PREPÄŤOVÁ OCHRANA S MENITEĽNÝM PRAHOM ZOPNUTIA

Ing. Pavol POLÁK*

Úvod

Prepätie je napätie, ktoré niekoľko násobne prevyšuje hodnoty prevádzkového napätia, trvá veľmi krátku dobu a môže poškodiť alebo zničiť elektrické zariadenie. Vedný odbor EMC-Elektromagnetická kompatibilita, rieši prepätia podľa pôvodu vzniku a delí ich do štyroch skupín:

- LEMP- atmosférické prepätie ktoré vzniká pri bleskovom výboji
- SEMP- spínané priemyselné prepätie
- ESD - prepätie, ktoré vzniká pri elektrostatických výbojoch
- NEMP- elektromagnetický impulz, ktorý vzniká pri použití jadrových zbraní

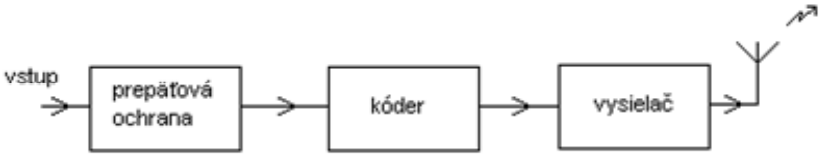
V dnešnej dobe rozvoja elektroniky, je ochrana proti prepätiu dôležitým faktorom určujúcim jej použitie a životnosť. Vo svete bolo vyvinutých množstvo prepäťových ochrán, na báze pasívnych prvkov, ktoré sa realizujú pre rôzne prostredia. Efektivita týchto ochrán je rôzna a je značne ovplyvnená ich citlivosťou a rýchlosťou. Tieto dva parametre, rýchlosť a citlivosť pre ochranu elektronických zariadení riešia aktívne prepäťové ochrany, s meniteľným prahom zopnutia. Ako spínací prvok v týchto obvodoch, je možné použiť rýchle tyristory, kde vypínacia doba sa pohybuje okolo 2,4 – 40 μs. Ďalšia výhoda tejto realizácie je v možnosti diaľkového odpájania napájacieho napätia chránených častí, použitím miniatúrneho vysielača a prijímača, ktorý pracuje vo frekvenčnom pásme 433 MHz. Vysielacia časť je zapojená na stane chránenej časti a prijímač môže byť zapojený v silovom rozvode. Dosah zapojenia v zastavanom priestore je okolo 60m, vo voľnom priestranstve stovky metrov.

Cieľ návrhu

Cieľom návrhu bolo, navrhnúť prepäťovú ochranu na napájacie napätie 12V, ktorá by reagovala na zvýšenie napätia o 1V v dostatočnom rýchlom čase. Ďalšou požiadavkou bol bezdrôtový prenos komunikácie na väčšie vzdialenosti v RF pásme, ako aj konštrukciu zrealizovať so súčiastkovou základňou dostupnou na našom trhu.

1.1 Vysielacia časť a prepäťová ochrana

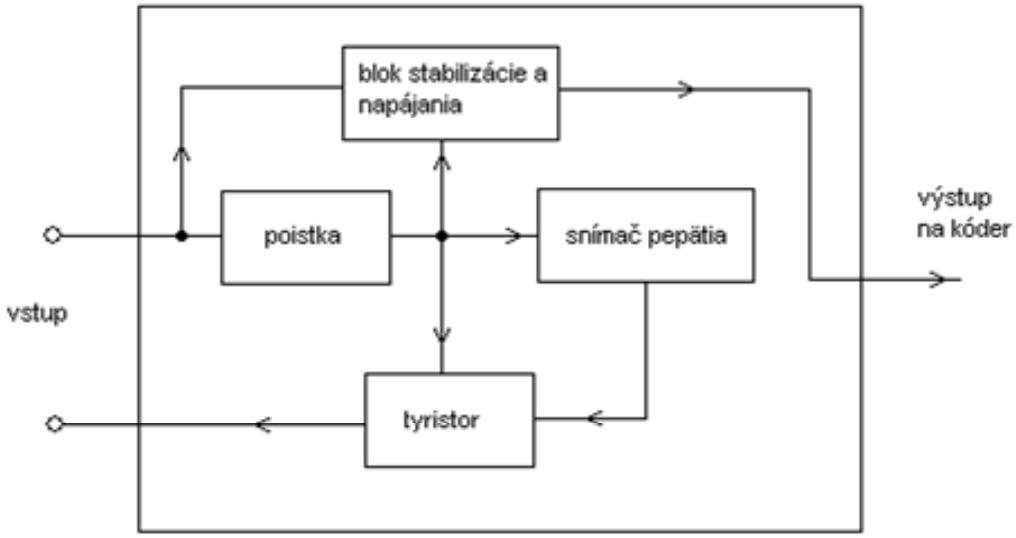
Vysielaciu časť tvoria tri bloky. Prvý blok predstavuje prepäťovú ochranu do ktorej je privádzané strážené napájacie napätie. Úlohou tohto bloku je pri zvýšení snímaného napätia nad povolenú úroveň ochrániť chránené zariadenie a vyslať riadiaci povel do kodéra, ktorý sa týmto povelom privedie do činnosti a vyšle kódovaný signál do vysielača. Úlohou vysielača je vysielať kódovaný signál s frekvenciou 433 MHz.



Obrázok 1 Bloková schéma vysielacej časti s prepäťovú ochranou

* Ing. Pavol POLÁK, Katedra elektroniky, AOS Liptovský Mikuláš, tel.: 423205, email: polak@aoslm.sk

Blok prepäťovej ochrany je tvorený blokom snímača prepätia, ktorý pri prepätí uvedie do činnosti tyristor. Blok predstavujúci poistku sa znefunkční po otvorení tyristora, ktorý skratuje chránené zariadenie. Po prerušení poistky sa uvedie do činnosti blok stabilizácie a napájania. Tento pracuje ako invertor so stabilizátorom. Z bloku stabilizácie a napájania začne byť napájaný obvod dekodéra.



Obrázok 2 Bloková schéma prepäťovej ochrany

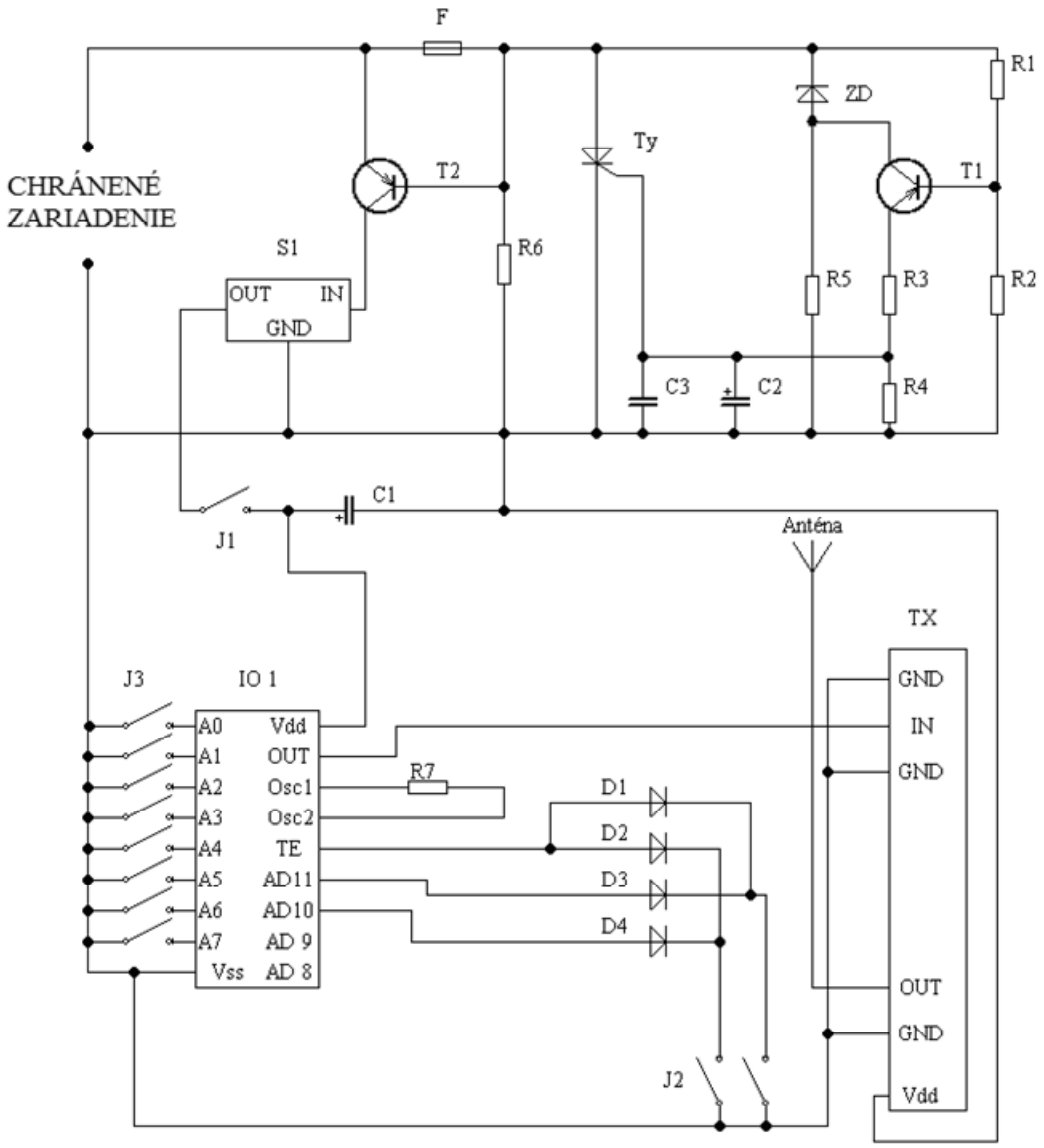
1.2 Princíp činnosti vysielacej časti a prepäťovej ochrany

V návrhu prepäťovej ochrany je ako hlavný ochranný prvok použitý tyristor. Pre výber tyristora je určujúcim faktorom spínacia rýchlosť. Prepäťová ochrana je vhodná na použitie v zariadeniach s impulzovými zdrojmi, ktoré sa dnes prevažne používajú v spotrebnej elektronike. Ochrana je paralelne pripojená na výstupné (sekundárne) svorky napájacieho zdroja elektrického spotrebiča.

Ak prepätie dosiahne úroveň prahového napätia, tyristor zopne a ochrana pôsobí dvojakým spôsobom.

- otvorený tyristor predstavuje pre impulzový zdroj skrat na krátko (režim STB),
- prerušenie poistky v ochrane uvádza do činnosti diaľkové odpojenie napájania.

Pri tomto skrate začne poistkou pretekať prúd ktorý spôsobí jej zničenie a tým sa na bázu tranzistora T2 nedostáva žiadne napätie a tranzistor sa otvorí. Na výstupe T2 dostávame napätie o hodnote napájacieho napätia ktoré je stabilizované stabilizátorom S1. Na výstupe stabilizátora dostávame stabilizované napätie o hodnote 5V pomocou ktorého napájame kodér a vysielač. Kodér ma vopred navolený kód, ktorý je totožný s kódom navoleným na dekodéri. Po privedení napájacieho. napätia na kodér, sa tento dostáva do činnosti a na vstup vysielacieho modulu je privedený signál, ktorý sa vysielačom vysiela o frekvencii 433 MHz. Tento modulovaný signál sa dostáva vzdušnou cestou na prijímací modul RX. Hodnotou odporov R1, R2 a voľbou typu zenerovej diódy, sa volí prah zopnutia ochrany.

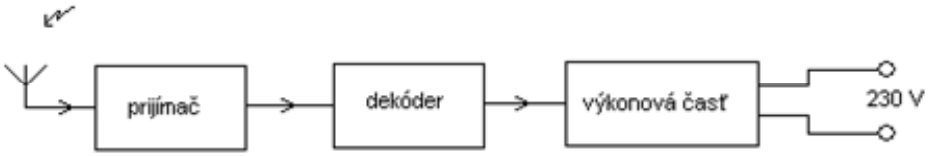


Obrázok 3 Principiálna schéma vysielacej časti a prepäťovej ochrany

Napätie je vedené cez poistku (F) na napäťový delič , ktorý je tvorený odpormi R1 a R2.Tieto odpory slúžia na nastavenie pracovného bodu tranzistora T1 tak, že pri vstupnom napätí 13V, nastáva na tomto odporovom deliči úbytok napätia ktoré otvorí tranzistor T1. Tranzistorom začne pretekať prúd ktorý je vedený cez odpor R4, R5 a zenerovú diódu. Pri prietoku prúdu na odpore R4 vznikne úbytok napätia. Tento úbytok je privádzaný na riadiacu elektródu tyristora Ty, ktorý sa dostáva do vodivého stavu a tým skratuje výstupné svorky napájacieho zdroja elektrického spotrebiča.

1.3 Prijímacia a výkonová časť

Vstupný blok prijímacej časti tvorí prijímač ktorého úlohou je spracovať signál vysielaný o frekvencii 433 MHz. Po prijme sa tento signál detekuje na dekodéri a privádza sa do bloku výkonovej časti ktorej úlohou je odpojiť zariadenie od sieťového napätia.



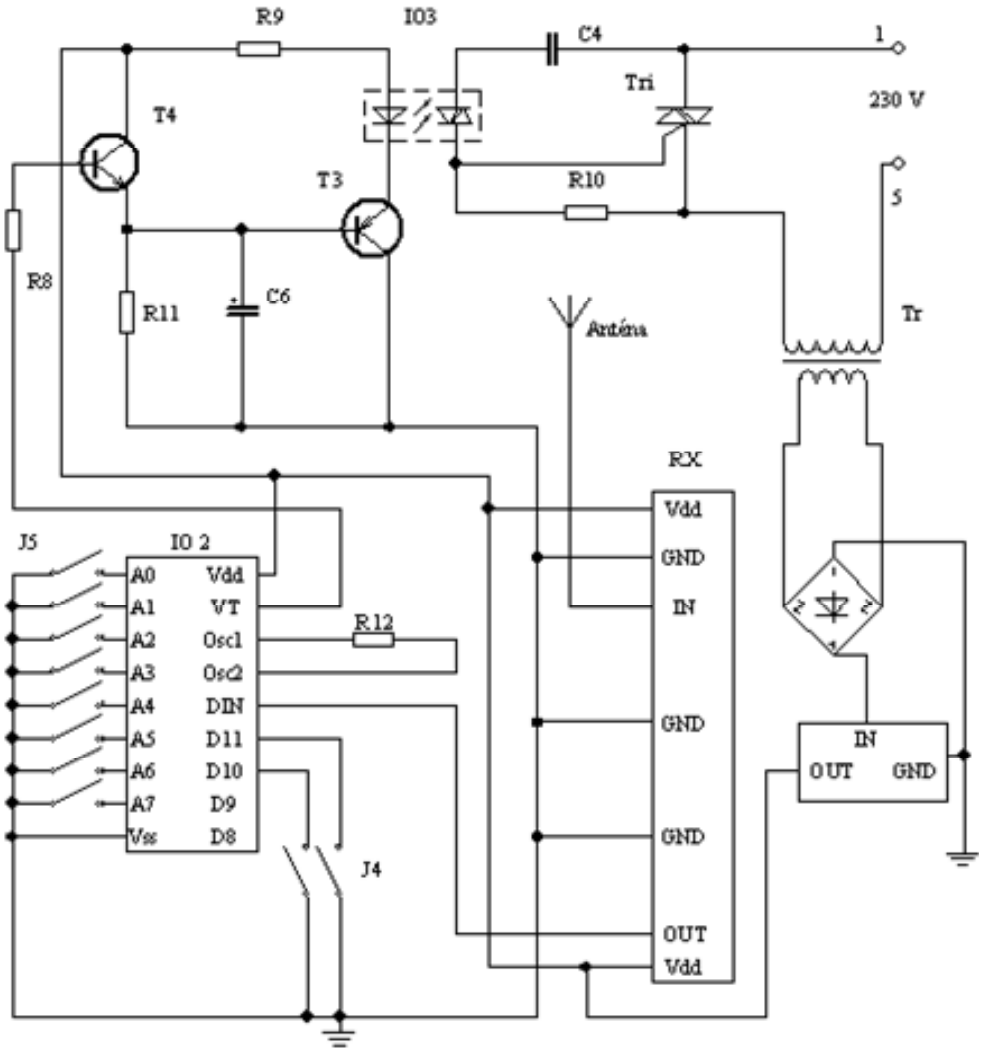
Obrázok 4 Bloková schéma prijímacej a výkonovej časti

1.4 Princíp činnosti prijímacej a výkonovej časti

Prijímacia časť má dva stavy a to kľudový a pracovný. V kľudovom stave je tranzistor T4 zatvorený, to znamená že na jeho bázu nie je privádzané napätie z výstupu dekodéra. Tranzistor T3 je otvorený a integrovaným obvodom IO3, ktorého časť tvorí LED dióda preteká prúd. Fotodiák ktorý je taktiež umiestnený v IO3 je vo vodivom stave a preteká ním prúd.

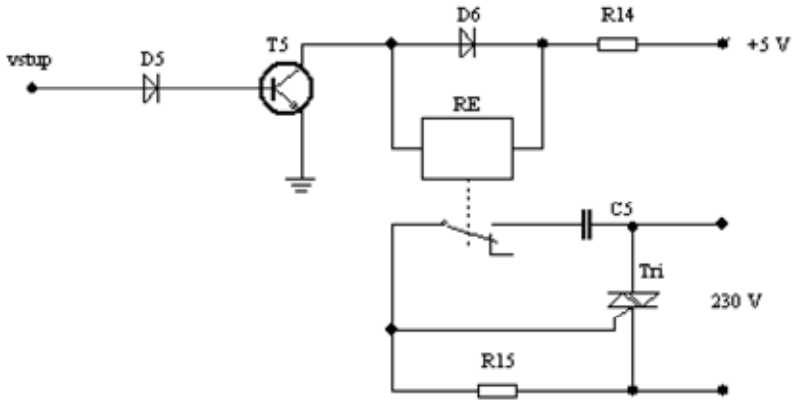
To zabezpečuje že triákom Tri preteká prúd v závislosti na záťaži, ktorá je pripojená sieťové napätie 230 V. Toto napätie napája elektroniku ktorú potrebujeme chrániť. Pracovný stav nastáva v prípade keď sa modulovaný signál dostáva vzdušnou cestou z vysielača TX na prijímací modul RX , z ktorého tento signál prichádza do dekodéra. Po detekcii a dekódovaní sa na výstupe dekodéra objaví napätie, ktoré sa cez odpor R8 dostáva na bázu tranzistora T4. V čase privedenia napätia na bázu sa tranzistor otvorí a začne ním pretekať prúd. Na odpore R11 ktorý je pripojený k emitoru T4 vznikne úbytok napätia a to spôsobí že sa tranzistor T3 zatvorí. Optickým členom prestáva pretekať prúd a tým pádom sa na riadiacu elektródu triáku Tri nedostane riadiace napätie. Triák sa zatvára pri prechode sieťového napätia nulou, prestáva ním tiecť prúd, rozopne a dôjde k prerušeniu fázového vodiča.

Takto je chránené elektrické zariadenie v ktorom je priamo zabudovaná prepäťová ochrana a zároveň sú chránené aj ďalšie zariadenia pripojené na silové vedenie. Pre zvýšenie ochrany je vhodné použiť ďalší ochranný prvok napríklad varistor, ktorý sa zapojí paralelne na svorky 1 a 5 vo výkonovej časti.



Obrázok 5 Principiálna schéma prijímacej a výkonovej časti

1.5 Variant výkonovej časti s relé



Obrázok 6 Principiálna schéma výkonovej časti

Po privedení napätia cez diódu D5 na bázu tranzistora T5 sa tento tranzistor otvorí a na relé RE sa privedie napätie 5 V. Relé rozopne kontakty a tak sa preruší prívod napätia na mriežku triáku TRI. Triák preruší fázu napájacieho napätia a tým sa zabezpečí ochrana ďalších elektrických zariadení.

1.6 Zoznam použitých súčiastok

R1 - 10kΩ
R2 - 10kΩ
R3 - 300Ω
R4 - 1kΩ
R5 - 470Ω
R6 - 5k6Ω
R7 - 1MΩ
R8 - 4kΩ
R9 - 1kΩ
R10 - 100Ω
R11 - 8kΩ
R12 - 5k6Ω
R14 - 1k2Ω
R15 - 100Ω

C1 - 10u/50 V
C2 - 22u/60 V
C3 - 1n/50 V
C4 - 33n/400 V
C5 - 33n/400 V
C6 - 22u/50 V

T1 - KC 307
T2 - KC 308
T3 - BC 557
T4 - BC 547
T5 - BC 547

IO1 - HT-12E
IO2 - HT-12D
IO3 - MOC 3020
D1 až D6 - 1N4148

ZD - 5,6 V

Ty - KT 505, (KT-119, KT-120)

Tri - TIC 206M

RE - HRS 1H 5 V DC

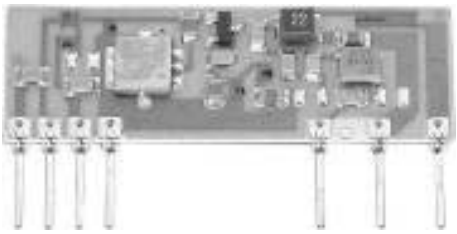
TR - 230V/50Hz 9V1,2VA

RX - BC NBK
TX - SAW /433 s-z

J1 až J5 - JUMPER

S1,S2 - 78L05

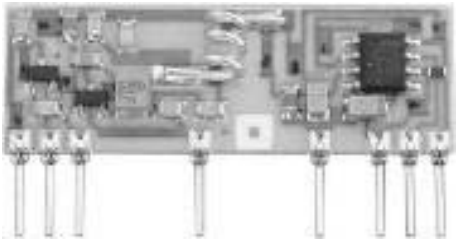
Vysielač TX-modul



Zapojenie vývodov:
1 - GND
2 - DIN
4 – GND
11 - ANTÉNA
13 - GND
15 - Vcc

Technické údaje vysielača:
Napájacie napätie: 3-12 V
Pracovná frekvencia: 433,92 MHz
Pracovná teplota: –25 až + 70 °

Prijímač RX-modul



Zapojenie vývodov:
1 – Vcc
2 – GND
3 - ANTÉNA
7 - GND
11 - GND
14 - DOUT
15 - Vcc

Technické údaje prijímača:
Napájacie napätie: 5 V
Pracovná frekvencia: 433,92 MHz
Pracovná teplota: –25 až + 70 °C

Záver

Uvedené riešenie sa dá bez väčších problémov aplikovať na ochranu spotrebnej elektroniky, kde vysielač sa pripojí ku zdrojovej časti a zvolí sa určitý prah zopnutia. Prah zopnutia sa volí voľbou odporového deliča R1, R2 a použitým typom zenerovej diódy. Správnou voľbou môžeme dosiahnuť rôzne spínacie úrovne, podľa potreby. Reakčný čas je ovplyvňovaný výberom spínacieho prvku, výhodné je použiť rýchle tyristory typu KT-119, KT-120. Prijímacia časť sa môže zapojiť na predlžovací prívod, ktorý danú elektroniku napája.

Zariadenie bolo úspešne odskúšane v DVD prehrávači PANASONIC, v TV prijímači OTF-445, kde plnilo ochrannú funkciu. Ďalšie možnosti využitia sú rôzne napríklad ako ochrana počítačových učební, kde jeden vysielač sa zapojí ku zdrojovej časti PC a prijímacie zariadenie po malej úprave dokáže rozpojiť napájanie celej učebne, poprípade fázový okruh alebo rozvodnú skriňu. .

Zoznam bibliografických odkazov

- http://www.electrome.fr/produits/produits/Em_rec/aurel/aurel.htm
- http://www.hw.cz/