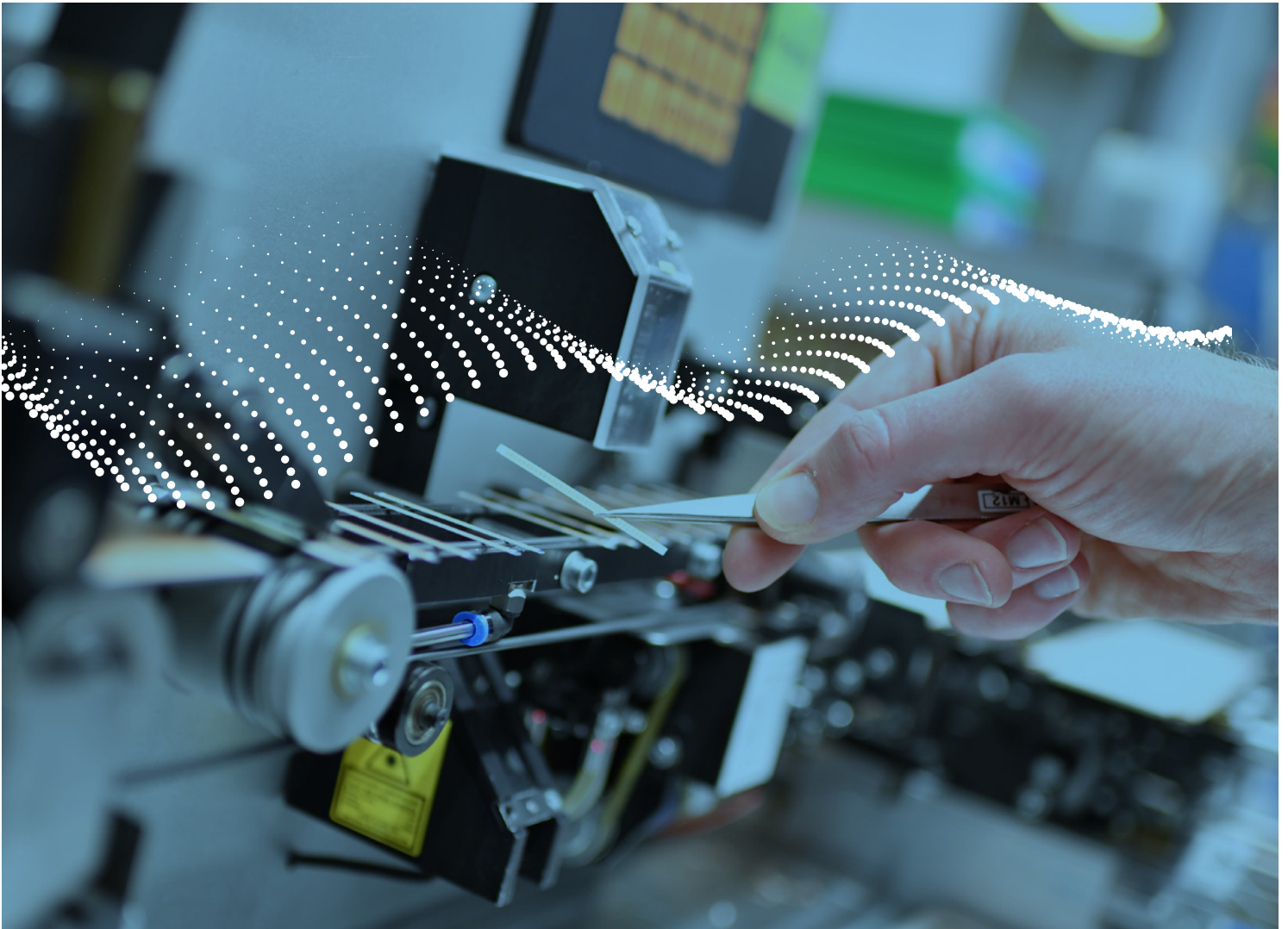


车载充电器 功率高达 22 kW

VISHAY INTERTECHNOLOGY

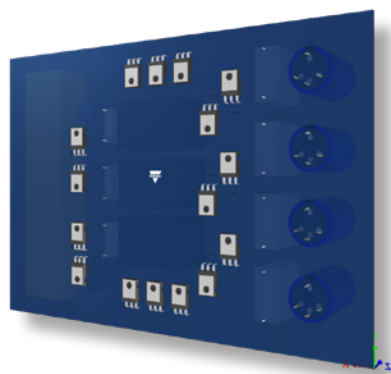


如今的车载充电器 (OBC) 系统将电力从交流电网转换成直流电压, 用于为电动汽车或插电式混合动力汽车的高压电池组充电。

随着快速充电系统发展趋势的持续, 车载充电器提供的功率从 5.5 kW 稳步增长到 11 kW, 现在已提升至 22 kW。这一发展与高效率 and 功率密度的需求相结合, 以较低的系统成本, 推动了对三相拓扑结构的需求。

这款 22 kW 车载充电器设计用于提供 340 V_{AC} 至 480 V_{AC} 的三相输入电压 (无中性点), 并提供 250 V 至 500 V 的输出电压, 最大电流为 50 A。输入级 (图 1 和图 2) 采用 T 型维也纳整流器, 这是一种用于功率因数校正 (PFC) 的常用拓扑结构, 满足末端对谐波和无功功率的要求, 并允许充电器在较宽的输入电压范围内运行。这种拓扑结构也适用于虚拟中性点, 允许将直流总线分成两个对称级。

图 1: 22kW 车载充电器功率因数校正拓扑
(来源: Vishay)



采用这种方法, 在 DC/DC 电路中可以使用硅 MOS 器件替代价格昂贵的 1200 V 碳化硅 (SiC) 器件。T 型维也纳整流器允许进行功率因数校正 (PFC), 但像所有升压派生拓扑结构一样, 它不能处理初始上电期间直流支撑电容 (图 2 中的 C1/C2/C5/C6) 产生的涌入电流。这组电容器 (铝电解电容器或薄膜电容器, 取决于应用要求) 需要处理由 PFC 开关产生的高纹波电流。

虽然 PFC 二极管 (图 2 中的 D1-D6) 具有很好的防浪涌能力, 三个 PFC 电感器 (图 2 中的 L1-L3) 在交流输入电容器和直流支撑电容器之间进行串联, 但仍需要对浪涌电流进行主动控制。这个功能可以通过一个机械继电器来实现, 但是这个装置会非常大 (要处理 40 A 电流), 而且它无法满足原厂制造商的典型寿命要求。Vishay [VS-40TPS12LHM3](#) 晶闸管 (图 2 中的 TH1-TH4) 在两个输入脚上连接为常开双向开关。

与晶闸管并联的是威世高能量吸收型 PTCEL 浪涌电流限制器 (图 2 中的 PTC1/PTC2)。当充电器第一次通电时, 它们被接通; 当直流总线充电到适当的水平时, 它们被切断。还值得一提的是, 必要的 X/Y 滤波器和安规电容器 (例如 Vishay AY2 系列) 位于图 2 中的保险丝电路和电磁干扰滤波器部分, 没有详细说明。

Vishay [VS-E5PH6012LHN3](#) 二极管 (图 2 中的 D1-D6) 和 [SQW61N65EF](#) MOSFET (图 2 中的 Q1-Q6) 同时运行提供动态整流。650 V MOSFET 被配置为双向开关, 因为二极管的最小反向恢复电流, 在 30 kHz (低损耗) 时进行切换, 它们是具有软恢复特性的超快器件。这种组合还减少了返回到交流电网的感应噪声, 并简化了输入滤波器的设计。

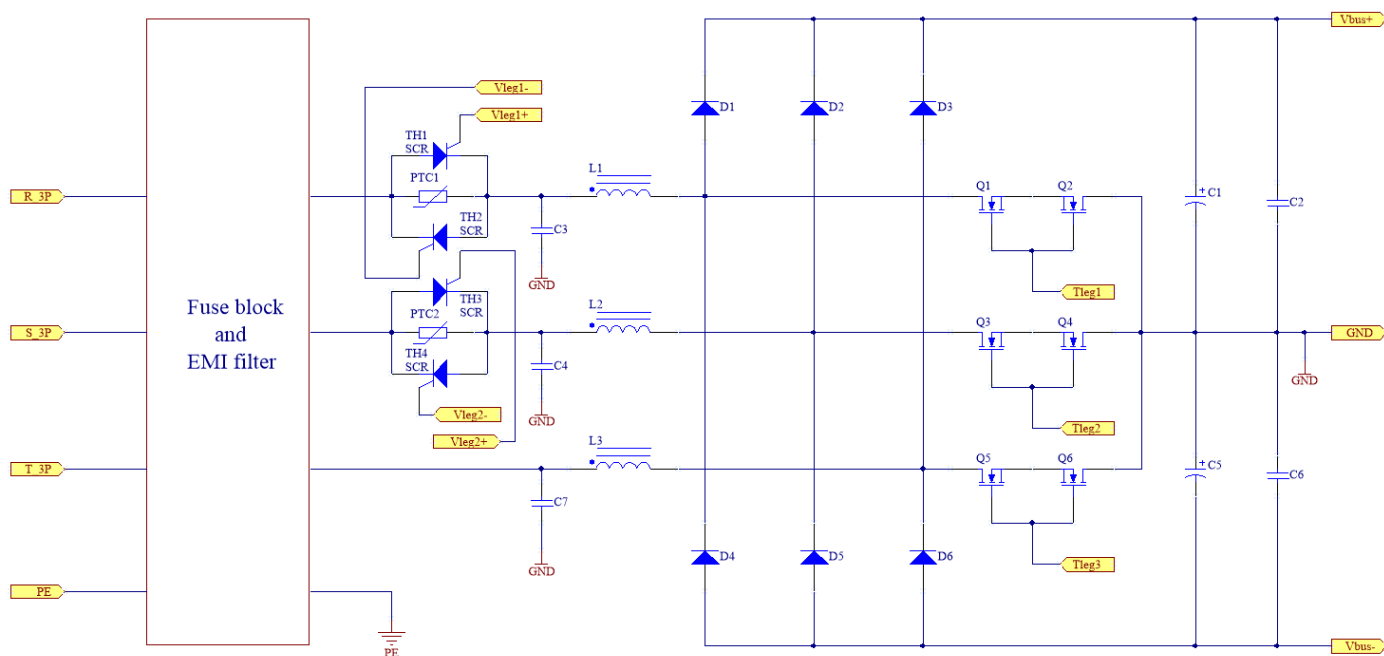


图 2: 功率因数校正电路简图 (来源: Vishay)

“随着快速充电系统发展趋势的持续，车载充电器提供的功率从 5.5 kW 稳步增长到 11kW, 现已提升至 22 kW。”

在充电器的主直流/直流部分 (图 3 和图 4), Vishay SQW61N65EF MOSFET (图 4 中的 M1 - M4 和 M5 - M8) 配置在 H 桥的直流支撑电容的正负两极。这两级是对称的, 每级形成一个 LLC 谐振转换器, 可从 150 kHz 切换到 250 kHz。这两级独立运行, 但在不同的输出电压的情况下, 它们同时关闭, 以避免直流总线的不平衡。LLC 转换器中的一个重要部件是谐振电容器 (图 4 中的 C5 和 C15), 因为它必须处理高峰值电压、大纹波电流和高 di/dt 。

由于纹波电流的要求, 通常不可能使用单个薄膜电容器来实现这一功能, 所以通常需要多个并联电容器。在此情况下, 采用 Vishay MKP385e 系列高压谐振电容器; 7 个 15nF/2000V 并联电容器用于处理 35 A 电流。主直流/直流转换器 (两级) 的输出必须被整流, 以提供一个直流电压给电池组充电。转换器的每一级均采用全桥整流器配置。Vishay VS-E5PX7506LHN3 用于电桥中的整流二极管 (正极如图 4 中的 D7 - D10, 而负极如图 4 中的 D11 - D14), 因为在谐振频率下它们针对正弦电流峰值时的低压跌落和低的反向恢复能量进行了优化。在这种应用中, VS-E5PX7506LHN3 提供了所有操作条件下的高效性能, 在 400 V_{AC} 输入和 500 V/45 A 输出 (和 60°C 冷却温度) 下的最高效率为 96.7%。

图 3: 22kW 车载充电器的主直流/直流转换器电路 (来源: Vishay)



在机械设计方面, 水冷散热片在功率因数校正板 (PFC) 和另一侧的主直流/直流板之间。TO-247 功率器件 (MOSFET、二极管和晶闸管) 采用螺丝固定到冷却片上, 并采用聚酰亚胺薄膜作为绝缘层。

已经提出了一种分立器件的车载充电器设计, 运行的三相交流输入可高达 22 kW。它利用了一种经济有效的拓扑结构, 仍然可以提供高达 97% 的运行效率。

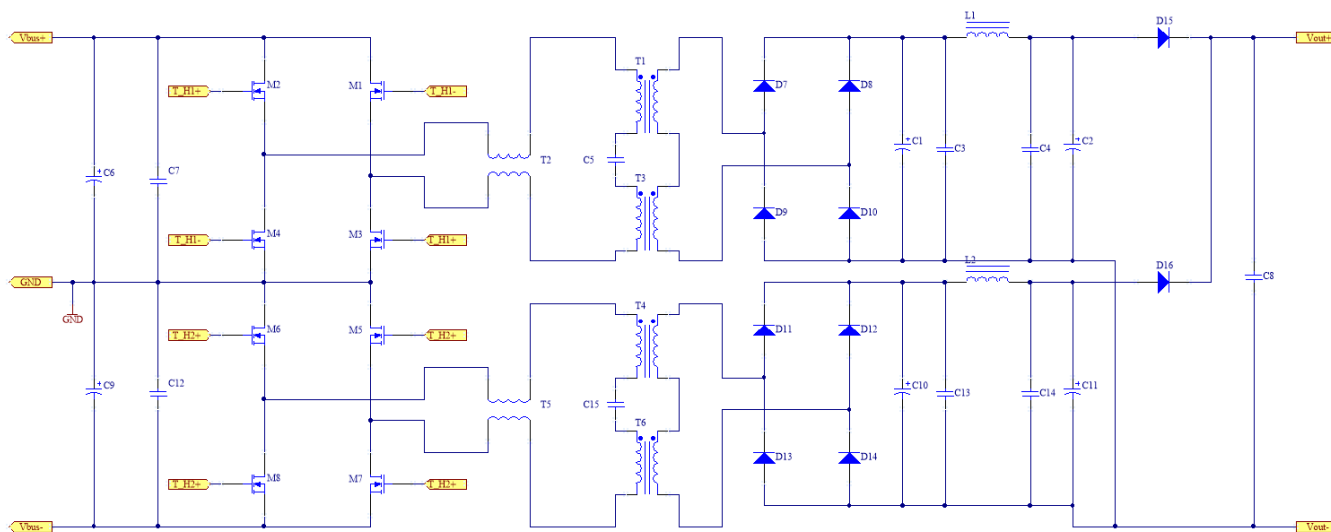
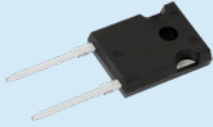


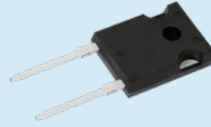
图 4: 主直流/直流转换器级示意图 (来源: Vishay)

VS-E5PH6012LHN3
超快恢复整流器，
60 A FRED Pt® G5



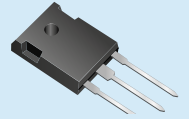
[了解详情](#)

VS-E5PX7506LHN3
超快恢复整流器，
75 A FRED Pt® G5



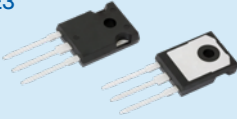
[了解详情](#)

VS-40TPS12LHM3
高压晶闸管，
相控晶闸管，40 A



[了解详情](#)

SQW61N65EF-GE3
汽车等级 E 系列
功率 MOSFET



[了解详情](#)

MKP385eTHB
交流和脉冲金属化
薄膜电容器



[了解详情](#)

PTCEL 正温度系数
热敏电阻



[了解详情](#)



MUSTAFA DINC 拥有23年汽车行业工作经验，现任Vishay公司汽车业务发展部副总裁。他于1999年加入公司，担任汽车现场应用工程师，后晋升为全球汽车现场应用工程和欧盟FAE工程高级总监。在Vishay工作期间，Dinc先生从事过半导体到无源元件各种产品线的大部分汽车应用设计，包括动力传动系统、底盘、高级驾驶辅助系统（ADAS）、电动汽车/混动汽车（EV/HEV）、传感器等。他还深度参与48V轻混、电动和插电式混合动力汽车车载充电器以及混合动力汽车DC/DC转换器的产品定义。他获得德国亚琛工业大学电气工程与电子专业硕士（Dipl.-Ing.）学位。