

Nahradenie relé smart switch-mi v automobilovom priemysle

Vypracoval: Andrej Ürge

Opis smart switch-u

Smart switch je alternatívou náhradou pre relé v prípade, kedy je potrebné riadenie jedného alebo viacerých vysokonapäťových obvodov nízkonapäťovým obvodom. Ide o MOSFET tranzistor s pridanými funkciami, ktoré vylepšujú jeho vlastnosti a možnosti využitia.

Využitie MOSFET-u nám umožňuje zapínať a vypínať daný obvod, k tejto funkcii sa v prípade smart switch-u pridávajú aj tieto funkcie:

Ochrana

- Ochrana proti skratu, ktorá ochráni MOSFET v prípade, že dôjde k skratu batérie
- Prepäťová ochrana ochráni MOSFET v prípade, že dôjde k vysokým skokom napätia v obvode alebo v prípade odpojenia autobatérie
- Ochrana smart switch-u v prípade opačného zapojenia autobatérie

Regulácia

- Regulácia výstupného prúdu, ktorá obmedzí maximálny prúd dodávaný MOSFET-om
- Kontrola teploty MOSFET-u zabezpečí vypnutie MOSFET-u čím zastaví tok prúdu v prípade, že sa teplota dostane do nebezpečných hodnôt a mohlo by dôjsť k jeho poškodeniu

Diagnostika

- Umožňuje smart switch-u poskytovať spätnú väzbu mikrokontroléru pre prípad, že dôjde k poruche

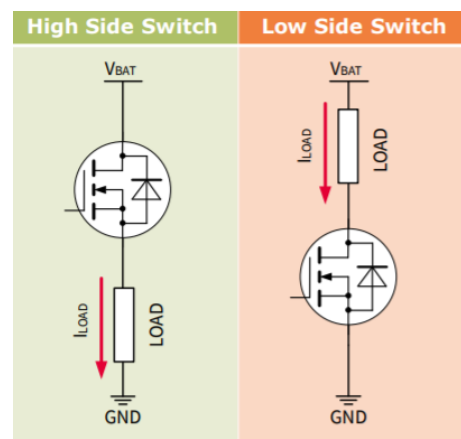
Poznáme dve konfigurácie pri napájaní záťaže High-side switch a Low-side switch konfigurácia.

Low-side switch konfigurácia

Pri tejto konfigurácii sa spínač nachádza medzi zemou a záťažou. Pretože sa MOSFET nachádza **pod** záťažou, táto konfigurácia sa nazýva **low-side switch**.

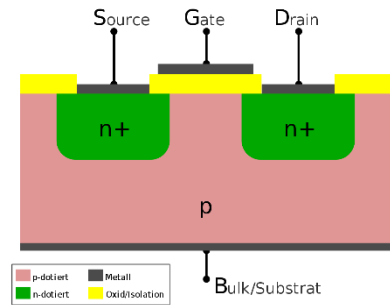
High-side switch konfigurácia

Pri tejto konfigurácii sa spínač nachádza medzi zdrojom napätia a záťažou. Pretože sa MOSFET nachádza **nad** záťažou, táto konfigurácia sa nazýva **high-side switch**.



MOSFET

MOSFET je elektronická súčiastka vyrobená z polovodičového materiálu. Ide o tranzistor riadený elektrickým polom kde vodivosť medzi elektródami (S a D) je riadená napätím na riadiacej elektróde (G). MOSFET je akronymom pre Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor.



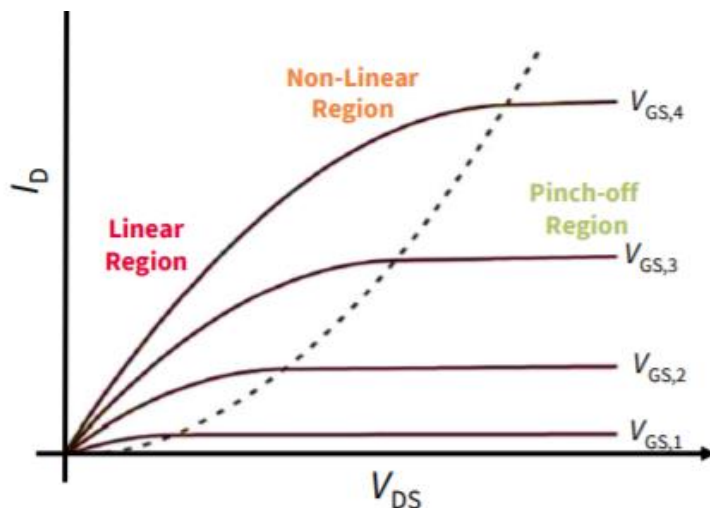
Využitie polovodičov v MOSFET-e

Dôležitou schopnosťou polovodičových materiálov je možnosť zmeny ich vlastností pomocou dotovania, procesom pri ktorom sa do základného materiálu vložia prímеси a tým sa menia vlastnosti daného materiálu. V závislosti od prímеси rozlišujeme dva druhy polovodičov:

- MOSFET typu N (NMOS) – nositeľmi náboja sú voľné elektróny
- MOSFET typu P (PMOS) – nositeľmi náboja sú diery

Ďalšou vlastnosťou, ktorá odlišuje MOSFET od relé je zmena správania MOSFET-u pri zmene smeru prúdu. V smere D -> S sa MOSFET správa ako spínač a v smere S -> D ako dióda. Táto vlastnosť MOSFET-u je zapríčinená dotovaním polovodičového materiálu a teda nie diódou ako súčiastkou.

VA charakteristika NMOS



Smer prúdu v relé a MOSFET-e

	Relay	MOSFET
Open		
Close		

Smart switch vs relé

Riadenie

V prípade relé využívané v automobilovom priemysle je zdrojom napájania riadiacej cievky napätie autobaterie. Pre mikrokontrolér je toto napätie nekompatibilné a teda musí byť upravené, čo vyžaduje ďalšie súčiastky a teda zvyšuje cenu.

Lacnejšou alternatívou sú smart switch-e, väčšina z nich môže byť priamo napojená na hlavnú riadiacu jednotku (MCU) bez použitia ďalších súčiastok. V prípade HSS konfigurácie je možné riadenie pomocou napätia alebo prúdu. Ak ide o riadenie prúdom je potrebné zakomponovať externú reguláciu prúdu pomocou napr. NPN tranzistoru. Ak ide o riadenie napätím smart switch môže byť napojený priamo na MCU.

Maximálne napätia

Zatiaľ čo v prípade relé je sa vzdialenosť medzi jeho vnútornými kontaktmi pohybuje v rozmedzí 1mm, v smart switch-i sa vzdialenosť medzi S a D elektródami pohybuje v rozmedzí pár mikrometrov. Táto vzdialenosť ovplyvňuje hraničné napätie, ktoré ešte nespôsobí oblúk. Takisto má vplyv na celkovú veľkosť MOSFET-u a vo finále aj na jeho cenu.

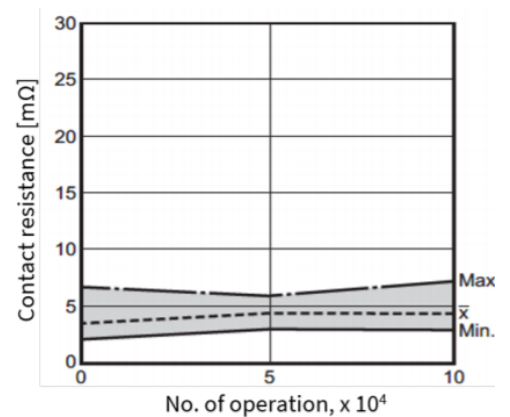
Pre využitie v automobilovom priemysle sa uvažuje napájacie napätie 12 V a smart switch je dimenzovaný aj na výnimočné prípady akým môže byť napríklad štartovanie pomocou štartovacích káblov alebo pre prípad skoku napätia na vysokú hodnotu. Maximálne napätie, ktoré dokáže smart switch zniesť sa pohybuje okolo 40 V. Pri relé sa toto napätie pohybuje v okolí 500 V medzi kontaktmi z čoho je zrejmé, že smart switch-e sú v porovnaní s relé citlivejšie na prepätia.

Zmena odporu v zopnutom stave

Mechanické kontakty v relé sú citlivé na rôzne vplyvy čo pri dlhodobom používaní a zaťažovaní môže spôsobiť zmenu odporu. Medzi tieto vplyvy môžeme zaradiť napríklad kontaminácia vonkajším prostredím, dlhodobé používanie, mechanické starnutie a namáhanie, oxidácia kontaktov... V bežných prípadoch sa odpor relé časom zvyšuje čo je okrem iného zapríčinené počtom spínacích cyklov.

Odpor MOSFET-u je stabilný a mení sa len minimálne pri stabilných vonkajších podmienkach. Parametrom, ktorý najviac ovplyvňuje jeho rezistivitu je teplota. Zmena odporu pri 10^{15} spínacích cykloch je len pár percent v porovnaní s relé, ktorého životnosť je 10^5 spínacích cykloov. Avšak pri častých zaťaženiach ktoré spôsobujú vysoké teploty v MOSFET-e môže dôjsť k zmene jeho elektrických parametrov.

Závislosť odporu od počtu cyklov



Závislosť odporu od teploty

