

Redundantní topologie napájení pro automobilové aplikace s využitím ideálních diodových regulátorů

Abhijeet Godbole

Vedoucí systémový inženýr

Praveen GD

Vedoucí aplikační inženýr

Zavedení

Redundantní napájecí zdroje využívají více než jednu napájecí jednotku k zajištění potřebného napájení zátěže.

Pomáhají zvýšit spolehlivost a dostupnost systému a zajišťují bezpečnost systému v případě selhání jedné z napájecích jednotek. Redundantní napájecí zdroje jsou obzvláště důležité v automobilových systémech pro bezpečnostně kritické aplikace, jako je automatizované řízení, kde by ztráta napájení mohla mít vážné následky.

ORing a prioritní multiplexing napájení jsou dvě oblíbené techniky implementace redundantních napájecích zdrojů v automobilových systémech. V ORingu systém vybírá zdroj napájení s nejvyšším napětím z více vstupů, zatímco multiplexing napájení umožňuje systému přepínat mezi různými zdroji napájení na základě úrovní priorit nebo jiných kritérií. Konstrukteři tradičně používali Schottkyho diody, P-kanálové tranzistory s efektem pole nebo kombinaci obou pro redundantní obvody v napájecím zdroji.

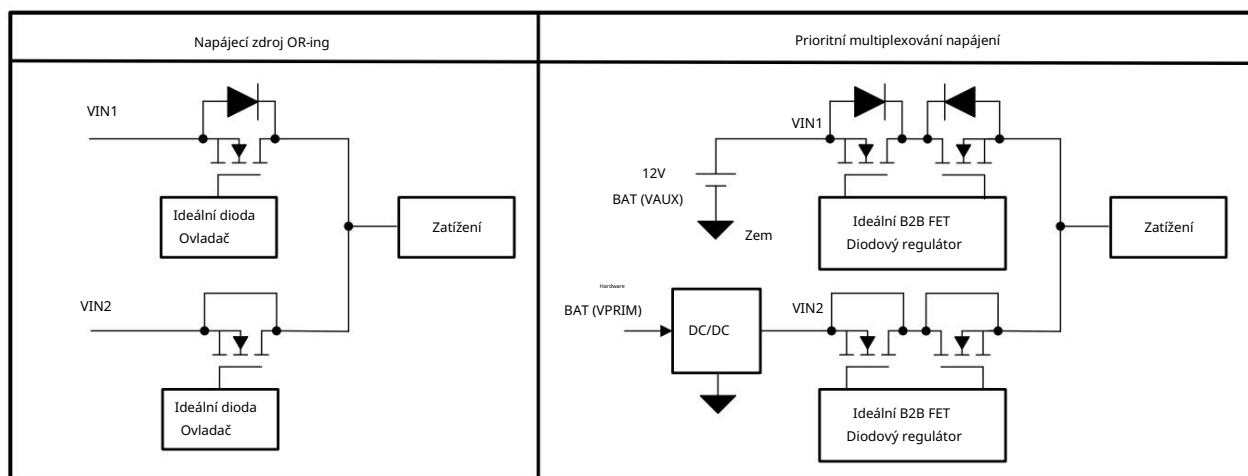
Ideální diodové regulátory jsou integrované obvody (IO), které může ovládat externí pole kov-oxid-polovodič-

efektivně tranzistory (MOSFETy) pro emulaci chování ideálních diod. Oproti konvenčním diodám nabízejí několik výhod, jako je nižší ztrátový výkon, vyšší proudová kapacita, ochrana proti přepólování, blokování zpětného proudu a ochrana proti úbytku zátěže. Ideální diodové regulátory mohou také poskytovat omezení zapínacího proudu a ochranu proti přepětí a nadproudu.

V tomto článku se budeme zabývat konceptem a výhodami ORing a výkonový multiplex s využitím ideálních diodových regulátorů, různé typy a architektury ORing a obvodů pro výkonový multiplex a výzvy a řešení pro implementaci ORing a výkonového multiplexu s využitím ideálních diodových regulátorů v automobilových systémech.

Techniky ORingu a multiplexování výkonu

Techniky ORing i multiplexování výkonu používají ideální diody k připojení více vstupních zdrojů napájení k jedné výstupní zátěži, ale liší se ve způsobu výběru a přepínání mezi různými vstupními zdroji. **Obrázek 1** znázorňuje typický případ použití ORingu napájení a multiplexování priorit.



Obrázek 1. Typický případ použití řešení ORing a multiplexování prioritního výkonu.

Obvod ORing usnadňuje systému výběr nejlepšího dostupného zdroje napájení z více vstupů na základě nejvyššího vstupního napětí. Ideální diody fungují jako spínače, které se zapnou, když je vstupní napětí vyšší než výstupní napětí, a vypnou, když je vstupní napětí nižší než výstupní napětí. Tímto způsobem obvod ORing zajišťuje, že vstupní zdroj s nejvyšším napětím je připojen k výstupu, a zabraňuje...

zpětný tok proudu a křížové vedení mezi

vstupní zdroje. Pokud jsou vstupní napájecí zdroje téměř stejné, je možné, že oba napájecí zdroje sdílejí zátěž bez jakéhokoli cirkulujícího proudu mezi nimi. Blokování zpětného proudu je tedy primární vlastností potřebnou pro realizaci OR-zapojení.

Obvod pro multiplexování napájení umožňuje systému přepínat mezi různými zdroji napájení bez ohledu na velikost napětí na základě kritérií, jako je priorita zdroje nebo dostupnost a velikost vstupního napětí. V této konfiguraci musí řídicí obvod přepínat napájecí cesty mezi jednotlivými zdroji napájení a zátěží, a to řízeno vlastní prioritní logikou nebo externím signálem, jako je například univerzální vstup/výstup mikrokontroléru.

výstupní pin. Obvod multiplexování napájení zajišťuje, že k výstupu je v daném okamžiku připojen pouze jeden vstupní zdroj, a zabraňuje zpětnému toku proudu a křížovému vedení mezi vstupními zdroji. Obvod v této konfiguraci proto musí mít oba

Funkce blokování zpětného proudu a řízení zapnutí a vypnutí zátěžové cesty umožňující napájení prioritního zdroje zátěž.

Typické aplikační obvody pro napájení

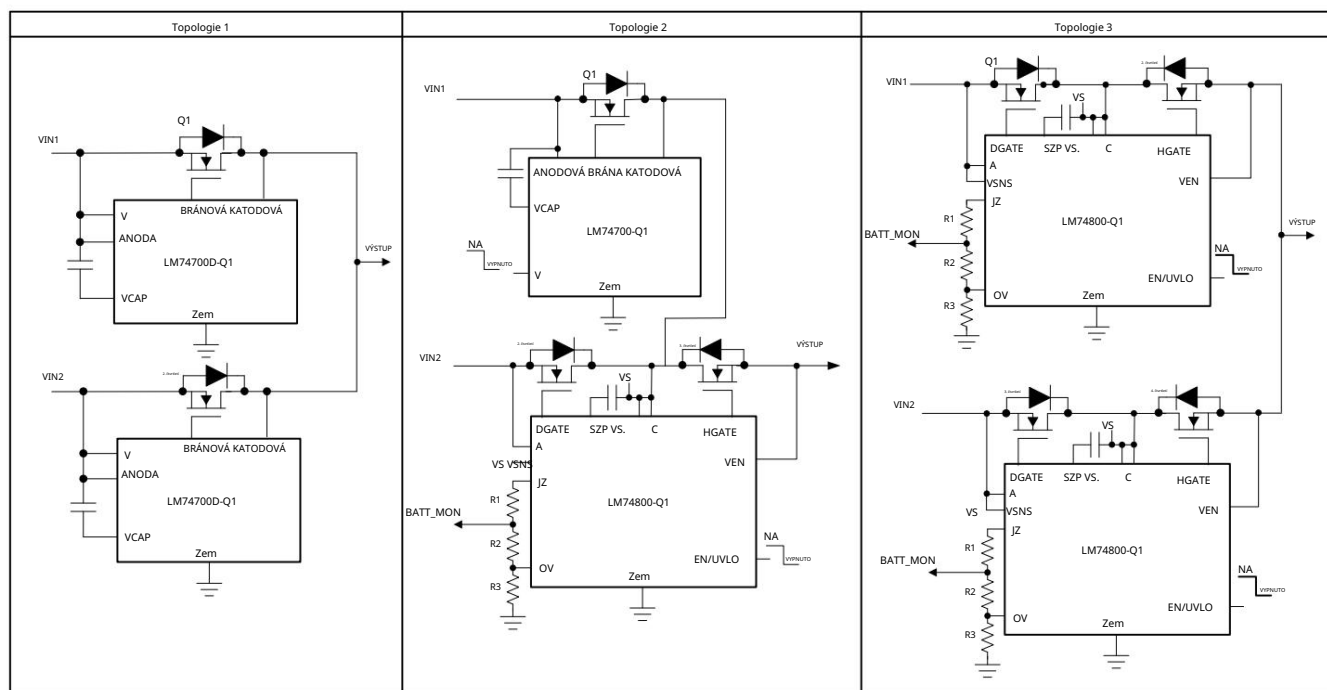
OR-kroužek

Obvody ORing jsou oblíbené v automobilových subsystémech, jako jsou infotainment, moduly karoserie, pokročilé asistenční systémy řidiče a moduly osvětlení; poskytují redundanci a spolehlivost v případě výpadku nebo odpojení napájení. **Obrázek 2** ukazuje různé topologie ORingu s využitím ideálních integrovaných obvodů diodového regulátoru.

v kombinaci s externími N-kanálovými MOSFETy.

Efektivní řešení ORingu musí být extrémně rychlé, aby se omezila doba trvání a množství zpětného chodu proud v případě selhání jednoho ze zdrojů. Ideální diodové regulátory v konfiguraci ORing neustále snímají rozdíl napětí mezi anodovým a katodovým pinem, což jsou úrovně napětí na zdrojích napájení (VIN1, VIN2) a bodě společné zátěže (VOUT). Rychlý komparátor vypne pohon hradla rychlým poklesem – během mikrosekund, jakmile VIN – VOUT klesne pod stanovenou prahovou hodnotu pro zpětný proud, obvykle několik milivoltů. Spolu s rychlým komparátorem pro detekci zpětného proudu mají ideální diodové regulátory TI lineární schéma regulace hradla, které

zajišťuje nulový stejnosměrný zpětný proud v případě výpadku vstupního napájení.



Obrázek 2. Typické topologie OR s využitím ideálních diodových regulátorů.

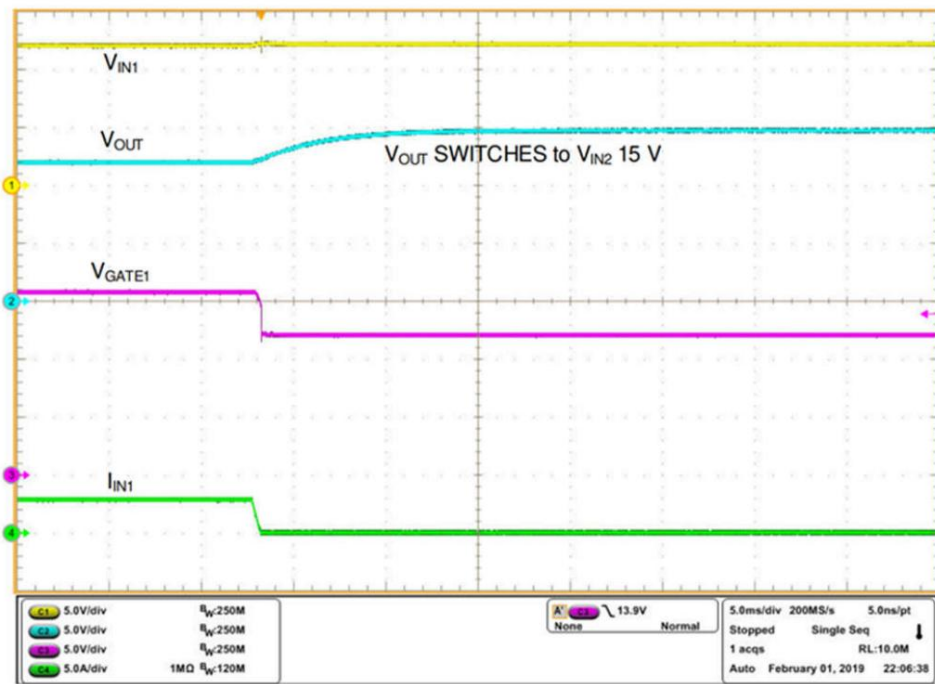
Jen málo subsystemů vyžaduje odpojení zátěže od napájecích zdrojů, aby se dosáhlo nízkého klidového proudu nebo aby se systém ochránil před poruchovými stavy. Topologie č. 2 na obrázku 2 ukazuje typický aplikační obvod pro duální vstupní součin OR se společným řízením odpojení zátěže s využitím obvodu TI LM7480-Q1 a LM7470-Q1 zařízení.

FET Q1 a Q2, řízené obvodem LM7470-Q1 a LM7480-Q1, poskytují funkci ORing, zatímco Q3 FET řízený LM7480-Q1 může izolovat zátěž od napájecích zdrojů. Pokud je VIN1 větší než VIN2, nezávislé řízení FETů pomocí LM7480-Q1

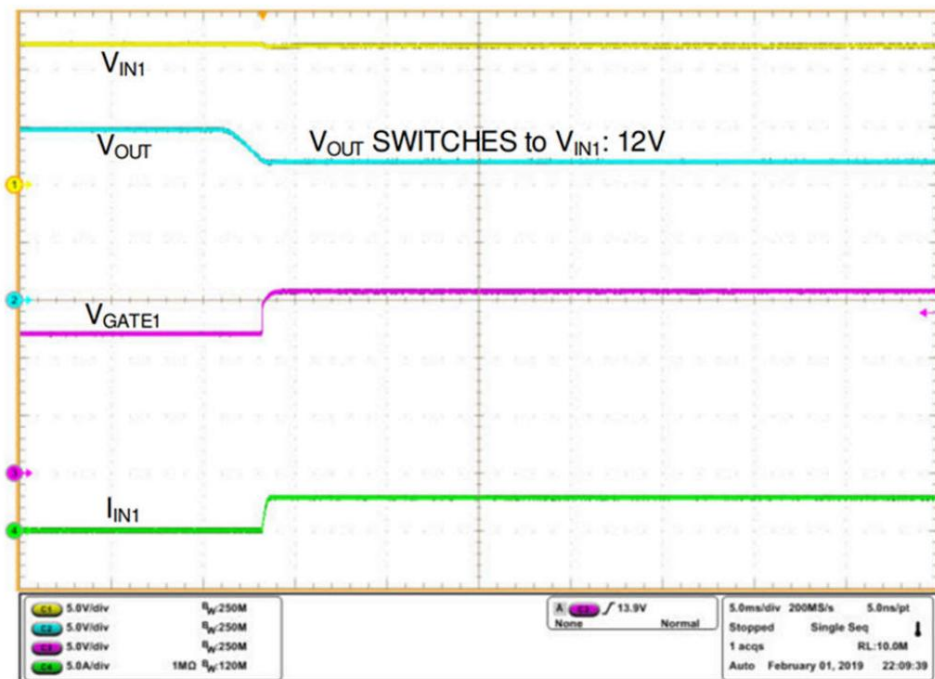
umožňuje Q2 blokovat zpětný proud, zatímco Q3 zůstává zapnutý a propojuje VIN1 s VOUT.

Topologie č. 3 na obrázku 2 ukazuje typický aplikační obvod pro ORing s funkcí odpojení zátěže pro jednotlivé kolejnice, což umožňuje systémovým návrhářům přiřadit různá kritéria pro odpojení zátěže pro každou kolejnici.

Obrázek 3 a obrázek 4 znázorňují výkon přepínání napájecího OR mezi dvěma napájecími kolejnicemi, kde VIN1 = 12V a VIN2 = 15V.



Obrázek 3. Přepnutí napájení z VIN1 na VIN2.



Obrázek 4. Přepnutí napájení z VIN2 na VIN1.

Konfigurace multiplexoru prioritního výkonu

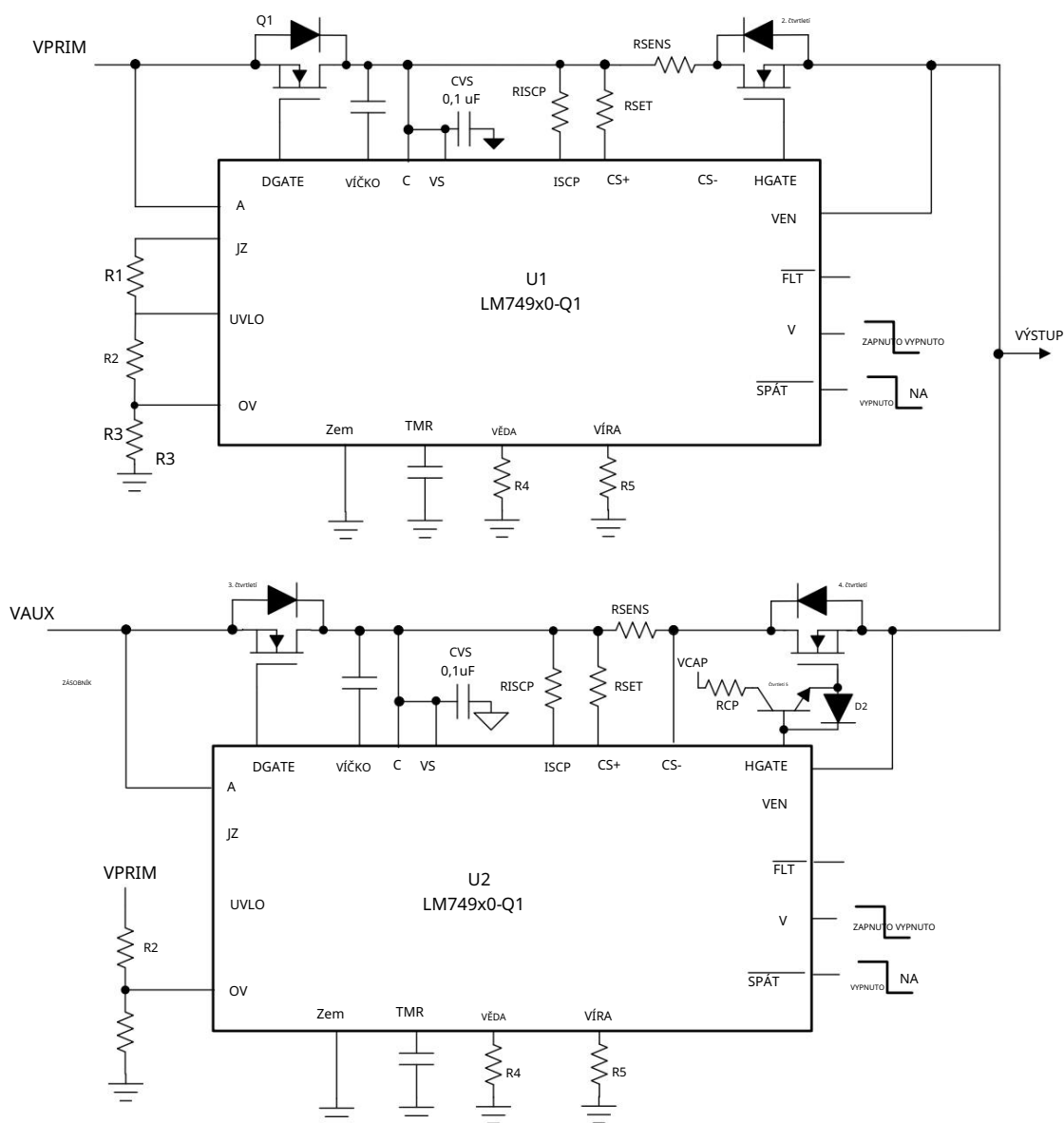
Multiplexor prioritního napájení automaticky přepne primární napájení na pomocný (AUX) nebo sekundární zdroj napájení, když napětí primárního napájení klesne pod stanovenou prahovou hodnotu. Pokud je primární napájení k dispozici a je v přijatelných mezích, je vždy prvním zdrojem pro napájení zátěže. Pokud například v rozvodné jednotce dojde k přerušení primárního napájení subsystému, obvod multiplexoru prioritního napájení automaticky připojí pomocný zdroj napájení k výstupu a odpojí primární zdroj od daného výstupu, aby se zabránilo narušení provozu subsystému. Pokud se inteligentní pojistka předního napájení resetuje a napětí primárního napájení stoupne na přijatelnou prahovou hodnotu, obvod multiplexoru prioritního napájení automaticky připojí primární zdroj zpět k výstupu a odpojí pomocný zdroj napájení.

Obvod multiplexoru výkonu vyžaduje řídicí jednotku, jako například LM74800-Q1 nebo LM74900-Q1 ovládat dva zády k sobě zadní MOSFETY na každé napájecí sběrnici. Když oba

Pokud jsou přítomny primární a pomocné zdroje napájení a jsou v přijatelném rozsahu a primární zdroj napájí zátěž, musí regulátor pomocného zdroje blokovat zpětný proud, když je napětí primárního zdroje napájení vyšší než napětí pomocného zdroje. Stejně tak musí regulátor pomocného zdroje blokovat dopředný proud, když je primární napětí nižší než napětí pomocného zdroje. Tím je zajištěno, že primární zdroj, který má nejvyšší prioritu, napájí zátěž a pomocný zdroj je izolován od primárního i pomocného zdroje.

zátěž.

LM74900 -Q1 ideální diodový regulátor řídí a ovládá externí MOSFETY s N-kanálem zapojenými do emulovat ideální diodový usměrňovač s regulací zapnutí nebo vypnutí napájecí cesty a ochranou proti nadproudu a přepětí. **Obrázek 5** je schéma zapojení multiplexoru s prioritním výkonem s použitím dvou obvodů LM74900-Q1. Zařízení se společným odtokem. Přepětový pin LM74900-Q1 v cestě VAUX je nakonfigurován tak, aby se napájecí zdroj VAUX připojil k zátěži okamžitě, když je VPRIM z jakéhokoli důvodu odpojen, a zajistil tak nepřetržité napájení zátěže.

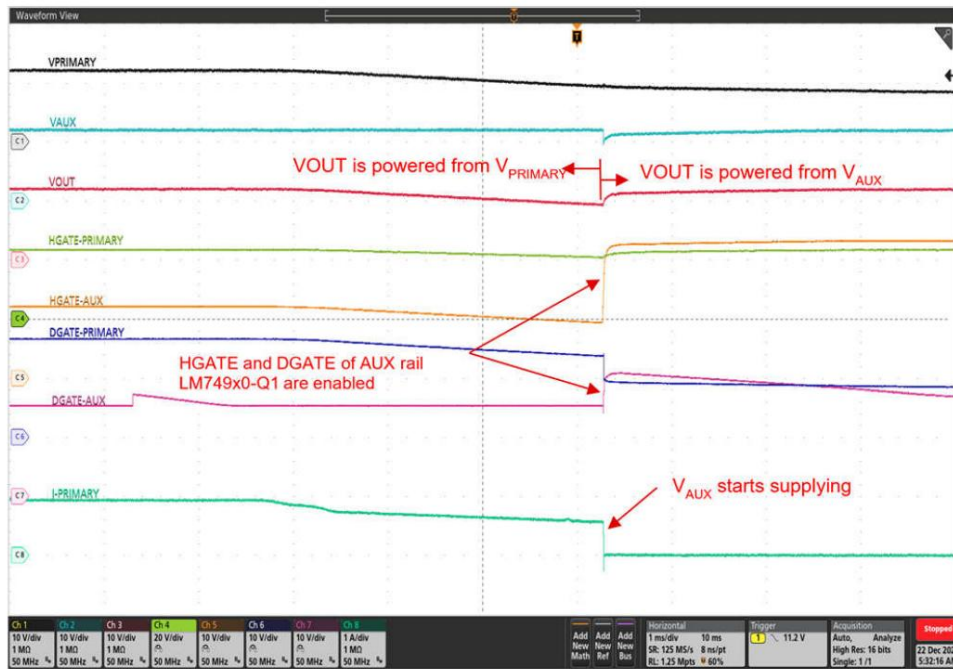


Obrázek 5. Typický obvod pro prioritní výkonový multiplexor s použitím LM74900-Q1.

Obvod multiplexoru výkonu si klade za cíl udržet nízký pokles výstupního napětí, když se zátěž přepne na napájení z VAUX, když je VPRIM odpojen nebo mimo přijatelný rozsah. Aby se během přechodu udržel nízký pokles výstupního napětí, je použit spínač zátěže FET (Q4), řízený obvodem LM74900-Q1. v cestě VAUX, musí být velmi rychle sepnut, zatímco napájecí cesta VPRIM je vypnuta (vypnutím Q2). Pin HGATE je však navržen tak, aby dodával pouze 55 μ A proudu hradla, aby se dosáhlo pomalého rozběhu pro omezení zapínacího proudu, což je příliš málo pro rychlé přepnutí HGATE na vysokou úroveň. Malý obvod s rezistorem (RCP),

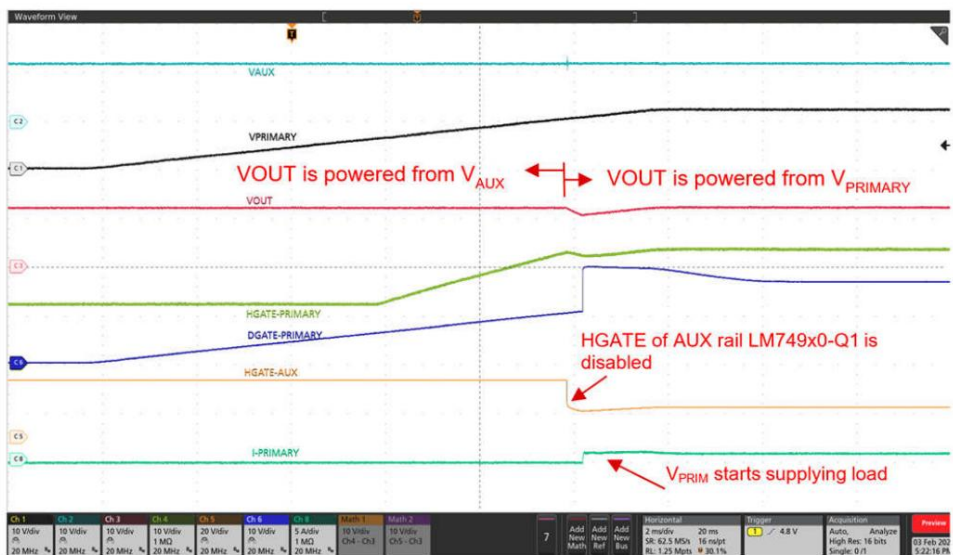
Tranzistor (Q5) a dioda (D2) mohou zvýšit proud zdroje hradla HGATE. Je také možné zvýšit proud zdroje hradla připojením emitoru Q5 k hradlu Q4, protože Q5 umožňuje kondenzátoru s pumpováním náboje přímo přivést HGATE na vysokou úroveň. Alternativně můžete upravit proud zdroje hradla Q4 změnou hodnoty rezistoru RCP. D2 poskytuje cestu kolem Q5 k vypnout Q4.

Obrázek 6 ukazuje průběh signálu zachycený během okamžiku, kdy se VPRIM odpojí a zátěž rychle přejde na sběrnici VAUX. HGATE na sběrnici AUX se zapne během 20 μ s, aby se snížilo poklesové výstupní napětí.



Obrázek 6. VPRIM do Přepnutí VAUX v aplikace výkonového multiplexoru

Obrázek 7 znázorňuje průběh signálu v okamžiku, kdy se VPRIM vrátí na přijatelnou úroveň a obvod multiplexoru prioritního napájení plynule přepne zátěž s minimálním poklesem napětí na VPRIM, protože má vyšší prioritu než VAUX.



Obrázek 7. VAUX do Přepnutí VPRIM v aplikace výkonového multiplexoru.

Tabulka 1 ukazuje různé ideální diodové regulátory a

redundantní topologie napájení, které mohou podporovat na základě na jednotlivých sadách funkcí.

Ideální diodový regulátor	Konfigurace OR-ringů odtoku	Konfigurace multiplexování výkonu (řízení FET back-to-back)	
		Společná topologie	Společný zdroj topologie
LM5050-1-Q1		x	x
LM70700-Q1		x	x
LM7480-Q1			
LM74720-Q1			x
LM74900-Q1			x
LM74930-Q1		x	

Tabulka 1. Seznam ideálních diodových regulátorů pro redundantní napájecí topologie.

Závěr

Ideální diodové regulátory s pokročilými funkcemi umožňují různé architektury obvodů OR a multiplexování výkonu. Ideální diodové regulátory nabízejí funkce a výhody, jako je ochrana proti přepólování, blokování zpětného proudu, ochrana proti úbytku zátěže, aktivní usměrnění, ochrana proti přepětí a omezení zapínacího proudu, čímž umožňují kompletní ochranu vstupní napájecí cesty a pomáhají zajistit spolehlivost a bezpečnost systému.

Reference

1. Texas Instruments: [Šest systémových architektur s robustní ochranou proti obrácenému zapojení baterie pomocí regulátoru s ideální diodou.](#)
2. Texas Instruments: [Řešení reverzního provozu v automobilovém průmyslu Topologie ochrany baterií s LM749x0-Q1..](#)
3. Texas Instruments: [Prioritní výkonový MUX s využitím ideálních diod v automobilových zónových modulech.](#)

Důležité upozornění: Produkty a služby společnosti Texas Instruments Incorporated a jejích dceřiných společností popsané v tomto dokumentu se prodávají v souladu se standardními prodejními podmínkami společnosti TI. Zákazníkům se doporučuje, aby si před zadáním objednávky získali nejaktuálnější a nejpřesnější informace o produktech a službách společnosti TI. Společnost TI nepřebírá žádnou odpovědnost za pomoc s aplikacemi, návrhy aplikací nebo produktů zákazníků, výkon softwaru ani za porušení patentů. Zveřejnění informací týkajících se produktů nebo služeb jakékoli jiné společnosti nepředstavuje schválení, záruku ani podporu těchto produktů ze strany TI.

Všechny ochranné známky jsou majetkem příslušných vlastníků.

DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ A PROHLÁŠENÍ O VYLOUČENÍ ODPOVĚDNOSTI

SPOLEČNOST TI POSKYTUJE TECHNICKÉ A SPOLEHLIVÉ ÚDAJE (VČETNĚ DATOVÝCH LISTŮ), NÁVRHÁŘSKÉ ZDROJE (VČETNĚ REFERENČNÍCH NÁVRHŮ), APLIKAČNÍ NEBO JINÉ NÁVRHÁŘSKÉ PORADENSTVÍ, WEBOVÉ NÁSTROJE, BEZPEČNOSTNÍ INFORMACE A DALŠÍ ZDROJE „TAK, JAK JSOU“ A SE VŠEMI CHYBAMI A ZŘÍKÁ SE VEŠKERÝCH ZÁRUK, VÝSLOVNÝCH I PŘEDPOKLÁDANÝCH, VČETNĚ, MIMO JINÉ, JAKÝCHKOLI PŘEDPOKLÁDANÝCH ZÁRUK OBCHODOVATELNOSTI, VHODNOSTI PRO URČITÝ ÚČEL NEBO NEPORUŠENÍ PRÁV DUŠEVNÍHO VLASTNICTVÍ TŘETÍCH STRAN.

Tyto zdroje jsou určeny pro zkušené vývojáře, kteří navrhují s produkty TI. Nesete výhradní odpovědnost za (1) výběr vhodných produktů TI pro vaši aplikaci, (2) návrh, validaci a testování vaší aplikace a (3) zajištění toho, aby vaše aplikace splňovala příslušné standardy a veškeré další bezpečnostní, regulační nebo jiné požadavky.

Tyto zdroje se mohou změnit bez předchozího upozornění. Společnost TI vám uděluje povolení používat tyto zdroje pouze pro vývoj aplikace, která využívá produkty TI popsané v tomto zdroji. Jiná reprodukce a zobrazování těchto zdrojů je zakázáno. Není udělena žádná licence k žádným jiným právům duševního vlastnictví společnosti TI ani k žádným právům duševního vlastnictví třetích stran. Společnost TI se zřiká odpovědnosti za jakékoli nároky, škody, náklady, ztráty a závazky vyplývající z vašeho používání těchto zdrojů a vy TI a její zástupce plně odškodníte.

zdroje.

Produkty společnosti TI jsou poskytovány v souladu s [prodejními podmínkami společnosti TI](#), nebo jiné platné podmínky dostupné na [ti.com](#) nebo poskytované ve spojení s takovými produkty TI. Poskytování těchto zdrojů společností TI nerozšiřuje ani jinak nemíní platné záruky ani ujednání o vyloučení záruk společnosti TI pro produkty TI.

Společnost TI má námitky proti jakýmkoli dodatečným nebo odlišným podmínkám, které jste navrhli, a odmítá je.

Poštovní adresa: Texas Instruments, P.O. Box 655303, Dallas, Texas 75265
Autorská práva © 2024, Texas Instruments Incorporated