



EC马达:

什么是反流转送?

风机效率成为通风和空调技术中的中心问题。不仅由于节能指令创造的法律依据，还由于用户方面更高的环境和成本意识。在这一背景下，节能EC技术在越来越多的领域、大型蒸发器和热交换器以及控制柜冷却中被越来越多地使用就不足为奇了。

近来，现代EC技术的用户对于由中间电路电容器引起的反流转送报告产生了怀疑。对于配备大量EC风机并且在不用时不关断电源的大型系统更是如此（见图1）。但是，没有理由担心害怕。EC电机中采用的开关技术已在多年的大量不同应用中成功确定。对于变频输出电压调节所需的电力电子部件的设计，在EC电机中的设计与在异步电机的变频器中的相同。不同的只是尺寸。在ebmpapst的GreenTech EC电机上，所有控制电子部件均集成在驱动中，形成一个紧凑的单元。无功功率和反流转送可能发生的所有问题从速度控制型异步电机上已经知道。不难看出，中间电路电容器在驱动静止时，即：下游变频器不消耗功率时，不会引起任何反流转送。更仔细观察EC电机的工作方式及其电路的设计方式可以很快弄清楚。

中间电路中的电容器处发生了什么事?

EC电机是一种永磁励磁无刷同步电机，由直流电压通过控制和电力电子装置（换向电子）供电。使用主电源供电的换向电子，这种直流电压通过对交流总电源电压进行整流的方式生成。整流电压（即：中间电路电压）被电容器（即：中间电路电容器）平滑。根据电机的位置和速度，换向电子使用这一直流电压生成一个三相变频变幅速度同步交流电压。流经它的电机电流在定子绕组内产生旋转磁场，促使发动机转动。

通常，中间电路电容器永久连接至400或230 VAC电源。控制器上的控制输出，如：0~10 V用于控制电机速度。由于电机静止时电力电子不与电源断开连接，可以得出结论，中间电路电容器保持有效，引起电容器反流转送。

但是，专业人员可以从ebmpapst GreenTech EC电机示意图上（见图2）看出事实并非如此。

若中间电路中没有电流消耗，电容器将保持充电状态。没有充电电流流经处于充电状态的电容器。因此，在这种运行状态下，电压和电流之间无换相，无功消耗，无谐波，因此也不会出现反流转送。因此，电机速度为零时无需将电机与电源断开，以避免中间电路电容器中发生反流转送。因为空调设备通常连续工作，这种情况无论如何都只是例外。

电源线滤波器中的电容器

风机运行时，已确立多年的开关原理当然不会出现电源反流转送。电机消耗电流时，中间电路电容器中的（非线性）充电电流首先为电源线载入较高频率的脉冲，即：电流谐波。相比之下，充电电流的换相几乎可以忽略（只有几度电容）（见图3）。

为使电流谐波和较高频率的干扰释放（由电力电子中的快速开关引起）减小到标准允许的水平，ebmpapst GreenTech EC电机中集成了多种措施。电流谐



波由中间电路中的有源或无源谐波滤波器减少，换向电子功率输入处的高频干扰释放通过电源线滤波器减少。这里，在火线和零线之间或相间安放了抗干扰电容器。电容值的大小取决于干扰频谱和必要的阻尼度。电源线滤波器的总电容通常为几十nF到几 μ F。干扰抑制必不可少的电容器可引起电容性无功电流。采用典型尺寸的电源线滤波器，（例如）对于400 V三相电源（标称电流4.6A）上的三相电源供电3 kW GreenTech EC电机，电流约为0.24 A，及标称电流的5%。只要为换向电子输入供给电源电压，该无功电流就流动，（在上例中）产生约160 VAR的总无功功率。对于3 kW GreenTech EC电机，待机模式下消耗的有效功率约为标称输出的千分之一。此有效功率损耗由中间电路电容器缓冲，但其充电电流如此之小，以至于与电源线滤波器的无功电流相比可以忽略不计（见图4a和4b）。因此待机状态下的无功电流和无功功率与中间电路电容器无关，而是由必要使用的电源线滤波器引起。

最好不切断

使用EC风机不会引起成问题的或不允许的反流转送。最重要的是，ebm-papst GreenTech风机的电子满足目前与反流转送相关的最先进变速驱动技术，并且符合相关标准。由此无需使用额外的控制和开关机构。反之，电源线滤波器中的电容器可以为感应式无功功率提供基本补偿，从而可以减小补偿系统的尺寸。并且- 若在待机模式下关闭EC电机 – 过于频繁的开关电压电压会影响设备使用寿命，正如使用变频器一样。因此，建议仅在例外情况下在待机模式下关闭。



图1： 风机效率成为通风和空调技术中的中心问题。不仅由于节能指令创造的法律依据，还由于用户方面更高的环境和成本意识。

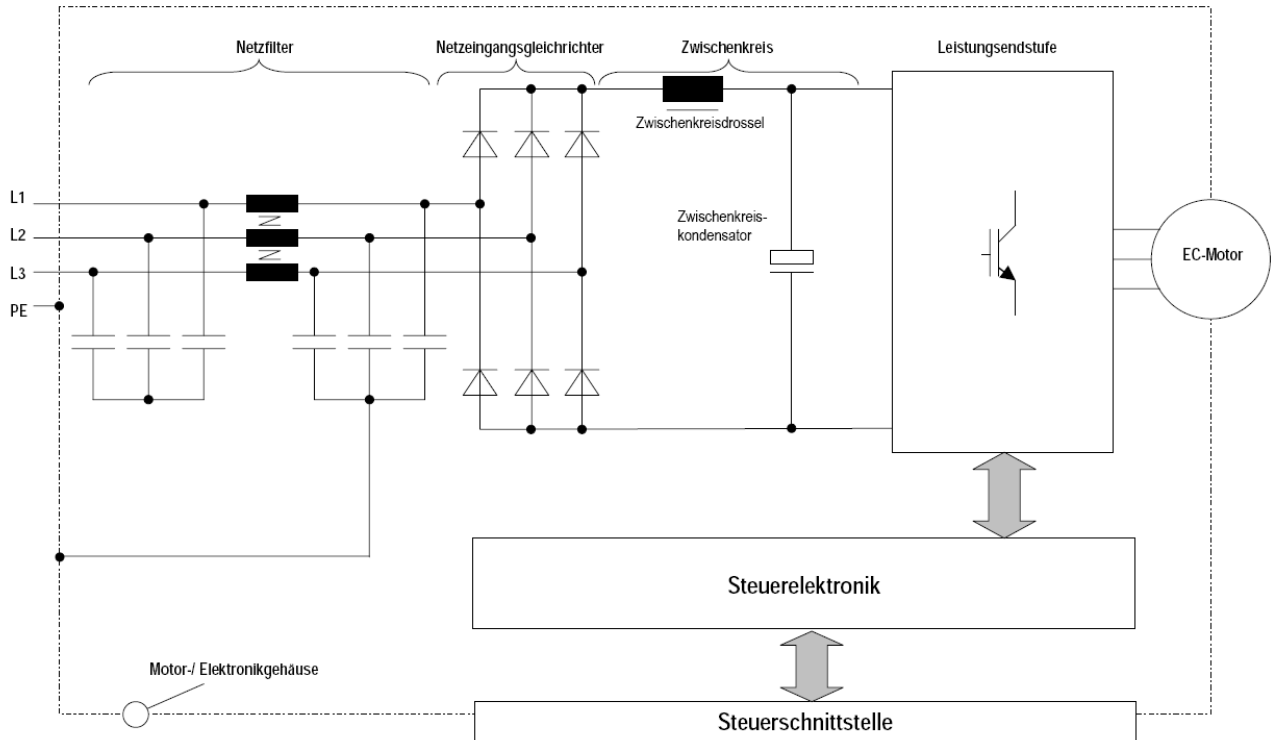


图2: 3~400 V三相电流电源用ebm-papst GreenTech EC电机上电力电子和集成滤波器方框图:

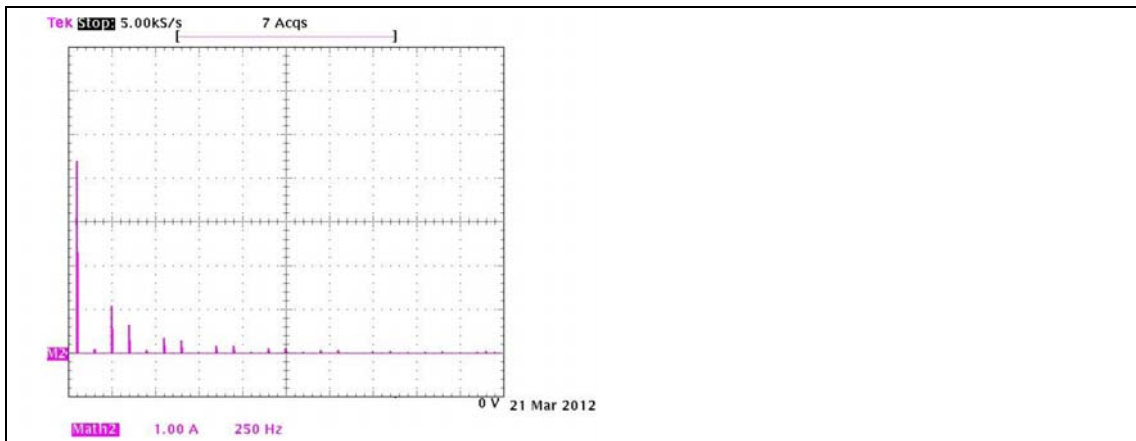


图3: 3 kW GreenTech EC电机标称输出时相电流L1的标准兼容电流谐波频谱; 竖向: 1A/Div; 横向: 250 Hz/Div。可以识别出第一个明显的谐波和顺序5, 7, 11, 13, 17, 19。

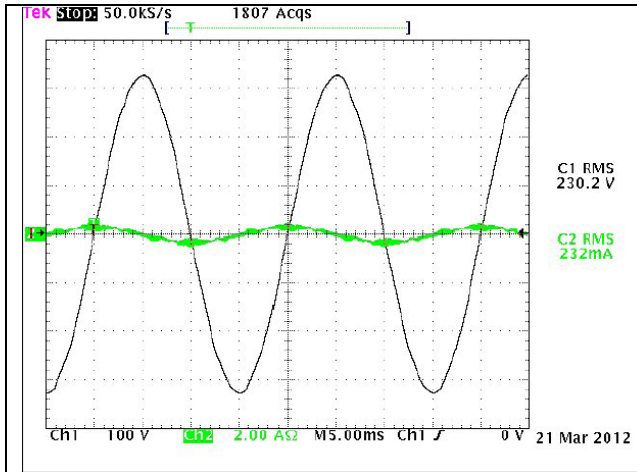


图4a: 3 kW GreenTech EC电机停止时的相电压L1-N和相电流L1; 竖向: 100V/Div; 2A/Div。电流与电压之间的换向接近90°。这表示每个相有约53 VAR的纯无功电流消耗。

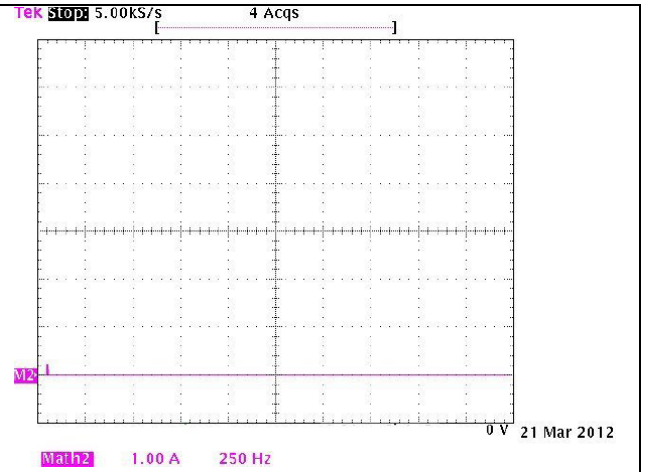


图4b: 3 kW GreenTech EC电机停止时的相电流L1的额定电流谐波频谱; 竖向: 1A/Div; 横向: 0 250 Hz/Div。只可以看到数值230 mA的第一个谐波。