



Kiss Zoltán - Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH

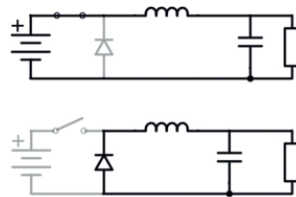
DC/DC kapcsolóüzemű feszültség átalakítók - New Japan Radio Corporation

A DC/DC konverterek napjaink telepes táplálású elektronikai készülékeinek elengedhetetlen alapelemei, hiszen ezeknek az eszközöknek az áramkörei gyakorta különböző tápfeszültséget igényelnek, de helyhiány miatt általában nincs lehetőség több elem használatára. A megoldás DC-DC átalakítók használatában rejlik, amelyek segítségével akár a telepfeszültségnél nagyobb feszültség is nyerhető. A kimenet általában szabályozott, és ez a tulajdonság rendkívül előnyös akkor, amikor a telepfeszültség a tárolt energia elvesztésekor csökkenni kezd. Azokat a DC/DC átalakítókat, melyek a bemeneti feszültségnél kisebb kimeneti feszültséggel rendelkeznek, „step-down”, vagy „buck” konverternek, a nagyobb feszültséget előállító verziókat pedig „step-up”, vagy „boost” konvertereknek hívjuk.

A feszültség átalakítók általános áttekintése

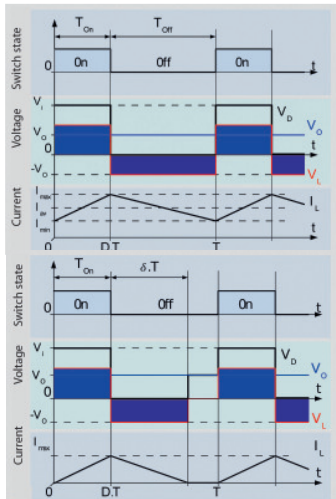
A telepfeszültségtől eltérő feszültségeket többféle módon állíthatunk elő, például ellenállás alapú feszültségosztóval, vagy lineáris feszültségszabályzó használatával, viszont ezek a megoldások csak a telepfeszültségénél kisebb értékek előállítására alkalmasak és a hatások is alacsony. Ennek az az oka, hogy amennyiben a feszültségesés magas és az áramerősség nagy, a felesleges energia hő formájában disszipálódik. Emiatt sokkal kifizetődőbb a kapcsolóüzemű DC/DC átalakítók használata, melyek az energiát ideiglenesen mágneses vagy elektromos térben tárolva, és azt a megfelelő időben felszabadítva, a kimeneten a bemenettől eltérő feszültséget állítanak elő. A hatások jelentősen nagyobb, ami a telep élettartamának valós növekedéséhez vezet.

Step Down / Buck átalakítók

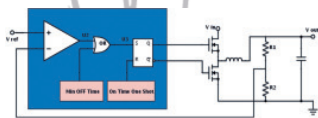


A bemeneti feszültségnél (V_{in}) a kimeneten alacsonyabb feszültséget (V_{out}) előállító DC/DC konvertereket „step-down”, vagy „buck” konvertereknek nevezi a szakirodalom. Működési elvük az ábrán látható ideális áramkör segítségével értelmezhető. Az áramköri képen látható kapcsoló reprezentálja azt a komponenszt, ami a telep folyamatos le- és

visszakapcsolásáról gondoskodik, és ami valójában egy MOSFET vagy egy IGBT. Az induktivitás az energia tárolására szolgál, a telep bekapcsolása utáni tranzienst a mágneses mező felépülése folytán feszültségesést indukál, mely a terhelésre jutó feszültséget csökkenti. Ha a kapcsoló a tér felépülésének befejeződése előtt újra kinyit, a kimenetre jutó feszültség folyamatosan a telep feszültsége alatt marad. Ebben a pillanatban a flyback dióda kinyit, újra zárt áramkör jön létre, és az induktivitás mágneses térben tárolt energia újra elektromos energiává alakul és áramot hajt át a terhelésen. Addig, amíg a kikapcsolt állapot rövidebb, mint a tekercs mágneses mezejének leépülési ideje, a terhelésen az induktivitás folyamatos áramot hajt át, a kimeneti feszültség átlagértéke pedig a bemeneti feszültség értéke alatt marad. A párhuzamosan kapcsolt kondenzátor a kapcsolgatás miatti folyamatos fluktuáció kelte ripple feszültség simítására szolgál. Amennyiben működés közben az induktivitás árama sohasem csökken nullára, folyamatos működési módról beszélünk. Amennyiben a tekercsben tárolt ábrán látható ideális áramkör segítségével értelmezhető. Az áramköri képen látható kapcsoló reprezentálja azt a komponenszt, ami a telep folyamatos le- és visszakapcsolásáról gondoskodik, és ami valójában egy MOSFET vagy egy IGBT. Az induktivitás az energia tárolására szolgál, a telep bekapcsolása utáni tranzienst a mágneses mező felépülése folytán feszültségesést indukál, mely a



terhelésre jutó feszültséget csökkenti. Ha a kapcsoló a tér felépülésének befejeződése előtt újra kinyit, a kimenetre jutó feszültség folyamatosan a telep feszültsége alatt marad. Ebben a pillanatban a flyback dióda kinyit, újra zárt áramkör jön létre, és az induktivitás mágneses térben tárolt energia újra elektromos energiává alakul és áramot hajt át a terhelésen. Addig, amíg a kikapcsolt állapot rövidebb, mint a tekercs mágneses mezejének leépülési ideje, a terhelésen az induktivitás folyamatos áramot hajt át, a kimeneti feszültség átlagértéke pedig a bemeneti feszültség értéke alatt marad. A párhuzamosan kapcsolt kondenzátor a kapcsolgatás miatti folyamatos fluktuáció keltette ripple feszültség simítására szolgál. Amennyiben működés közben az induktivitás árama sohasem csökken nullára,



folyamatos működési módról beszélünk. Amennyiben a

tekercsben tárolt energia nem elegendő a kikapcsolási fázis teljes hossza alatt az áram fenntartásához, az időnként nullára csökken, szakaszos üzemben működik a DC/DC konverter. A különbségek a fenti ábrán láthatók.

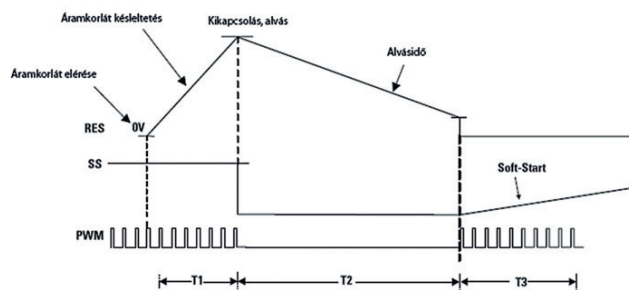
Szinkron DC/DC konverterek

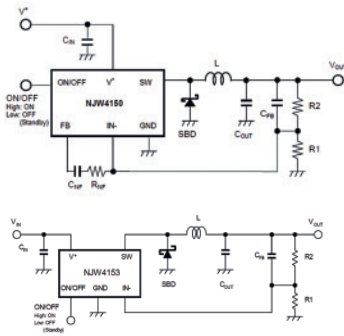
A buck konvertereknek létezik egy, a hagyományos áramköri elrendezésből származtatott továbbfejlesztett változata is, ahol a flyback diódát egy, a felső kapcsoló működésével ellentétes fázisú kiegészítő vezérléssel ellátott második kapcsolóeszköz (alsó kapcsoló) helyettesíti. Ez az eszköz is a valóságban egy MOSFET vagy IGBT eszköz, melynek RDSON értéke a flyback diódáénál nagy-ságrenddel kisebb, így az eredeti-leg a diódán eső feszültség miatti veszteségek minimalizálhatók. Természetesen mindkét esetben a veszteség az aktív ciklusidő (duty cycle) hosszával arányos. Másik előnye ennek az elrendezésnek az eszköz bidirekcionális volta. Azonban az előnyöknek ára van, a jobb jellemzők drágább áramköri megoldásokkal párosulnak.

Vezérlési módok

A kapcsolóüzem leggyakrabban használt vezérlési módja a fix frekvenciájú impulzusszélesség moduláció (PWM-Pulse Width Modulation), mely biztosítja az alsó és felső kapcsolók

ellenfázisú, kiegészítő vezérlését. Másik gyakran használt vezérlési mód a hiszterézis feszültség vezérlés. Ebben az esetben nincs szükség oszcillátorra, úgyhogy nincs szükség olyan problémák, mint például a frekvencia kompenzáció megoldására sem. A rendszer egy komparátort használ, melybe alsó és felső feszültség határértékek vannak beállítva. Ebben az esetben a DC/DC konverter kimenetén fellépő ripple feszültség kerül visszacsatolásra a komparátor be-menetére. Amikor a feszültség értéke eléri a felső határértéket, a felső oldali kapcsoló kikapcsol, ezzel egyidejűleg az alsó kapcsoló bekapcsol. A kimeneti feszültség értéke, azaz a visszacsatolt ripple csökkenni kezd egészen az alsó határértékig, amikor is a folyamat ellentétesen újra elindul. Az állandó időre bekapcsolt (COT-Constant On Time) feszültség átalakítóknak sincs szükségük oszcillátorra, itt is a visszacsatolt ripple feszültség indítja el a kapcsolást, de itt a felső oldali kapcsoló állandó ideig marad bekapcsolva. Ennek a kialakításnak az előnye a nagyobb hatásfok még kis terhelésnél is, valamint a gyors tranzienzi válasz. Azonban ezeknél a megoldásoknál a kimeneten elhelyezett kondenzátornak magas ESR értékkel kell rendelkeznie az elegendően nagy ripple feszültség eléréséhez, ami a kimenetet zavar-érzékennyé teszi.



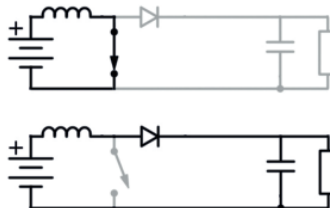


Beépített áramkörvédelmi megoldások

Az átalakítók megbízhatóságának növelésére a gyártók számos védelmi megoldást dolgoztak ki. A hagyományosan alkalmazható külső, automatikusan helyre nem álló védelmek (olvadóbiztosítók, megszakítók) és a regenerálódó túláram- és túlmelegedés védelmi megoldások (mint pl. PolySwitch) mellett a DC/DC konverter IC-k belső védelmekkel is fel vannak szerelve. A ciklusonkénti (Cycle-by-cycle) áramhatároló védelmi mód érzékeli a túlterhelést limitálja az aktív ciklusidőt (duty cycle). Ebben az esetben a magas oldali kapcsoló minden ciklusban ugyan, de csak rövid ideig van bekapcsolva. Emiatt a buck dióda nagyon hosszú ideig vezet a terhelés áramát, ami a magas RDSON érték miatt a hőmenedzsment problémáját veti fel. Hacsak a dióda és az illeszkedő hűtőborda nincs felülméretezve, a túlterhelés az élettartam csökkenéséhez vezet. A „hiccup” módú áramkorlátozó védelem megoldást jelenthet, mert túlterhelés esetén a konverter fix hosszúságú alvó módba kerül, ahonnan a visszatérés egy finom indítási kísérlettel indul. Ha a túlterhelés fennáll még ekkor is, újabb védelmi ciklus indul, tehát a konverternek van ideje lehűlni. Mivel az átalakító túlterheléskor indulások és hosszabb nyugalmi

állapotok sorozatát szenved el, az ilyen üzemmód a csukláshoz hasonlít. Innen származik a védelem neve is (hiccup = csuklás). A New Japan Radio NJW4150 kapcsolóüzemű feszültségszabály-zó IC-je egy buck konverter, mely 34V, 450mA MOSFET-et tartalmaz. Alkalmas nagy frekvenciás üzetre, széles bemeneti feszültségtartománnyal és kis ESR értékű MLCC kondenzátorral való használatra. Az eszköz néhány külső áramköri elemet igényel és képes a méretcsökkenés realizálására. Alkalmazási területe az autó-elektronikai kiegészítők, valamint ipari vagy irodai készülékek tápellátása. Egy másik termék a NJW4153 buck konverter 40V/1A MOSFET-el, melyet 4.6V-40V bemeneti feszültségtartomány jellemez. Az induktivitás áramát érzékelve a kimeneti feszültség kerül vissza-csatolásra (current mode control). Alkalmazási területe elsősorban mikroprocesszorok tápellátása, ahol a gyors transziens válasz elengedhetetlen.

Step Up / Boost konverterek



Azokat a DC/DC konvertereket, melyeknek a kimeneti feszültsége a bemeneti feszültségük felett van, step-up, vagy boost konvertereknek nevezzük. Az ideális kapcsolásuk és a működési alapelvük az oldalon látható ábrán tekinthető át. Amikor a kapcsoló bekapcsol állapotban van, az induktivitás elkezd töltődni, mágneses tere felépül, miközben a

terhelésre jutó feszültség nulla. A kapcsoló kikapcsolásakor a tekercsben tárolt mágneses energia ismét elektromos energiává alakul és a telep mellett másodlagos feszültségforrásként táplálja az áramkört, a diódán keresztül a telep feszültségénél nagyobb feszültséggel kezdi el táplálni a terhelést és tölteni a kimeneti kondenzátort. Amikor a kapcsoló ismét kikapcsol, a kondenzátor elkezd kisülni. Ha a kapcsolás elég gyors ahhoz, hogy a kondenzátor ne süljön teljesen ki a következő ciklus előtt, akkor a terhelésre jutó feszültség értéke mindig a bemeneti feszültség felett marad. Az egyik népszerű boost konverter a New Japan Radio NJW4131 IC-je, 40V/1.4A vagy 40V/1A MOSFET-el. Széles 4.0V-35V bemeneti feszültségtartománnyal rendelkezik és néhány külső áramköri elem felhasználásával kiváló megoldás lehet autó kiegészítők, irodai eszközök tápellátására, valamint LED vezérlésére is. Beépített túláram és túlmelegedés elleni védelemmel van ellátva.

