



Otomotiv motor tahrik sistemlerinin tersine çevrilmeye karşı korunması polarite koşulları

Michael
Sürücüler

BifalcoGelişmiş Koruma Motor

ÖZET

Elektronik, güvenlikten bilgi-eğlenceye kadar modern otomobilin neredeyse her sistemine entegre edilmiştir. Üreticilerin araçlarının elektrik sistemlerine sağlam bir koruma eklemeleri artık her zamankinden daha önemli.

Tüm elektrik sistemlerinin karşılaştığı bir tehlike, güç kaynağının kutuplarının ters çevrilmesidir. Bu olay bir kısa devreden kaynaklanabilir, ancak genellikle bir güç kaynağı bağlanırken güç ve toprak terminallerinin değiştirilmesinden kaynaklanır. Bir otomobil söz konusu olduğunda, çoğu elektronik cihazın gücü aküden sağlanır. Terminal bağlantıları ters çevrilerek takılan bir araç aküsü, korunmadıkları takdirde elektrik sistemlerine zarar verebilir. Aktarma kabloları ters çevrilmiş haldeyken takviye ile çalıştırma denendiğinde de elektronik aksam ters kutupluluktan zarar görebilir.

Elektrik sistemleri tasarlanırken ters akü koruması sağlamak için kullanılabilecek çeşitli teknikler mevcuttur, ancak hepsinin ortak amacı akü terminalleri ters bağlandığında akım akışını önlemektir.

İçindekiler

1	Teknik 1: Seri Diyot Yöntemi	2
2	Teknik 2: Tek FET	2
3	Teknik 3: IC Çözümü	2
4	Teknik 4: NMOS ve BJT	3
4.1	Teknik 4'ün Entegre Takviye Regülatörü veya Entegre Şarj Pompası Motoru ile Kullanılması Sürücü IC	3
5	Güç Tüketiminin Karşılaştırılması	5

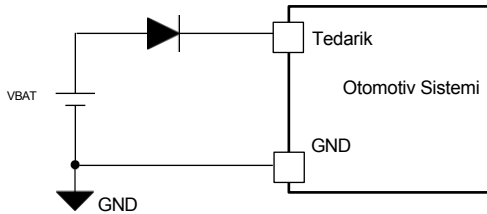
Şekillerin Listesi

1	Besleme Terminalinde Diyot ile Ters Akü Koruması	2
2	Toprak Terminalinde Diyot ile Ters Akü Koruması	2
3	Besleme Tarafı PMOS FET ile Ters Akü Koruması	2
4	Toprak Tarafı NMOS FET ile Ters Akü Koruması	2
5	BJT ve NMOS ile Ters Akü Koruması	3
6	Motor Sürücü IC ile Ters Akü Koruması	4
7	VS'ye karşı Regülatör Gerilimi	5

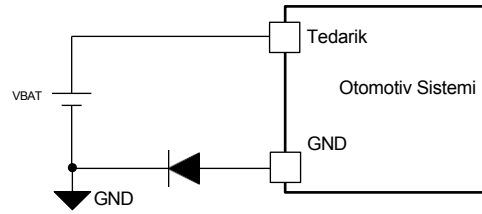
⁽¹⁾ Tüm ticari markalar ilgili sahiplerinin mülkiyetindedir.

1 Teknik 1: Seri Diyot Yöntemi

Ters akü korumasını uygulamak için ilk teknik, [Şekil 1](#) ve [Şekil 2](#)'de gösterildiği gibi güç kaynağı yoluna seri olarak bir diyot eklemektir. Akü terminalleri ters bağlanırsa, diyot ters eğilimli olacak ve akımın sistemden geçmesine izin vermeyecektir. Bu teknik, ters polarite durumunun elektronik aksamalara veya aküye zarar vermesini önler.



Şekil 1. Besleme Terminalinde Diyot ile Ters Akü Koruması

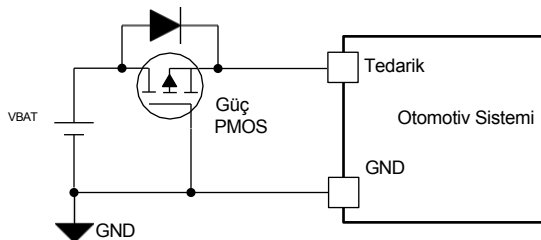


Şekil 2. Toprak Terminalinde Diyot ile Ters Akü Koruması

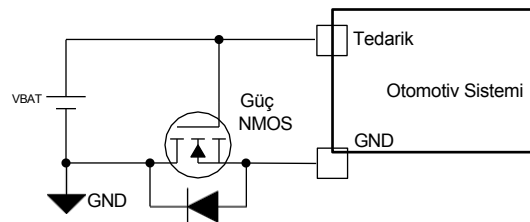
Bu teknik, en basit haliyle uygulamak için yalnızca tek bir diyot gerektirdiğinden uygun maliyetlidir, ancak diyotun getirdiği voltaj düşüşü nedeniyle daha düşük verimlilik ve daha küçük bir kullanılabilir pil aralığı gibi dezavantajları da beraberinde getirir. Ayrıca, diyot yüksek akım uygulamalarında aşırı ısınabilir. Diyota bir soğutucu eklenebilir veya güç dağılımını yaymak için birden fazla diyot paralel bağlanabilir, ancak bu çözümlerin her ikisi de bileşen maliyetini artırır ve değerli kart alanı kullanır.

2 Teknik 2: Tek FET

Ters akü koruması için bir başka teknik de güç kaynağı yoluna seri olarak bir güç FET'i eklemektir. [Şekil 3](#) ve [Şekil 4](#)'te gösterildiği gibi p kanallı bir güç FET'i (PMOS) veya n kanallı bir güç FET'i (NMOS) kullanılabilir. Doğru şekilde bağlandığında, batarya, FET açılırken FET'in gövde diyotu üzerinden sisteme kısa bir süre akım iletecektir. Daha sonra FET akımı son derece düşük bir açık dirençle iletir. Akü ters bağlandığında, FET her iki uygulamada da kapalı olacaktır ve hiçbir akım akamaz. Bu teknik, sistemi ve aküyü ters polarite durumundan korumaya yardımcı olur.



Şekil 3. Besleme Tarafı PMOS FET ile Ters Akü Koruması

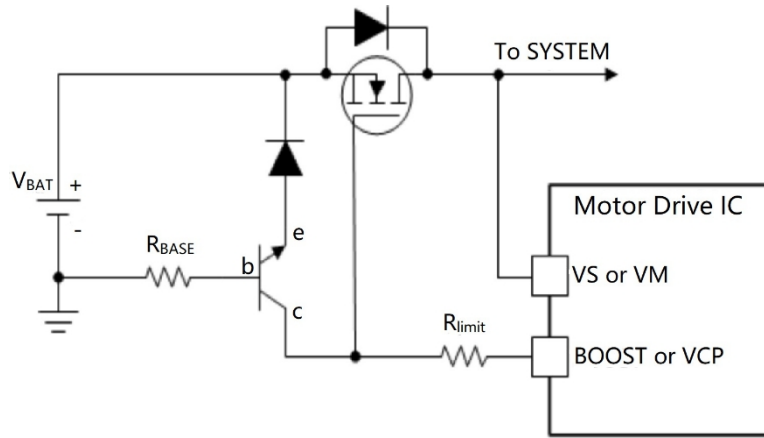


Şekil 4. Ters Akü Koruması Toprak Tarafı NMOS FET ile Ters Akü Koruması

Bu teknik, güç MOSFET'lerinin düşük $R_{ds(on)}$ değeri nedeniyle sadece bir diyot kullanmaktan daha verimlidir. Onlarca miliohm veya daha düşük bir $R_{ds(on)}$ değeri ile, FET tarafından sağlanan voltaj düşüşü genellikle bir diyotun ileri voltajından çok daha düşüktür, bu da daha iyi verimlilik, daha düşük kullanılabilir pil voltajı kaybı ve daha az ısı ile sonuçlanır. Ancak, bu devreyi kullanmanın bazı dezavantajları vardır. Bir PMOS'un $R_{ds(on)}$ 'u aynı boyuttaki bir NMOS'unkinden daha yüksektir, bu nedenle bir NMOS genellikle maliyet açısından daha iyi bir seçimdir. Toprak tarafı NMOS uygulaması, hassas devreleri etkileyebilecek toprak referansını kaldırabilir.

3 Teknik 3: IC Çözüm

Ters akü korumasını gerçekleştirmek için özel olarak tasarlanmış entegre devreler de bir otomotiv sisteminde bir seçenektir. Texas Instruments'ın [LM74610-Q1](#) veya [LM74700-Q1](#) akıllı diyot kontrolörleri bu tür cihazlara örnektir. Bu cihazları kullanan bir referans tasarım için www.ti.com/tool/PMP9498 veya www.ti.com/tool/DRV8912-Q1EVM adresine gidin.



Şekil 6. Ters Akü Koruması Motor Sürücü IC ile Ters Akü Koruması

FET'in gövde diyotu, akımın başlangıçta cihaza akmasına izin vererek cihazın açılmasını sağlar. Cihaz açıldığında, boost regülatör çıkışı BOOST veya şarj pompası çıkışı VCP, ters akü koruma devresinin verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için düşük $R_{ds(on)}$ sağlayarak ters engelleme FET'ini açmak için yeterince yüksek olan besleme voltajının üzerinde bir voltaj sağlar. Maliyeti en aza indirmek ve malzeme listesini (BOM) basitleştirmek için, sürücü aşamasının yarım köprüleri için kullanılan aynı güç NMOS modeli ters akü koruma NMOS'u olarak kullanılabilir.

Bir sistem tasarımcısı, sistemde maruz kalabileceği farklı voltajları destekleyen bir BJT seçmelidir. Batarya doğru bağlandığında, BJT'nin kollektör-emitör voltajı, BOOST veya VCP pin voltajının beslemeye göre etkin bir şekilde aynıdır. Güç uygulamaları için tasarlanan BJT'lerin çoğu bu seviyedeki kollektör-emitör voltajını kabul edebilir. BJT ayrıca BOOST veya VCP pin voltajından kaynaklanan hasarı önlemek için yeterince büyük bir kollektör-baz voltajı spesifikasyonuna sahip olmalıdır. Bu voltaj spesifikasyonu gereklidir çünkü pil doğru bağlandığında taban topraklanmış olarak kalacaktır, ancak BOOST veya VCP pin çıkışı, besleme arttıkça toprağa göre artacaktır. Örneğin, DRV8703-Q1 akü 14 V (tipik) olduğunda 24 V'ta regülasyon yapacaktır, bu nedenle BJT kollektörden tabana en az 24 V'u desteklemelidir. BJT'yi seçerken, sistemin maruz kaldığı gerilimleri etkileyebilecek yük boşaltma gibi otomotiv koşullarını da göz önünde bulundurun.

Akü ters bağlandığında, akü voltajı bazdan emitere görüneceğinden, belirtilen baz-emiter voltajı akü voltajından büyük olmalıdır. Taban direnci, tabana giden akımı sınırlayacak şekilde seçilmelidir. Çoğu BJT veri sayfası birkaç kilo-Ohm'luk bir direnç önerir.

BOOST veya VCP pimi ile FET'in kapısı arasındaki direnç, BOOST veya VCP piminin harici akım sınırı, diğer harici devrelerden gelen ek yükler de dahil olmak üzere aşılmayacak şekilde boyutlandırılmalıdır. Örnek olarak, sistemdeki diğer harici yüklerle güç sağlamak için marj vermek üzere akımın maksimum harici yükün yarısı ile sınırlandırıldığını varsayın. DRV8703-Q1 için bu akım sınırı 12 mA'dir ve tipik voltaj beslemenin 10 V üzerindedir. Akü doğru bağlandığında BJT kesme modunda olacaktır, bu nedenle akım yalnızca FET'in kapısına kaynaklanacaktır. Akım sınırlama direncinin (R_{limit}) değerini hesaplamak için [Denklem 1](#)'i kullanın.

$$R_{\text{limit}} > \frac{V_{\text{VCP}} - V_{\text{BAT}}}{I_{\text{load}}}$$

$$R_{\text{limit}} > \frac{10V}{12mA}$$

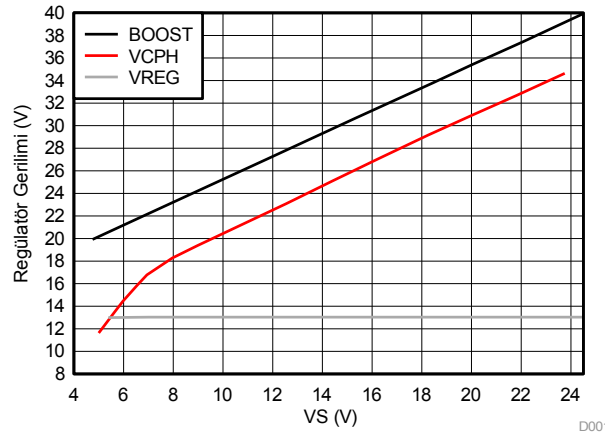
$$R_{\text{limit}} > 833\Omega$$

(1)

Diğer cihazlar için BOOST veya VCP pini farklı çıkış akımı limiti ve voltajı sağlayabilir, değeri ayarlamak için lütfen veri sayfasını ve EVM tasarım dosyasını kontrol edin.

Başlangıçta şarj pompasının veya boost regülatörünün dönüş hızı da akımı sınırlayacaktır. FET'in daha büyük R değerleri için açılması daha uzun sürecektir_{limit}, bu da başlangıçta verimliliği azaltır. Mümkün olduğunda daha büyük bir akım sınırına izin vermek verimliliği artıracaktır.

Şekil 7'de gösterildiği gibi, hem entegre boost regülatör çıkışı (örneğin: DRV3205-Q1) hem de entegre şarj pompası çıkışı VCP (örneğin: DRV8703-Q1) giriş beslemesine referanslanır ve arttıkça artar. Bu regülatörlerden herhangi biri, besleme voltajı değişse bile NMOS'u açmak için gereken VGS'yi sağlayabilir.



Şekil 7. VS'ye karşı Regülatör Gerilimi

5 Güç Karşılaştırması Yayılım

Farklı devrelerin güç dağılımının karşılaştırılması, bir akım seçilerek ve güç için çözülerek yapılabilir. Örnek olarak, DRV8703-Q1 cihazına 10 mA aktığını varsayalım.

Teknik 1 için, diyotun ileri voltajı 300 mV ise, güç kaybını hesaplamak için Denklemleri kullanın (P_D).

$$P_D = IV$$

$$P_{D(\text{diode})} = 10\text{mA} \times 0.3\text{V}$$

$$P_{D(\text{diode})} = 3\text{mW}$$

(2)

[Teknik 2](#) için bir PMOS veya NMOS kullanılabilir. 10 mA akımla ve 10 mΩ Rdson değerine sahip bir PMOS varsayarak, P_D değerini hesaplamak için [Denklem 3](#)'ü kullanın.

$$P_D = IV = I^2R$$

$$P_{D(\text{PMOS})} = (10\text{mA})^2 \times 10\text{m}\Omega$$

$$P_{D(\text{PMOS})} = 1\mu\text{W}$$

(3)

Genel olarak, bir PMOS, bir NMOS ile aynı alan (ve dolayısıyla daha yüksek maliyet) için daha yüksek bir Rdson'a sahip olacaktır. 10-mA akım ve 2-mΩ Rdson'a sahip bir NMOS ile P_D'yi hesaplamak için [Denklem 4](#)'ü kullanın.

$$P_D = IV = I^2R$$

$$P_{D(\text{NMOS})} = (10\text{mA})^2 \times 2\text{m}\Omega$$

$$P_{D(\text{NMOS})} = 0.2\mu\text{W}$$

(4)

[Teknik 4](#), tek NMOS durumuyla neredeyse aynı performansa sahip olacaktır. Başlangıçta akım sınırlama direnci boyunca harcanan güç ihmal edilebilir düzeydedir. Ters akü koruması için PMOS veya diyot yerine NMOS kullanmak açık bir güç avantajına sahiptir.

Tüm sistem akımının ters polarite koruma devresinden geçtiği düşünüldüğünde [Teknik 4](#)'ün sunduğu güç dağılımındaki iyileşme açıkça görülmektedir. Örneğin, ortalama sistem akımı 20 A ise NMOS sadece 0,8 W harcarken, [Teknik 1](#)'deki tek diyot çözümü 6 W harcayacaktır. Diyot çözümü önemli ölçüde daha fazla ısıya katkıda bulunur ve sistemin verimliliğini düşürür.

ÖNEMLİ BİLDİRİM VE FERAGATNAME

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

Bu kaynaklar, TI ürünleriyle tasarım yapan yetenekli geliştiricilere yöneliktir. (1) uygulamanız için uygun TI ürünlerini seçmek, (2) uygulamanızı tasarlamak, doğrulamak ve test etmek ve (3) uygulamanızın geçerli standartları ve diğer güvenlik, emniyet, düzenleme veya diğer gereksinimleri karşılamasını sağlamak yalnızca sizin sorumluluğunuzdadır.

Bu kaynaklar önceden haber verilmeksizin değiştirilebilir. TI, bu kaynakları yalnızca kaynakta açıklanan TI ürünlerini kullanan bir uygulamanın geliştirilmesi için kullanmanıza izin verir. Bu kaynakların başka şekilde çoğaltılması ve sergilenmesi yasaktır. Başka herhangi bir TI fikri mülkiyet hakkı veya herhangi bir üçüncü taraf fikri mülkiyet hakkı için lisans verilmez. TI, bu kaynakları kullanmanızdan kaynaklanan her türlü talep, hasar, maliyet, kayıp ve yükümlülük için sorumluluk kabul etmez ve TI ve temsilcilerini bunlara karşı tamamen tazmin edeceksiniz.

TI ürünleri, [ti.com](https://www.ti.com)'da bulunan veya söz konusu TI ürünleriyle birlikte sağlanan [TI Satış Koşulları](#) veya diğer geçerli koşullara tabi olarak sağlanır. TI'nın bu kaynakları sağlaması, TI ürünleri için TI'nın geçerli garantilerini veya garanti feragatnamelerini genişletmez veya başka bir şekilde değiştirmez.

TI, teklif etmiş olabileceğiniz tüm ek veya farklı şartlara itiraz eder ve bunları reddeder.

Posta Adresi: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265 Copyright

© 2022, Texas Instruments Incorporated