitočtů 230 a 330 Hz a šířce pásma PLL 10 % je za detektorem přijímače zpracována šířka pásma pouze 30 Hz a nevadí, když při přenosu několik period modulačního kmitočtu zanikne v šumu nebo v rušení. Tím se proti digitálnímu přenosu prodlouží dosah, neboť při digitálním přenosu se každý bit musí přenést správně.

Popis zapojení

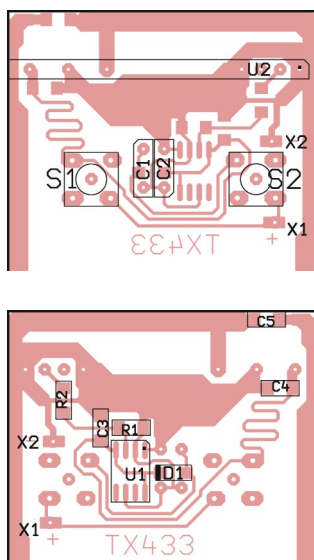
Vysílač obsahuje modul Aurel TX-SAW433, modulační kmitočet vytváří CMOS časovač. Stisknutím tlačítka S1 se zapne napájení a modulační kmitočet (vyšší) určuje R1 a C2. Stisknutím tlačítka S2 se obvod napájí přes diodu D1 a modulační kmitočet (nižší) určuje R1 a paralelní kombinace

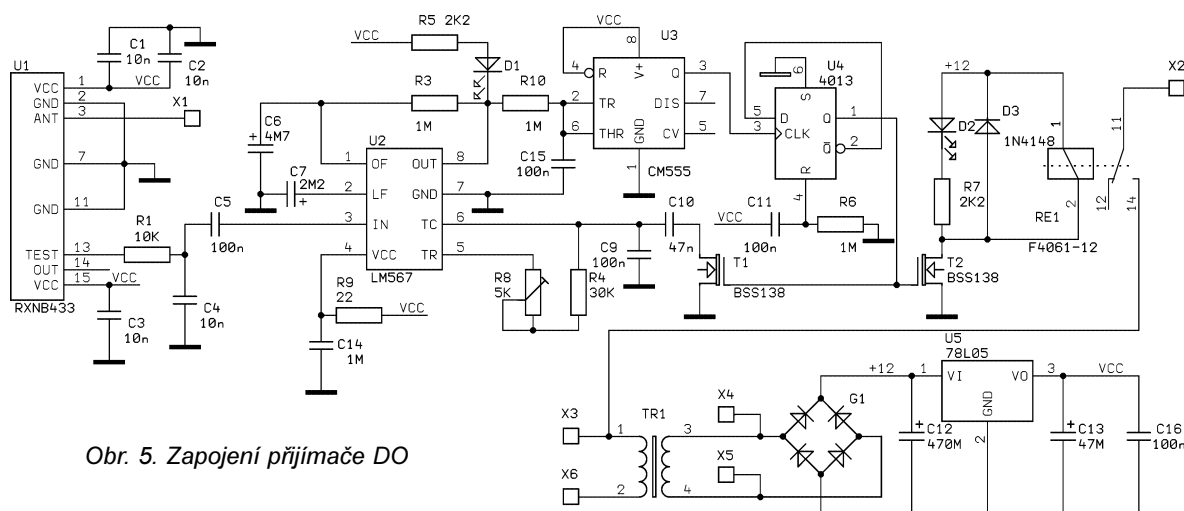


Obr. 1. Vysílač dálkového ovládání



Obr. 2 až 4. Deska s plošnými spoji vysílače DO (41 x 65 mm) a osazení desky klasickými součástkami a SMD





Obr. 5. Zapojení přijímače DO

C1 a C2. Kondenzátory C1 a C2 jsou pro lepší stabilitu modulačního kmitočtu fóliové.

Smyčková vysílací anténa je vytvořena na desce s plošnými spoji a je doladěna kondenzátorem C5. Vysílací modul má povolený výkon 10 mW při napájení 5 V, za těchto podmínek

může pracovat se čtvrtvlnným dipólem. Vysílač v ovladači je napájen baterií 9 V a povolený výkon by překročil, avšak malá účinnost smyčkové antény vyzářený výkon zmenší pod povolenou úroveň.

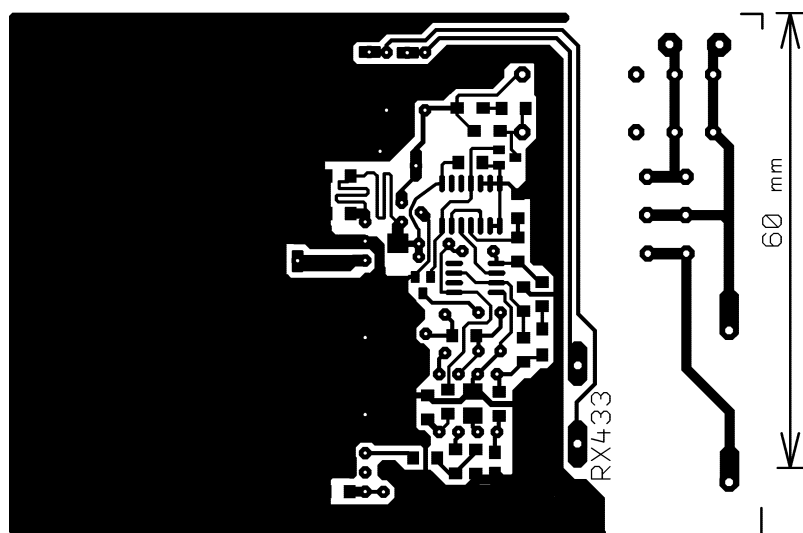
Přijímač obsahuje modul Aurel RX BC-NBK433. Přijímací anténa je spi-

rálová, zkrácený čtvrtvlnný dipól. Je navinuta drátem o průměru 1 mm dlouhým 17 cm, průměr spirály je 25 mm a výška 30 mm. Anténa je umístěna v krabici přijímače.

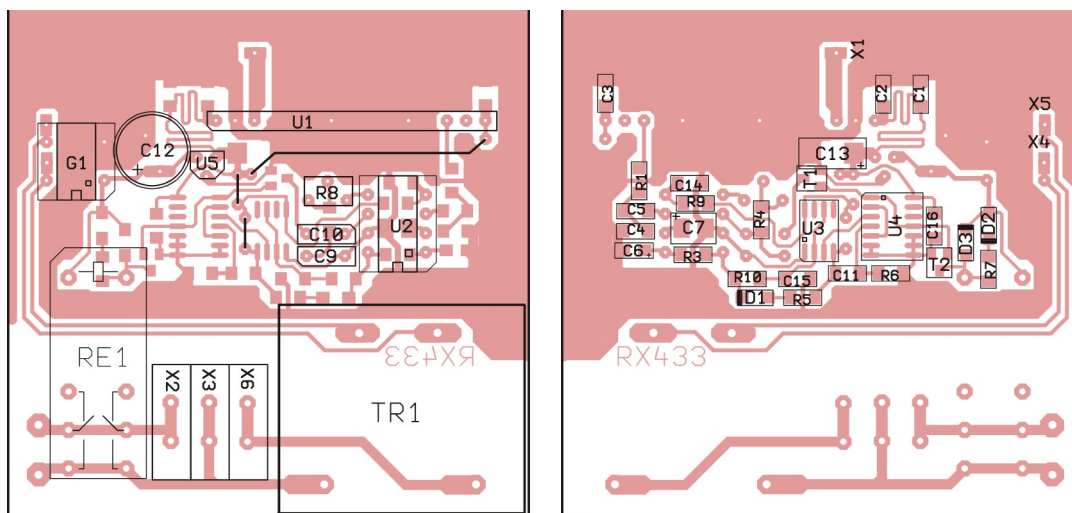
Z přijímače je vyveden analogový výstup (označený jako TEST), což je pro zpracování v PLL výhodné. PLL dokáže zpracovat i zašuměný signál, který je pod prahovou úrovní výstupního tvarovacího obvodu přijímače.

Střed pásma synchronizace PLL je určen kmitočtem volně běžícího oscilátoru bez vstupního signálu. Podle okamžitého stavu výstupu je kmitočet určen kondenzátorem C9 nebo součtem C9 a C10 v kombinaci s R4 a trimrem R8. Naladit PLL je možné nejlépe pomocí čítače, porovnáním modulačního kmitočtu vysílače a volně běžícího oscilátoru PLL při vypnutém vysílači. Bez čítače je možné oba kmitočty porovnat i sluchem, připojením vstupu nf zesilovače přes rezistor 10 MΩ. Nastavuje se kompromis, minimální odchylka u obou modulačních kmitočtů.

Aby se indikace zachycení PLL nespouštěla šumem, byla hystereze výstupu zvětšena rezistorem R3. Protože strmost výstupního signálu je pro ovládání klopného obvodu nedostateč-



Obr. 6. Deska s plošnými spoji přijímače DO (69,5 x 105 mm)



Obr. 7 a 8. Rozmístění součástek na desce přijímače DO. Vlevo součástky pájené z horní strany desky, vpravo SMD součástky

ná a během zachycení PLL někdy dochází k vícenásobnému zakmitnutí, je na výstupu filtr R10, C15 a časovač U3 ve funkci tvarovacího obvodu.

Hranou signálu je překlápen klopný obvod U4. Jeho výstup ovládá relé a současně přepíná kmitočet oscilátoru PLL tak, že PLL je citlivý na opačné tlačítko vysílače, než které bylo právě stisknuto. Po zapnutí je klopný obvod vynulován obvodem R6, C11.

Výstupní relé může ovládat napětí 230 V. Na desce je místo i pro varistor pro odrušení kontaktu relé při spínání indukční zátěže, použít lze např. typ ERZC07DK431. Na desce jsou bezšroubové svorky, obě šňůry jsou uchyceny v kabelových vývodech. Ochranný vodič šňůr není na desku vyveden, musí být propájen a spoj chráněn smrštitou bužírkou.

Pokud přijímač napájíme napětím 12 V a spínáme malé napětí, neosazujeme transformátor a místo svorek lze přívody zapájet přímo do desky s plošnými spoji. Pro napájení střídavým napětím 12 V připojíme zdroj na plošky X4 a X5, použijeme-li stejnosměrné napájecí napětí 12 V, přivedeme ho přímo na kondenzátor C12. Svorky jsou při spínání síťového napětí vhodné i z hlediska bezpečnosti. Podle možností též lankové vodiče zakončíme lisovacími dutinkami.

Pokud použijeme přijímač pro spínání 230 V a máme doma vyleptanou desku s plošnými spoji, dbáme na důkladné odleptání izolační mezery mezi síťovou a oddělenou částí. Desku po osazení nalakujeme izolačním lakem, odleptaný povrch snadno chytá nečistoty. Při ožívování přijímače nepoužíváme napájení 230 V, ale zdroj napětí 12 V připojíme přímo na C12.

Mechanická konstrukce

Vysílač je umístěn v krabici KP35B. Krabice je sice větší, ale je to ještě kapsní formát. Nejvíce místa zabírá smyčková anténa a baterie. Zmenšení vysílače by bylo možné, ale na úkor dosahu nebo životnosti baterie.

Z krabice je vyštípnutý prostřední náliček pro šroub a krabice je slepena sekundovým lepidlem. Deska s plošnými spoji je na 5 mm vysokých plastových sloupcích KDR5. Sloupky jsou nejprve sekundovým lepidlem přilepeny k desce a po přesném ustavení tlačítek pod díry v horním dílu krabice je celek přilepen ke spodní polovině krabice. Pro vrtání děr pro tlačítka v horním dílu krabice je možné použít jako šablonu neosazenou desku. V místě středů tlačítek jsou v desce díry, podle kterých předvrtáme díry pro tlačítka. Aby se vrták malými otvory spolehlivě vedl, je vhodné díry převrtávat postupně např. průměrem 2, 5 a nakonec 9,5 mm. Pro vrtání plastu je potřeba použít ostré, pokud možno nové vrtáky.

Baterie 9 V se do krabice nevejde, proto jsem z ní odstranil kovový obal. Mezi baterií a deskou je vhodné do krabice vlepít plastovou přepážku.

Přívody lze k baterii připojovat s pomocí tavidla na nikl nebo tavidla F1. Použijeme alkalickou baterii, má malé samovybití a při občasném používání vydrží až několik let. Při případné výměně baterie stačí krabici lehce pomačkat ve svéráku a lepidlo povolí.

Přijímač je umístěn v krabici U-Z1. Ze strany součástek jsou na desce tři drátové propojky. Nejvíce místa na desce zabírá uzemněná plocha, která slouží jako protiváha k anténě. Začátek spirálové antény je v délce alespoň 10 mm zahnutý a připojený k plošnému spoji. Pokud by byl pouze prostrčený dírou, snadno by se vylohil.

Deska s plošnými spoji je položena na dno krabice a přilepena tavným lepidlem. Vývodky byly v prototypu zbytečně daleko od konce krabice, proto bylo nutné desku zmenšit. Větší plocha zvětší dosah spojení. LED D2 signalizující sepnutí je umístěna na krabici.

Zkušenosti s provozem

Ovladač funguje na volném prostoru na vzdálenost 100 m a za dobu provozu ani jednou samovolně falešně nepřepnul. Pokud by bylo potřeba zvětšit dosah ovladače, je to možné použitím přijímače s lepší citlivostí, nejlépe superhetu. Např. přijímač Aurel RX-4MM5 (dostupný v TME) má o 17 dB větší citlivost než RX BC-NBK 433. Pro některé přijímače je potřeba změnit plošný spoj.

Dosah lze též zvětšit lepší přijímací anténou, čtvrtvlnným dipólem nebo pro velký dosah směrovou. S kapsním ovladačem tak lze získat dosah při přímé viditelnosti až několik kilometrů. Zvětšování dosahu použitím směrové antény u vysílače nebo zvyšováním jeho výkonu je nepřijatelné.

Seznam součástek

Vysílač:

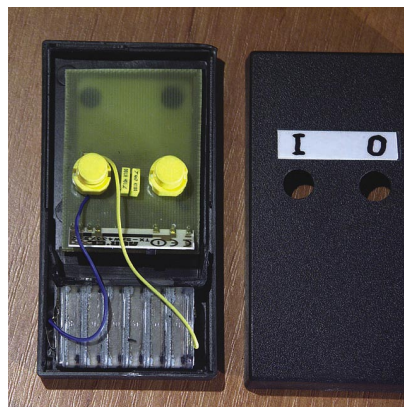
R1	220 kΩ, SMD 1206
R2	2,2 kΩ, SMD 1206
C1	4,7 nF, CF1
C2	10 nF, CF1
C3, C4	100 nF, SMD 1206
C5	15 pF, SMD 1206
D1	BAT42 SMD
U1	CM555 SMD
U2	Aurel TX SAW433
S1, S2	DT6 žluté
krabice KP35B	
4x distanční sloupek KDR5	

Přijímač:

R1	10 kΩ, SMD 1206
R3, R6, R10	1 MΩ, SMD 1206

R4	30 kΩ, SMD 1206
R5, R7	2,2 kΩ, SMD 1206
R8	5 kΩ, trimr PT6H
R9	22 Ω, SMD 1206
C1, C2, C3, C4	10 nF, SMD 1206
C5, C11, C15, C16	100 nF, SMD 1206
C9	100 nF, CF1
C10	47 nF, CF1
C12	470 μF/35 V
C14	1 μF, SMD 1206
C6	4,7 μF/10 V, SMD A
C7	2,2 μF/16 V, SMD B
C13	47 μF/10 V, SMD C
D1	LED, SMD 1206
D2	LED 5 mm + objímka pro LED (mimo desku) 1N4148 SMD
D3	B250C1000 DIL
G1	BSS138
T1, T2	Aurel RX BC-NBK 433
U1	LM567 DIL
U2	CM555 SMD
U3	4013 SMD
U4	78L05
RE1	relé F4061-12
TR1	transformátor 230 V/12 V, typ TRHEI019

3x svorka WAGO256-401 + 1x bočnice WAGO256-100
krabice U-Z1 (GME)
2 ks vývodka PG7 nebo F0603AG-12SR



Obr. 9. Vnitřní provedení vysílače



Obr. 10. Vnitřní provedení přijímače