

## Latching BOTS (Brake Over-Travel Switch)

V našom elektrickom aute sa nachádza bezpečnostný okruh (tzv. Shutdown circuit). Tento odvod spína relé, ktoré zopínajú výstup z Battery boxu s vysokým napätím. Ak nastane chyba alebo treba odpojiť vysoké napätie, pomocou Shutdown obvodu sa odpojí Battery box a vysoké napätie ostane iba vnútri Battery boxu. Na obrázku vidno príklad na shutdown obvod z pravidiel súťaže. Skladá sa z napájania, ktoré je z LV (low voltage) baterky, rôznych vypínačov (napr. inertia switch, manuálne killswitche, BOTS...) a z bezpečnostných obvodov, ktoré kontrolujú závažné chyby. V tejto časti sa zameriame na BOTS (brake over-travel switch).

### EV 6.1 Shutdown Circuit

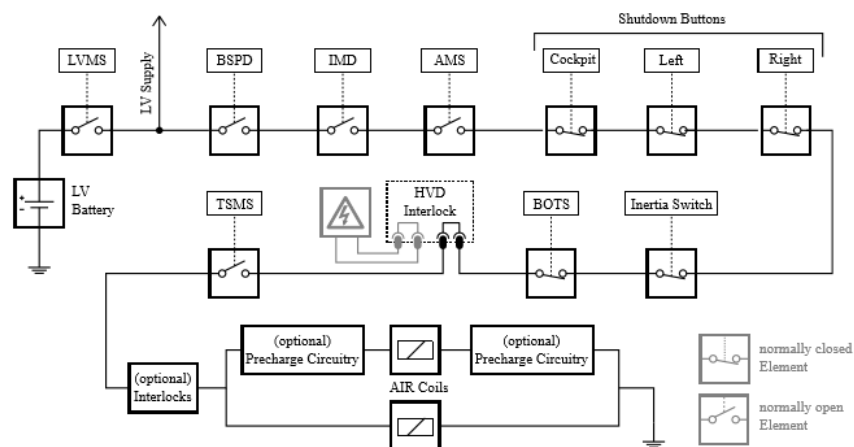
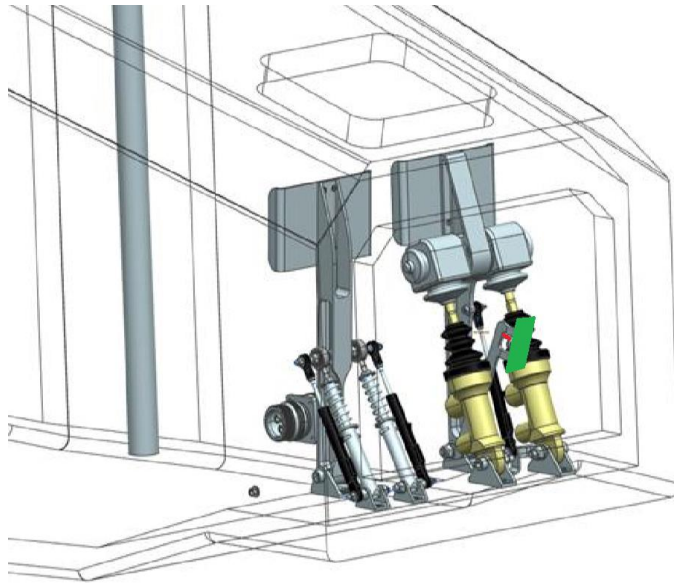


Figure 20: Explanatory example schematic of the required shutdown circuit

Brake over-travel switch (BOTS) slúži na okamžité odpojenie vysokého napätia (HV) od HV častí auta, ak zlyhajú brzdy. To znamená, že sa odpojí napájanie motorov. V aute musia byť podľa pravidiel dva samostatné brzdové okruhy pre predné a pre zadné kolesá. Brzdovým pedálom sa ovládajú oba okruhy naraz. Pedál je k piestom brzdových okruhov pripojený cez výkyvné rameno. V bezporuchoch stave funguje normálne a aktivuje oba okruhy. Ak však jeden okruh stratí tlak a stáva sa neúčinným je mechanicky aktivovaný BOTS pedálom, ktorý je možné v tejto chvíli stlačiť oveľa ďalej práve vďaka výkyvnému ramenu.

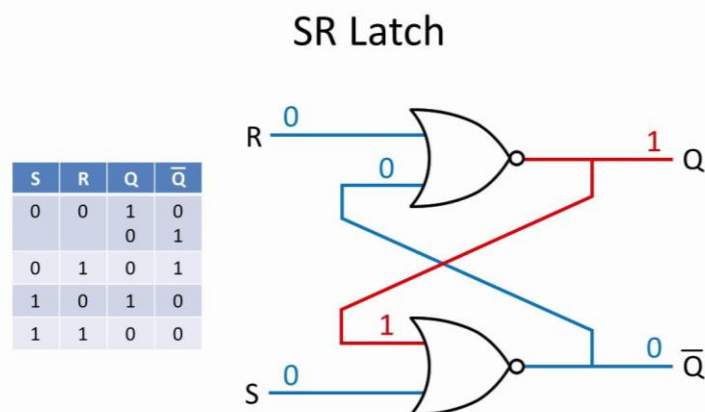
Podľa pravidiel súťaže po zopnutí BOTS treba zabezpečiť, aby sa auto nevrátilo do RTD (Ready to Drive) módu a ostalo neaktívne, kým sa auto nevyresetuje (= latching). Tento obvod musí byť riešený hardvérovo, nie softvérovo. Túto sezónu sme sa rozhodli navrhnuť novú dosku iba pre tento obvod, aby bola nezávislá.

## Poloha dosky BOTS (za brzdovým pedálom)



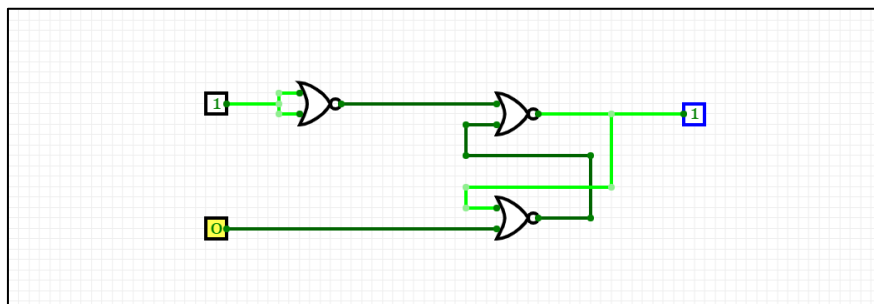
## Princíp činnosti Latchovania BOTS

Na Latchovanie obvodu (zabezpečenie, aby sa auto znovu neaktivovalo, kým sa nestlačí reset) sme využili preklápací obvod (v angličtine SR Latch alebo Flip Flop). Najčastejšie sa tento obvod využíva ako pamäťový prvok. Je schopný udržať poslednú hodnotu na výstupe po doznení impulzu na vstupe. Zakázaní stav je pre nich, keď sú oba vstupy logická 1, lebo potom výstup závisí od toho ako obvod vyhodnotí, ktorý stav doznal skôr a nie je jasné či bude na výstupe 1 alebo 0 po doznení impulzov.

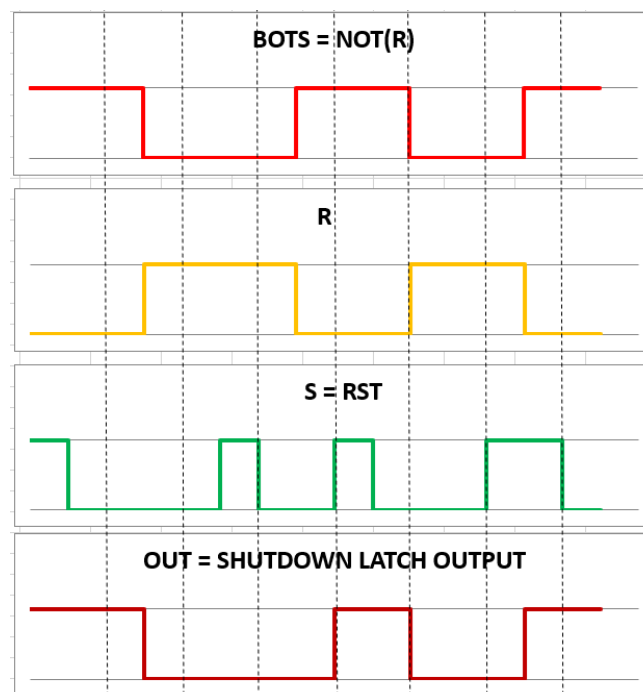


My sme na obidva vstupy nedávali impulzy a zakázaný stav sa nás tiež netýkal, lebo vždy bolo jasné, ktorý signál sa kedy a ako bude meniť. Na vstup R sme pripojili invertovaný signál z BOTS, ktorý bol logická 0 keď bol BOTS zopnutý a logická 1 ak nastala chyba a BOTS bol

rozpojený. Na vstup S sme priviedli signál z resetu, ktorým sme pri stlačení vyslali impulz logická 1 a inak bol logická 0. Celý obvod sme odsimulovali, aby sme sa presvedčili, či funguje správne. Využili sme na to simulátor „circuitverse.org“.



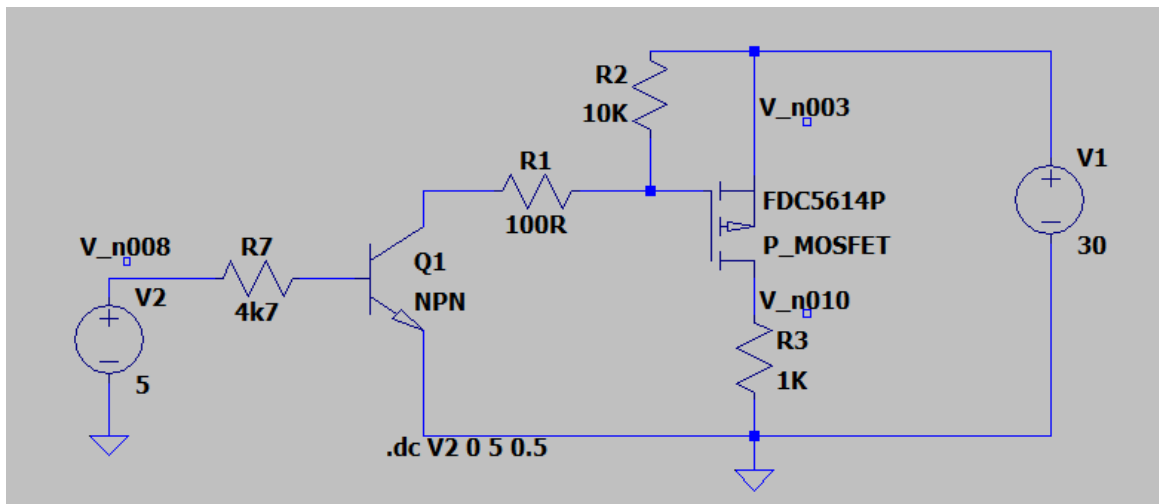
V simulátore sme simulovali zapnutie auta a stlačenie reset tlačítka. Vtedy sa zopne shutdown okruh, ako je vidieť na grafoch. Ďalej sme simulovali zlyhanie bŕzd a vypnutie BOTS, zároveň sa rozpojil aj shutdown. Po stlačení resetu sa shutdown obvod znovu neaktivoval, čo je dobre, lebo chyba stále pretrvávala. Následne sme odstránili chybu (zopli sme BOTS naspäť) a po stlačení resetu sa aktivoval shutdown obvod. Nakoniec sme ešte odsimulovali čo sa stane, keď niekto bude držať reset a iná osoba zapne v tom čase BOTS. Obvod fungoval správne. Pre istotu sme odsimulovali ešte niekoľko hraničných situácií, ktorá tiež dopadli úspešne.



Na realizáciu tohto logického odvodu sme využili integrovaný obvod „MC14001B“, ktorý sa skladá zo 4 NOR logický hradiel. Dve z nich sme využili na SR Latch a 1 sme zapojili ako NOT hradlo. V schéme (viď koniec dokumentu) sme zakreslili aj dva odporové deliče, sme získali vstupné signály pre SR Latch. Tieto musia byť v rozsahu 0V až 1,5V pre log.0 a 3,5V až 5V pre log. 1. Pripojili sme k nim aj Zenerové diódy kvôli stabilizácii, lebo napätie môže kolísť v závislosti o napätia LV baterky.

## Zopínanie Shutdown obvodu

Na zopínanie Shutdown odvodu, ktorý zopína relé prúdom približne 1A, a tým zapína výstup vysokého napätia z HV Battery boxu je treba použiť P Mosfet. N Mosfet nie je vhodné použiť, lebo relé musia byť posledná časť shutdown odvodu. Treba použiť P Mosfet, ktorý sa zapája „nad“ záťaž. Jediným problémom tu je Rozdielne napätie medzi riadiacim signálom brány P Mosfetu (0V až 5V) a Shutdown obvodom (30V), ktorý P Mosfet spína. Napätie 0V zopne P Mosfetu, ale napätie 5V nie je dostatočné (30V) na jeho rozpojenie. Preto je treba použiť ešte NPN tranzistor, ktorý buď bránu P Mosfetu pripojí k zemi (0V), alebo ju nechá odpojenú a pullup rezistor ju pritiahne na 30V.



Na grafe vidíme prúd bázy NPN tranzistora obmedzený predradeným rezistorom ako aj kolektorový prúd. V spodnom grafe si zase môžeme všimnúť ako sa správa P Mosfet pri menení vstupného napätia na báze NPN od 0V po 5V. Pri 0V je P Mosfet rozopnutý a pri 5V je už zopnutý.

**3D Model dosky („Mini Latch BOTS“)**

