

Feszültségcsökkentés, hatékonyan

Nagymáté Csaba villamosmérnök, nmtecsaba@gmail.com

Az alábbiakban az MP1593 típusú Step-Down (feszültségcsökkentő) konverter IC-t mutatjuk be, amely extrém jó hatásfok mutatóival emelkedik ki hasonló társai közül. Felhasználási területe meglehetősen széles; az akkumulátortöltőtől kezdve a „lapos” tévéken és set-top boxokon át a szivargyújtókról megoldott tápellátásig szinte mindenütt jelen lehet az elektronika területén. Közleményünkben a IC főbb tulajdonságait és adott feladatra történő méretezési lépéseit ismertetjük.

Az IC működési jellemzői, rövid működési leírása

A kapcsolóüzemű tok figyelemreméltó alaptulajdonságai:

- kimeneti áram 3 A (folyamatos üzem mellett is),
- programozható lágyindítási lehetőség,
- belső MOSFET kapcsolóeszközök, 100 mohmos csatornaellenállással,
- nagyfokú stabilitás, alacsony ESR értékű kimeneti kondenzátorok alkalmazásával,
- 95%-ot elérő hatásfok,
- fix 385 kHz-es működési frekvencia,
- termikus kikapcsolási, és ciklikus túláramvédelem,
- széles, 4,75...28 V bemeneti feszültségtartomány,
- 1,22 V-tól állítható kimeneti feszültség.

Az MP1593 egyárammódú feszültségcsökkentő szabályozó, melynek belső tömbvázlatát az 1. ábrán láthatjuk. A széles határok között megadható bemeneti

feszültséget minimum 1,22 V-ra osztja le, és a kapott kimeneti feszültség – az előzőek szerint – 3 A-rel terhelhető. A terheléstől függő hatásfok-mutatókat a 2. ábrából olvashatjuk ki. A 8 lábú SM tokozású (SOIC) IC működéséhez minimális külső alkatrész hozzáadása szükséges, amely így minden alkalmazáshoz egy kompakt megoldást biztosít. A kimeneti feszültséget az FB (5.) kivezetésnél hibajel-feszültségként mérjük, melyet egy ellenállásosztó alakít ki. Így ezzel az osztóval állítjuk be a tényleges kimeneti feszültségünket. Ezt a hibafeszültséget egy belső hibajel-erősítő dolgozza fel. (Ez utóbbi egy meredekség-erősítő, OTA). Ennek kimeneti árama a COMP kimeneten (6.) jelenik meg, ahol a rendszer kompenzálható egy külső RC-tag segítségével. A konverter IC egy belső N csatornás MOSFET kapcsolópárt használ a szabályozott kimenet meghajtásához. Mivel a MOSFET magasabb gate feszültséget kíván, mint a bemeneti fe-

szültség, ezért egy „booster” kondenzátort kell kötni az SW (3.) és a BS (1.) kivezetések közé. A kondenzátor belső áramkörrel töltődik, mikor SW értéke alacsony.

A kivezetések funkciói

A tok kivezetés-elrendezését a 3. ábrán láthatjuk, és az alábbiakban azok értelmezését adjuk meg.

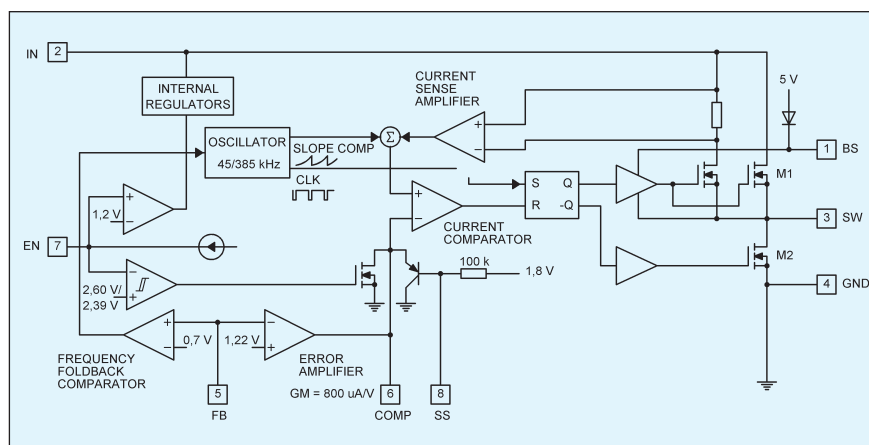
1. láb (neve: BS, gate drive BOOST) A nagymeredekségű gate meghajtó bemenet. Ez gondoskodik az N csatornás MOSFET kapcsoló meghajtásáról. Kössünk egy 10 nF (vagy nagyobb) kapacitást az SW kivezetésről a BS-hez, megtáplálandó a kapcsolót!

2. láb (neve: IN, Input). Tápfeszültség-bemenet, amely tápfeszültség 4,75...28 V között lehet. Egy elegendően nagy kapacitású kondenzátorral szükséges hidegíteni (lásd bemeneti kapacitás), a zajszűrés biztosítására.

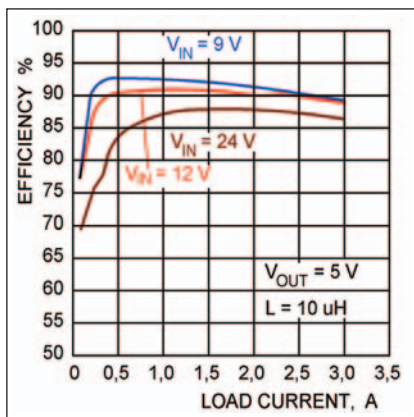
3. láb (neve: SW, Switch). Kapcsolt teljesítmény-kimenet. Ezen csomópontból egy LC szűrőt kell kötni a kimeneti terhelés felé. Jegyezzük meg, hogy kondenzátor szükséges az SW és a BS között (lásd az előző pontot).

4. láb (neve: GND). A tápfeszültség testpontja. Jegyezzük meg, hogy ide kötendő a tok (alul) kivezetett fémfelülete is!

5. láb (neve: FB, Feedback). Visszacatolási bemenet. Az FB érzékeli a kimeneti feszültséget, és leszabályozza azt. A meghajtása a kimenet és a föld közé kötött ellenállásosztóval lehetséges. A visszacsatolási küszöbérték (azaz a belső referenciafeszültség) 1,22 V.



1. ábra



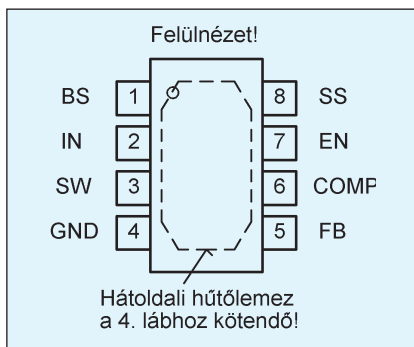
2. ábra

6. láb (neve: COMP, Compensation) A szabályozó hurok kompenzálására szolgáló bemenet. Egy soros RC tag kötendő a föld felé ezen bemenetre. Néhány esetben szükség lehet egy járulékos kondenzátorra is közvetlenül a Comp bemenet és a föld közé. (lásd később)

7. láb (neve: EN, Enable bemenet). Ez egy digitális bemenet, amely a szabályozót be-, vagy kikapcsolja. Amennyiben a bemenet H szintű, a szabályozó be van kapcsolva, és fordítva. Automatikusan üzemen hagyjuk szabadon ezt a bemenetet!

8. láb (neve: SS, Soft-Start). Lágy indítást biztosító bemenet. Az SS szabályozza a lágy indítás periódusidejét. A beállítás ezen bemenet és a föld közé kapcsolt kondenzátorral lehetséges. Ha ez az érték pl. 100 nF, akkor az említett periódusidő 10 ms-ra adódik. Amennyiben erre a beállítási jellemzőre nincsen szükségünk, úgy hagyjuk szabadon ezt a bemenetet!

Az előbb elmondottak alapján magunk is megrajzolhatnánk a



3. ábra

4. ábrán látható tipikus alapkapcsolási elrendezést.

Alkalmazási információk

A kimeneti feszültség beállítása

A kimeneti feszültség értékét a kimenetről az FB bemenetre kötött feszültségosztóval állíthatjuk be a következő összefüggés alkalmazásával, és a 4. ábra jelöléseit használva:

$$U_{ki} = 1,22 \cdot \frac{R1 + R2}{R2}$$

Az R2 értéke legfeljebb 100 kohm lehet, de a szokásos értéknek a 10 kohm az elfogadott. Ez utóbbit használva R1 értéke a következő egyszerű összefüggéssel számolható:

$$R1 = 8,18 \cdot (U_{ki} - 1,22); \text{ kohm.}$$

A tekercs

A tekercs látja el állandó árammal a kimeneti terhelést, mialatt az a kapcsolt bemeneti feszültséget kapja. A nagyobb értékű induktivitás kisebb áramingadozást biztosít, így a kimeneti jel hullámossága is kisebb lesz. Azonban a nagyobb induktivitás nagyobb fizikai méretekkel és soros ellenállással és/vagy alacsonyabb telítési árammal társul. Az induktivitás meghatározására egy jó kompromisszum lehet, ha az induktivitás csúcstól-csúsig vett áramingadozásának a maximális kapcsolási áramhár 30%-át engedjük meg. Azonban győződjünk meg róla, hogy az induktivitás csúcsárama alatta marad a maximális kapcsolási áramnak. Ezen feltételek mellett L értéke:

$$L = \frac{U_{ki}}{f_s \cdot \Delta I_L} \cdot \left(1 - \frac{U_{ki}}{U_{be}} \right),$$

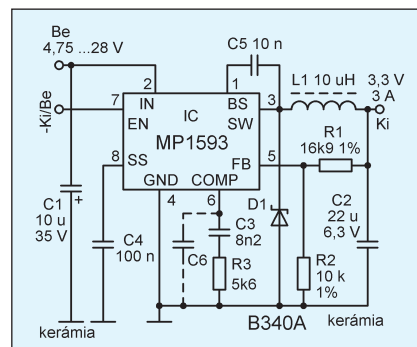
ahol U_{be} = a bemeneti feszültség, f_s = a kapcsolási frekvencia, ΔI_L = az induktivitás csúcstól-csúsig megadott áramingadozása.

Kimeneti egyenirányító dióda

Ez az alkatelem biztosítja a tekercs áramát, mikor a FET-es kapcsoló éppen kikapcsol. Ide mindenképpen Shottky-típust alkalmazunk, redukálendő a nyitó irányú feszültségesést, illetve biztosítandó a gyors feléledési időt. Olyan egyedet választunk, melyek záró irányú feszültsége nagyobb, mint a bemeneti feszültség maximuma, és árama nagyobb a kimeneti maximális terhelő áramnál.

Bemeneti kondenzátor

A feszültségcsökkentő konverter bemeneti árama nem folytonos, ennél fogva egy kondenzátornak kell biztosítani az áramot a konverter számára, mialatt a DC bemeneti feszültség fennáll. Erre a helyre feltétlenül alacsony ESR értékű típust alkalmazunk a jó hatásfok elérése érdekében! A kerámia típus a javasolt, de a tantál, vagy az igen alacsony ESR értékű elkő is alkalmas lehet. Mivel a bemeneti kapacitás elnyeli a bemeneti kapcsolási áramot, így egy megfelelő áramingadozási arányt kell biztosítani. A bemeneti kondenzátor RMS-áramát közelítő egyenlettel adhatjuk meg, melyet a tok adatlapjában megtalálhatunk. Amennyiben a javasolt kerámia kondik helyett tantált vagy elkőt használunk, úgy egy kis értékű, jó minőségű kerámia kondenzátort (pl. 100 nF-ost) kössünk vele párhuzamosan, az IC-hez olyan közel, amennyire csak lehet. Kerámia kondenzátorok alkalmazásánál viszont arról bizonyosodjunk



4. ábra