

車輛內部的電壓保護 ——將電壓水準保持在 在限度內

[以下原文源於 EDN](#)

免責聲明：以下轉載文章，所發內容不代表本平台立場。

08.10.2022



車輛中可能會短暫存在高電壓，而僅比規定電壓高出幾伏特就足以損壞高敏感度的 IC 元件。因而針對靜電放電(ESD)、拋負載(load dump)脈衝和瞬變提供充份保護是極為重要的。

現代車輛中的所有車載電子設備都連接到電池和交流發電機(圖 1)。車輛交流發電機是一個三相發電機，產生的交流(AC)電壓透過整流二極體轉換為脈衝直流(DC)電壓，其電壓級的波動取決於當前的功率要求，包括發電機(引擎)的速度和擋風玻璃加熱、車燈、資訊娛樂系統等設備。

我們可以使用穩壓器讓車載電壓和充電電壓盡可能保持恆定，並保護電氣系統免受過電壓影響。它們基本上由大功率齊納二極體組成。

然而，根據車輛的運行狀態，許多其他電氣故障可能會對於電氣系統帶來負擔。例如，啟動器可能會出現 8V 到 16V 之間的電壓波動，或者繼電器切換和接觸引線鬆動會帶來電壓顯著增加的非常短暫瞬態事件。如果不加以修正，這些瞬變將會沿著電力線傳播，導致單個電子元件和感測器發生故障，或永久性損壞車輛的電子系統。

拋負載脈衝具有極高瞬態尖峰電壓

最大的威脅是拋負載(load dump)脈衝，它會對於網路帶來持續數毫秒的高瞬態能量峰值。交流發電機運行時斷開電池，或者腐蝕導致連接不良，便會發生這些情況。然後，由於負載不足，交流發電機將車輛電氣系統的電壓推升至極高的水準。交流發電機具有高繞組電感，因此需要相對較長的時間(大約是 Transil 脈衝時間的一千倍以上)才可再次穩壓調節變化的負載狀況。

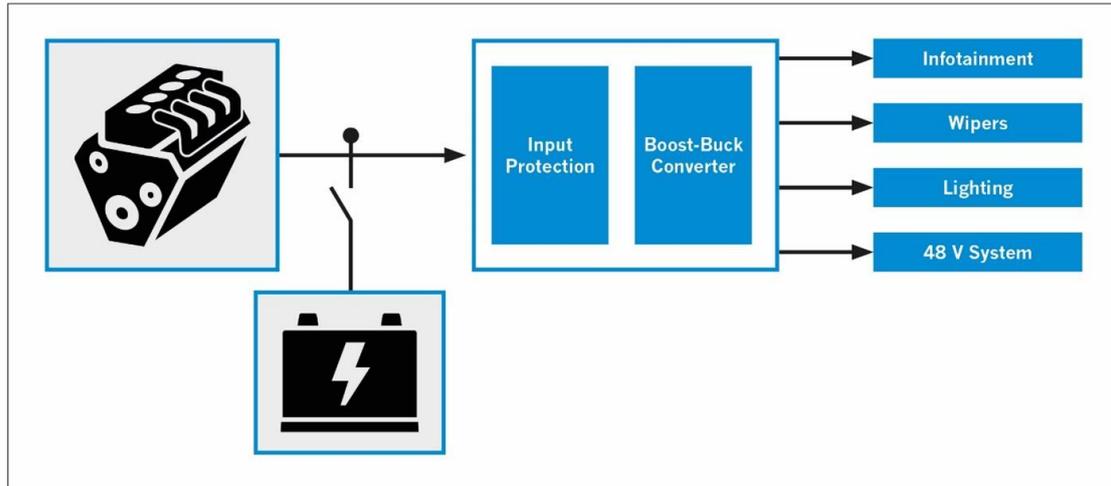


圖 1：所有車載電子設備都連接到汽車電池和交流發電機。(圖片來源：

Rutronik)

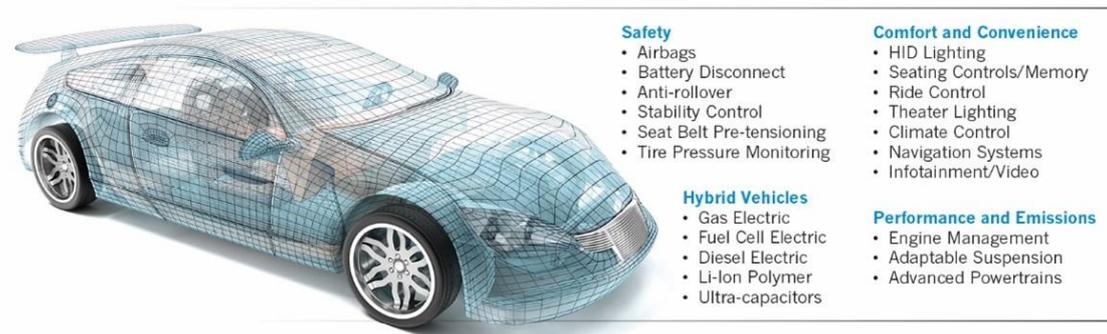
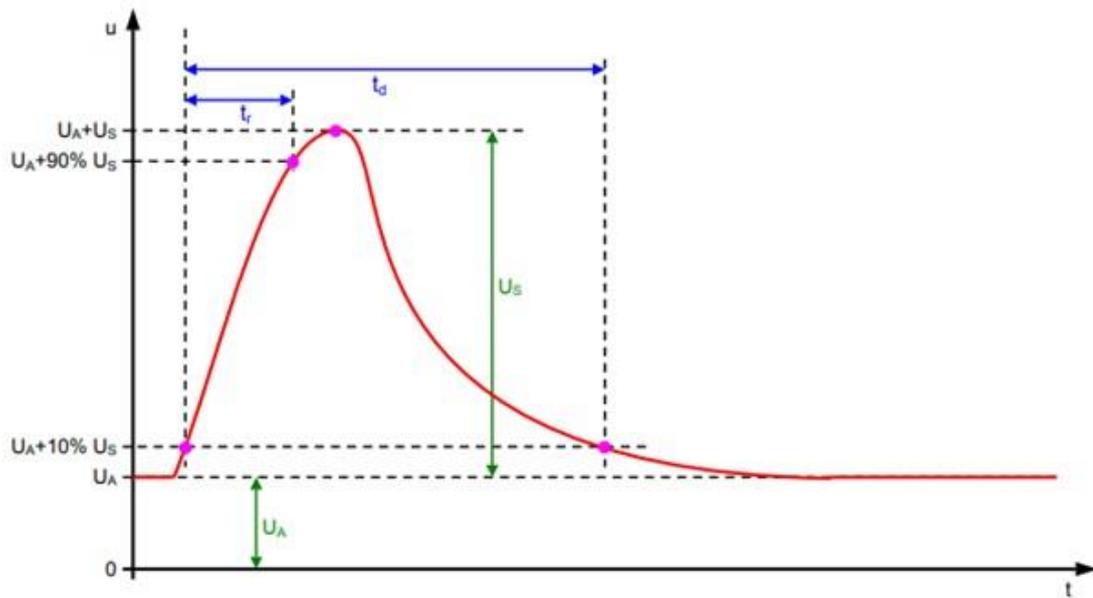


圖 2：幾乎所有車輛系統都使用二極體來防止過電壓。

ISO 7637-2 標準描述了車輛電氣系統中可能出現的電壓尖峰，分成五種脈衝類型(E1 到 E5)，各有不同幅度和持續時間。拋負載脈衝屬於 E5 類型，它們進一步劃分為未帶有集中式拋負載抑制保護的脈衝 5a (圖 3)和帶有集中式拋負載抑制保護的脈衝 5b (圖 4)。



Parameter	12V Bordnetz	24V Bordnetz	Einheit
U_S	65 bis 87	123 bis 174	V
R_i	0,5 bis 4	1 bis 8	Ω
t_d	40 bis 400	100 bis 350	ms
t_r	5 bis 10		ms

圖 3：未帶有集中拋負載保護的拋負載典型波形(ISO7637-2 脈衝 E5a)。(圖

片來源：www.demvt.de)

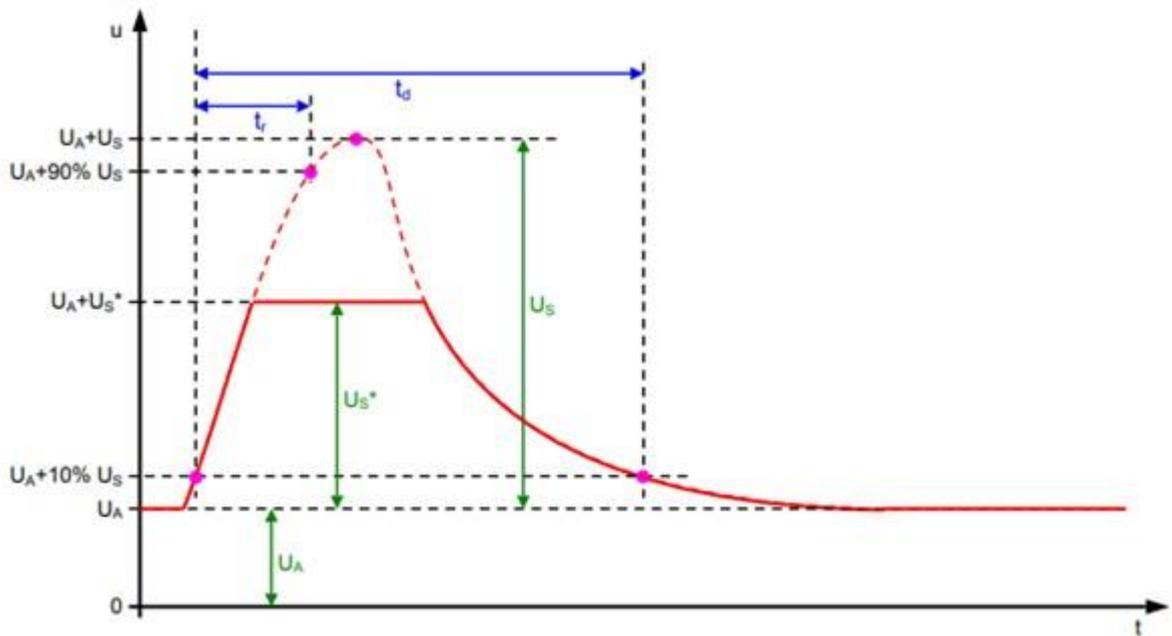


圖 4：考慮集中拋負載保護的脈衝 5b，箝位電壓 U_S^* 因專案而異。(圖片來源：www.demvt.de)

為了展示對拋負載的抑制保護功能，機動車輛的電子系統必須通過 ISO 16750 標準(ISO-16750-2 5b)中規定的相關測試。在這種情況下，必須使用瞬態電壓抑制(TVS)二極體，該元件將 ISO-16750-2 脈衝 5b 的拋負載突波限制在最大箝位電壓，從而防止損壞車輛的電子設備。

集中式箝位電壓對於其他元件過高

如果交流發電機上或交流發電機中的 TVS 二極體的集中式整合箝位電壓 U_S 太高，而無法確保對下游電子元件進行充份保護，則必須使用具有較低箝位電壓的本地 TVS 二極體。集中式整合 TVS 二極體被旁路或短路，而不會消耗任何負載突降能量。因此，由於較早開始箝位操作，所有拋負載能量都將在箝位電

壓較低的 TVS 二極體上進行耗散。結果是對應於 ISO 16750-2 5a 脈衝的波形 (沒有集中式拋負載保護)。

由於脈衝具有特別高的能量並且可以持續長達 400ms 時間，因此需要具有高能量的 TVS 二極體。儒卓力(Rutronik)的產品組合包括來自不同供應商的一系列 TVS 二極體產品，用於符合 ISO 7637-2 標準的二次瞬態電壓保護(參見表格)。例如，Littelfuse 的 SLDXX 系列 TVS 二極體可提供所需的能量。它們專門設計用於防止因電感負載切換和發電機負載突降而造成損壞。這些二極體具有出色的特性，從 0V 到 BV_{min} 的快速回應時間低於 1ps，其堅固耐用的 P600 軸向引線封裝符合業界標準。

在選擇拋負載保護二極體時，需要根據特定應用而考慮某些參數：交流發電機的內電阻 R_i 會導致短路電流 I_{pp} ，而 I_{pp} 乘以箝位電壓 V_{cl} 則是拋負載操作必須降低達到的數值，從而得到保護二極體所必須處理的功耗數值。

本地 TVS 二極體區域內的集中式箝位電壓

另一方面，如果交流發電機中 TVS 二極體的集中式整合箝位電壓在本地 TVS 二極體的電壓範圍內，則應用脈衝 5b 標準，即採用具有集中式拋負載保護的方法。然後在本地 TVS 二極體上產生較低的拋負載功率突波。在這種情況下，本地 TVS 二極體的工作電壓應略高於集中式箝位電壓方案的箝位電壓。為

此，建議使用 Littelfuse 系列 TPSMB、TPSMC 和 TPSMD，以及
SZ1SMB、SZP6SMB、SZ1SMC 和 SZ1.5SMC 產品。