

Teljesítményelektronikai ötletek – 2.

Hogyan „szelidítsünk meg” egy zajos tápegységet?

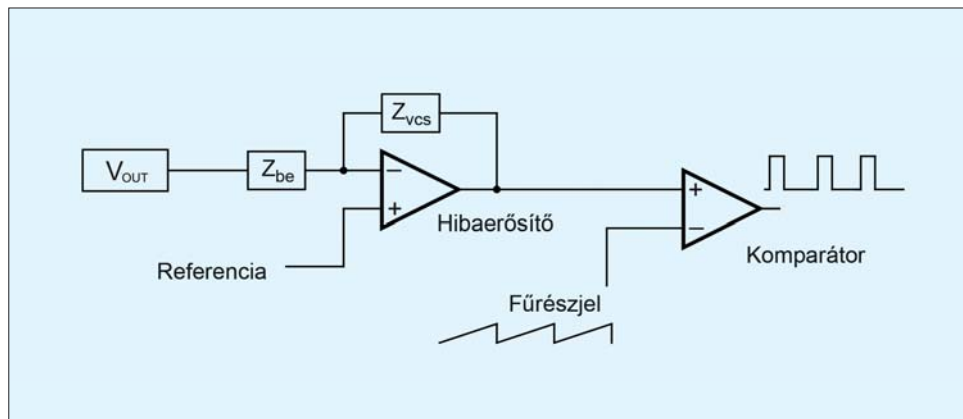
Folytatjuk Robert Kollman, a Texas Instruments alkalmazástechnikai szakembere teljesítményelektronikai sorozatát, amely olyan ötleteket tárgyal tömör, lényegre törő stílusban, amelyek a tervezőknek segíthetnek mindennapi döntési helyzetekben. Ezúttal a szerző a tápegységek egyik igen kellemetlen tulajdonságát, a zajt „veszi célba”.

Ha egy új rendszert tervezünk, egy jó tápegység-elrendezés nélkülözhetetlen feltétele annak, hogy a termék „érett” változatának előállításához minimális laboridőre legyen szükség. Ha néhány órát, esetleg csak percek fordítunk az elrendezés áttekintésére és a nyilvánvaló hibák előzetes kiszűrésére, ezzel napokig tartó hibakereséstől kímélhetjük meg magunkat.

Az 1. ábra egy tápegységben található zajérzékeny áramköri részlet tömbvázlatát mutatja. A kimeneti feszültséget a referenciafeszültséggel hasonlítjuk össze, és ezzel állítjuk elő a hibajelet. Ezt azután egy fűrészfeszültséggel hasonlítjuk össze, amelynek eredménye egy olyan szélességmodulált (PWM) jel, amellyel a teljesítményfokozat közvetlenül vezérelhető.

vezetékeinek méretét minimalizálni kell. A bemeneti (Z_{be}) és visszacsatoló (Z_{vcs}) impedanciát megvalósító alkatrészeket olyan közel kell elhelyezni a hibaerősítőhöz, amennyire ez fizikailag egyáltalán lehetséges. Ha a visszacsatoló hálózatban nagy sebességű integráló kondenzátor van, azt az erősítőkimenethez a legközelebb kell elhelyezni, és ezt kövessék a visszacsatoló hálózat többi alkatrészei. Ha például a kompenzációs hálózatot a soros RC-tag alkotja, és a nagyfrekvenciás zaj az ellenállás és a kapacitás közös pontját éri, a zaj a bemenet felől elhelyezkedő ellenállás nagy impedanciáján át csatolódik a bemenetre, nem pedig a kis impedanciájú kondenzátoron keresztül.

A másik potenciálisan zavarérzékeny terület a fűrészjel. Ennek előállítása kétféleképpen történhet: egy kondenzátor feszültséggenerátoros töltésével (feszültségüzemű) vagy a tápárammal (áramüzemű). A feszültségüzemű rendszerint nem okoz problémát, mivel a kondenzátor kis impedanciája kerül szembe a nagyfrekvenciás zavarójelekkel. Az áram üzemű fűrészjel-előállítás sokszorta kényesebb és érzékenyebb a kapcsolójelek felfutó élén keletkező „tüskék”, a viszonylag kis amplitúdójú fűrészjel és a teljesítménykapcsoló fokozat parazita impedanciái miatt. A 2. ábra az áram



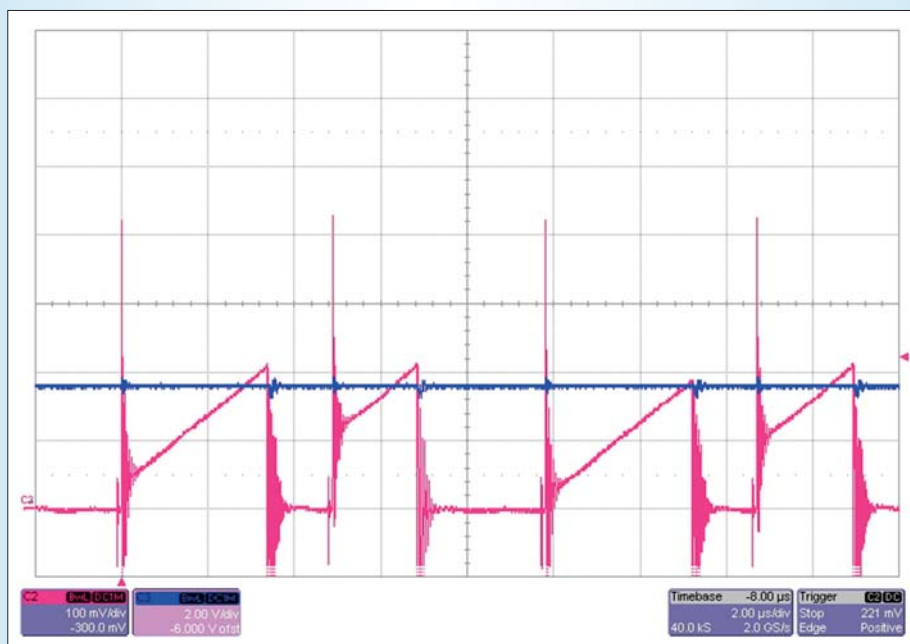
1. ábra Egy impulzusszélesség-modulátor alacsony szintű jeleket hordozó, zajérzékeny pontjai

Ebbe az áramkörbe a zaj három ponton léphet be: a hibaerősítő be- és kimenetén, a referenciafeszültség-forrásnál és a fűrészjel-generátornál. Ezeknek az „érzékeny pontoknak” a gondos elektromos és fizikai tervezése minimálisra csökkentheti az egész áramkör ellenőrzésére, bemérésére fordított időt. Általában a zaj ezeken a kis jelszintű pontokon a kapcsolójelekből kapacitív úton csatolódik be. Egy jó NyÁK-terv gondoskodik arról, hogy ezek a kis szintű áramkörök ne terjedjenek, hanem kis felületű, kompakt megoldással legyenek huzalozva, távol a nagy teljesítményű kapcsolóüzemű jeleket hordozó vezetékeltől. A helyesen alkalmazott földsíkok árnyékoló tulajdonságát is kihasználhatjuk.

A hibaerősítő bemenete valószínűleg az egész tápegység leginkább zavarérzékeny pontja, mivel a legtöbb alkatrész ide csatlakozik. Ha ehhez hozzávesszük a hibaerősítő nagy erősítését és nagy impedanciájú bemenetét, máris kész a katasztrófa receptje. A NyÁK-tervezés folyamán a csomópont

üzemű fűrészjel-előállítás néhány problémájára mutat példát. A felső idődiagram a felfutó élénél keletkező „tüskét” és az azt követő áram üzemű fűrészjelet mutatja. A komparátornak – sebességétől függően – további két potenciális zavarfelvételi pontja van. Az eredmény: a vezérlés kaotikus működése, ami a „szalonnasütésre” emlékeztető, sistergő hangról ismerhető fel. Ezt a problémát a legjobb úgy megoldani, hogy a vezérlő integrált áramkör bemenetét letiltjuk a zavart okozó, felfutó él időtartamára. Ez figyelmen kívül hagyja az áramhullámok rövid, kezdeti szakaszát. A hullám nagyfrekvenciás szűrése is megoldás lehet. És nem győzzük eleget ismételni: helyezzük a fűrészgenerátor kondenzátorát olyan fizikai közelségbe a vezérlő IC bemenetéhez, amennyire csak lehetséges.

Egy másik gyakori probléma a szubharmonikus oszcilláció, amelynek jelei mindkét idődiagramon felfedezhetők. A keskeny és széles jelek váltakozása annak a jele, hogy nem



2. ábra Két gyakori probléma az áramüzemmódú fűrészel-előállításnál

megfelelő a fűrészelhullám kompenzációja. Ha a fűrészel alakú áramjelhez több feszültség-fűrészel arányos jelet adunk, a probléma megoldható.

Tegyük fel, hogy a tápegység elrendezését a lehető legnagyobb gondossággal tervezték, de a prototípus mégis zajos. Ilyenkor mit lehet tenni? Elsőként meg kell vizsgálni a visszacsatoló hurok válaszfüggvényét, hogy kiküszöböljük a problémát okozó instabilitást. Érdekes, hogy egy-egy zajprobléma a tápegység határfrekvenciájának instabilitásában is megnyilvánulhat. Ami ilyenkor valójában történik, az, hogy a hurok megpróbálja kijavítani a beinjektált zajt mint hibaje-

let, mégpedig olyan sebességgel, amelyre a saját időállandói révén képes. Ilyenkor a legcélszerűbb folytatás annak meghatározása, hogy a zaj az említett három terület: a hibaerősítő, a fűrészel vagy a referencia közül melyiknél lép be. Az áramkört egyszerűen fel kell osztani és egyenként megvizsgálni – az „oszd meg és urald” elve ☺ itt is segít.

Az első lépésben helyezük mérőszondánkat a kérdéses csomópontokra. Ezzel láthatóvá válik, ha például a fűrészel fel-tűnően nemlineáris, vagy nagy-frekvenciás jelváltozások vannak a hibaerősítő kimenetén. Ha nem tudunk semmi jellegzetest felfedezni, vegyük ki az áramkörből a hibaerősítőt, és helyettesítsük a kimeneti feszültségét egy „tisztá”, zajmentes feszültségforrással. Ennek óvatos változtatásával a tápegység kimeneti feszültsége is változik. Ha ez beválik, a vizsgálatot le lehet szűkíteni a referenciaforrásra és a hibaerősítőre.

Néha előfordul, hogy a vezérlő IC-be integrált referenciaforrás érzékeny a kapcsolójelekre. Ez további (vagy helyesen kivitelezett) hidegítéssel javítható. Ezenkívül a kapumeghajtó ellenállásokon levő kapcsolójelek „lassítása” is segíthet. Ha a probléma forrása a hibaerősítő, a kompenzáló hálózat impedanciájának csökkentése is segíthet, mert ezzel csökken a beinjektált zaj amplitúdója is.

Ha minden kísérletünk kudarcot vall, „emeljük fel”, távolítsuk el a hibaerősítő csatlakozópontjait a NyÁK-lapról. A kompenzációs hálózat „légvezeték” huzalozása segíthet abban, hogy meghatározhassuk, hol keletkezik a probléma.

Zajmentes tápegységet véletlenül csinálni nem lehet. Az áramkör működésének megértése szükséges ahhoz, hogy az alkatrészeket megfelelően helyezhessük

el és huzalozhassuk össze. Általában bizonyos labortapasztalat is szükséges ahhoz, hogy a zajproblémákat behatárolhassuk és megszüntethessük.

A következő folytatásban a bemeneti szűrő csillapításával foglalkozunk.