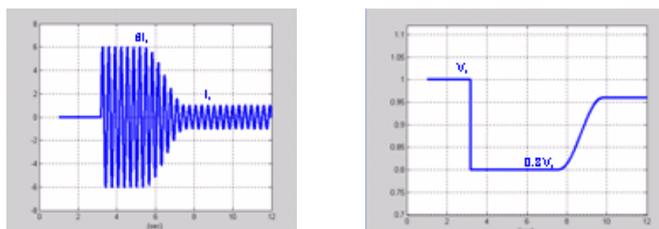


Elspec Equalizer-ST——新的电机起动解决方案

概要——以色列 Elspec 公司是国际上领先进行电能质量治理和监测的公司，Elspec Equalizer-ST 是一种应用于电机起动的、实时快速无功补偿系统，适合于大电机带负载直接起动、解决电压跌落问题。

电气系统的挑战——电机在起动的短时间内需要一个非常高的无功功率，这个需求会生成 6-7 倍的额定电流，结果造成电网电压的跌落、通常电网未必能负担这么大的暂态电流，电网电压的跌落会对其他负载造成影响，一些情况下会造成电机不能正常起动。



机械系统的挑战——在一些情况下对于机械系统来说，起动过程中的转矩是过度的，需要进行消除。

解决方法——高性价比的快速补偿系统

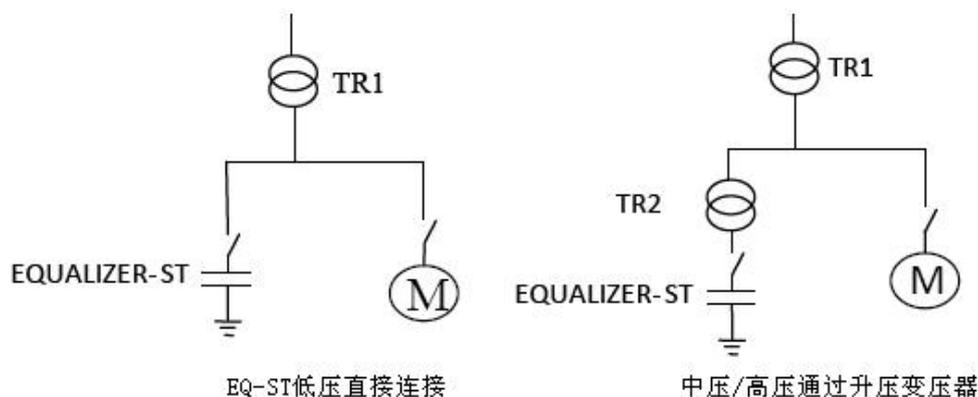
对于电气系统的挑战最优化的方法，是使用一个非常快速的补偿系统、在短时间内提供全部所需要的无功能量，防止电网电压的过度跌落，保持合适的电机端电压、同时帮助电机能够带负载起动。

但在市场上普遍的接触器反应的系统速度过慢，而象 Elspec Equalizer 这样的电子开关投切的补偿设备相对价格过高。

EQUALIZER-ST 的概念

Equalizer-ST 和 Elspec Equalizer 非常相似，但相同容量的 Equalizer-ST 要比 Equalizer 便宜近 50%（对大于 1.5MVA_r 的系统）。Equalizer-ST 系统适合于工作在相对较短的时间内，在短时间运行后、装置需要复位较长的时间。

典型的电机起动只需要一个短的起动周期，因此 Equalizer-ST 只是被设计在短的时间段内承担高的电流。在这样的方式下，设备的制造成本以及造价都降低了。一个典型的任务周期是 5%，这意味着如果 Equalizer-ST 工作 20 秒，它需要空下来 6.7 分钟。



EQUALIZER-ST 的限制

Equalizer-ST 作为单独的设备，可以作为解决电气系统的挑战。当需要减少转矩的时候，Equalizer-ST 可以与软启动器进行组合、来达到减少机械转矩和进行无功补偿的目标。

现有的交流电机起动解决方案

对于交流电机市场上存在的主要解决方案有：

- 传统电机起动（星/三角启动、自动变压器、通过斩波或串电阻）
- 电机软启动（适中的价格）
- 变频调速器（变频调速装置，非常高的价格）

• 传统的电机起动

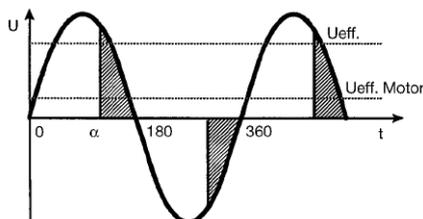
为了帮助电机起动，一般情况下是把电机连接到电网上，使用接触器进行通断。

优点：价格便宜。

缺点：有步数的改变，引起了电气和机械的问题。

• 软启动器

通过电子装置（通常是晶闸管），电机的电压是使用相位进行控制。用这种方法起动时不会有步数，延长了电机起动的时间并减少了起动转矩。这最终减少了电机起动时的电流需求，同时使得电机能够起动。

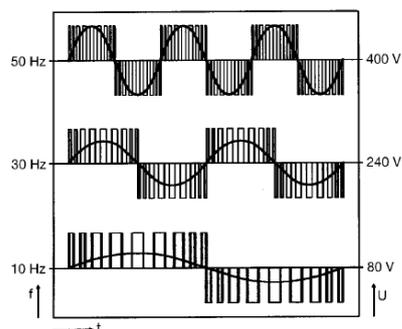


优点：减少起动时的转矩、减少起动时的电流。

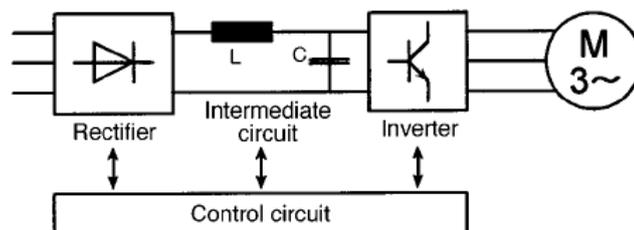
缺点：当在弱电网的情况下，软启动器不能减少足够的电压跌落来进行成功的起动；会产生大量的谐波；每个电机都需要专门配一台软启动器；只是提供了部分的解决方法，不能够完全地防止电压跌落和高起动电流。

• 变频调速器（变频调速装置）

变频调速装置将电压转变成直流、然后再逆变成交流（通常是通过脉冲调制），这种方法可以控制电机的转矩和速度。



Pulse width modulation



优点：电机速度可以被控制、于是最优化的过程被达到；转矩可以被控制；起动电流和电压跌落可以被控制。

缺点：价格非常昂贵；对电网会产生谐波；因为脉宽调制可能会发出高频波；每个电机需要一个单独的变频调速器。

EQUALIZER-ST 解决方法

Equalizer-ST 可以比软启动器更好地解决电压跌落和高起动电流的问题，但 Equalizer-ST 在起动时对于机械来讲是全力矩起动的。

特定的 EQUALIZER-ST 应用

• 单独应用

在任何情况下如果需要直接起动电机，而且不会产生机械破坏，Equalizer-ST 可以是一个非常有效的解决方法。在有很多电机的情况下——作为集中补偿系统，Equalizer-ST 的优势更加地明显，可以分别起动多台电机。Equalizer-ST 提高了电网的电能质量，而软启动器和变频器产生了谐波和电能质量问题。据统计很大比例的电机市场是可以进行直接起动的。

• 组合应用

如果需要降低起动时的转矩，Equalizer-ST 不能单独使用，但可以和电机软启动器组合应用：

在一些较弱的电网中，如果电机软启动无法充分地防止电压降低，电机有时将无法起动。如果电机调速不是非常必须的情况下，Equalizer-ST 对于变频调速是一个相对比较便宜的方式。在电机起动发生电能质量问题的时候，Equalizer-ST 可以改善电能质量。

EQUALIZER-ST 系统计算选型

在很多情况下并不需要对于全部的无功需求进行补偿，正确的系统容量计算是基于电压跌落在预定义的、可接受的范围内。

当计算最大的电压跌落的时候，很重要的是要把电力标准所允许的电网电压跌落考虑进去。根据 EN-50160 电压波动是： $U_n = \pm 10\%$ ，95% 的时间电压跌落应该在 $U_n = \pm 10\%$ 之内，这意味着在任何时候最大 10% 的电压跌落是允许的。而其他 5% 的时间是允许电压从额定值跌落 15%。

总结：这个案例研究是 6Kv 的电网，1MW 的电机接在 4MVa 的变压器，说明了使用：

直接起动、软启动器、EQUALIZER-ST 全补偿、软启动器和 80% 的 EQUALIZER-ST 补偿、50% 的 EQUALIZER-ST 部分补偿、软启动器和 50% 的 EQUALIZER-ST 补偿。

下面的表格描述了每一个参数、以及各个参数所带来的结果，各方案的测试图例见下页。

	直接起动	软启动器	EQUALIZER-ST 全补偿	软启动 + 80% EQUALIZER-ST	EQUALIZER-ST 50%补偿	软启动 + 50% EQUALIZER-ST
起动时间	7 sec	13.5 sec	5 sec	10.3 sec	6 sec	11 sec
电压跌落	-16%	-10%	1.5%	0.1%	-9%	-4.5%
起动电流	$7 * I_{nom}$	$4.2 * I_{nom}$	$3.8 * I_{nom}$	$1.75 * I_{nom}$	$4.7 * I_{nom}$	$2.5 * I_{nom}$
电压 THD	4%	10%	1%	2%	1%	4%
电流 THD	1%	13.5%	3%	13.5%	2%	15%
参考图	Figure 1: MOTOR START DIRECT ONLINE	Figure 2: SOFT STARTER	Figure 3: EQUALIZER-ST 100%	Figure 4: SOFT STARTER WITH EQUALIZER-ST 80%	Figure 5: EQUALIZER-ST 50%	Figure 6: SOFT STARTER WITH EQUALIZER-ST 50%

结论： • Equalizer-ST 不会增加电压、电流的谐波水平； • 电机起动时的无功需求、导致的电压跌落可以被消除； • 使用 Equalizer-ST 降低了起动时间，减少了电机不必要的磨损； • 起动电流是最小的，并且可以得到最好的正弦波波形； • 价格也比使用软启动器便宜，特别是有多于一台的电机需要起动时。

根据电压等级、电机功率、电压跌落范围，可以计算出所需要的kVar的容量，具体请联系Elspec中国代表处 021-51096325 elspec@21cn.com，也可登陆 www.elspec.com.cn。

各方案的测试图例比较

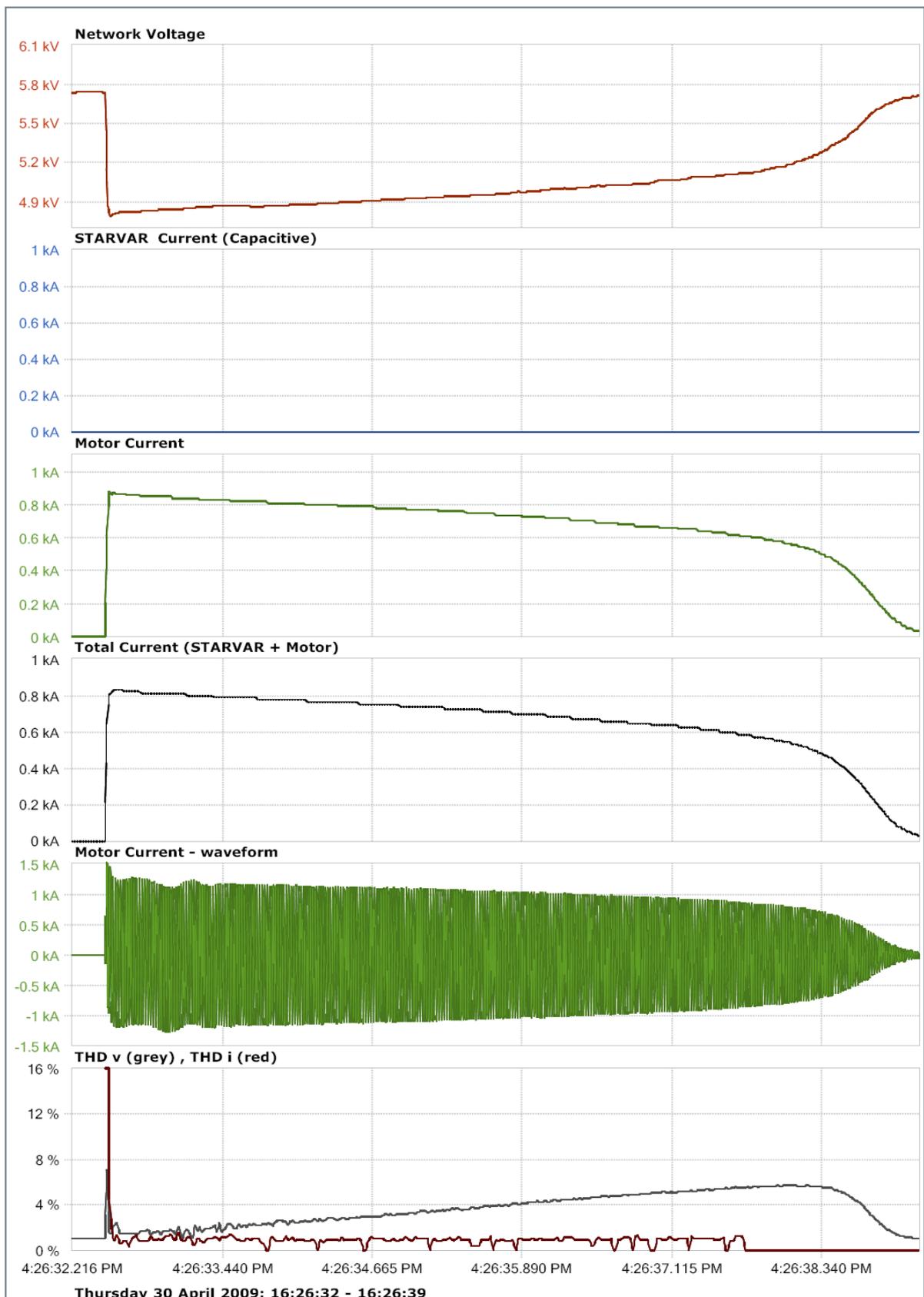


Figure 1: MOTOR START DIRECT ONLINE

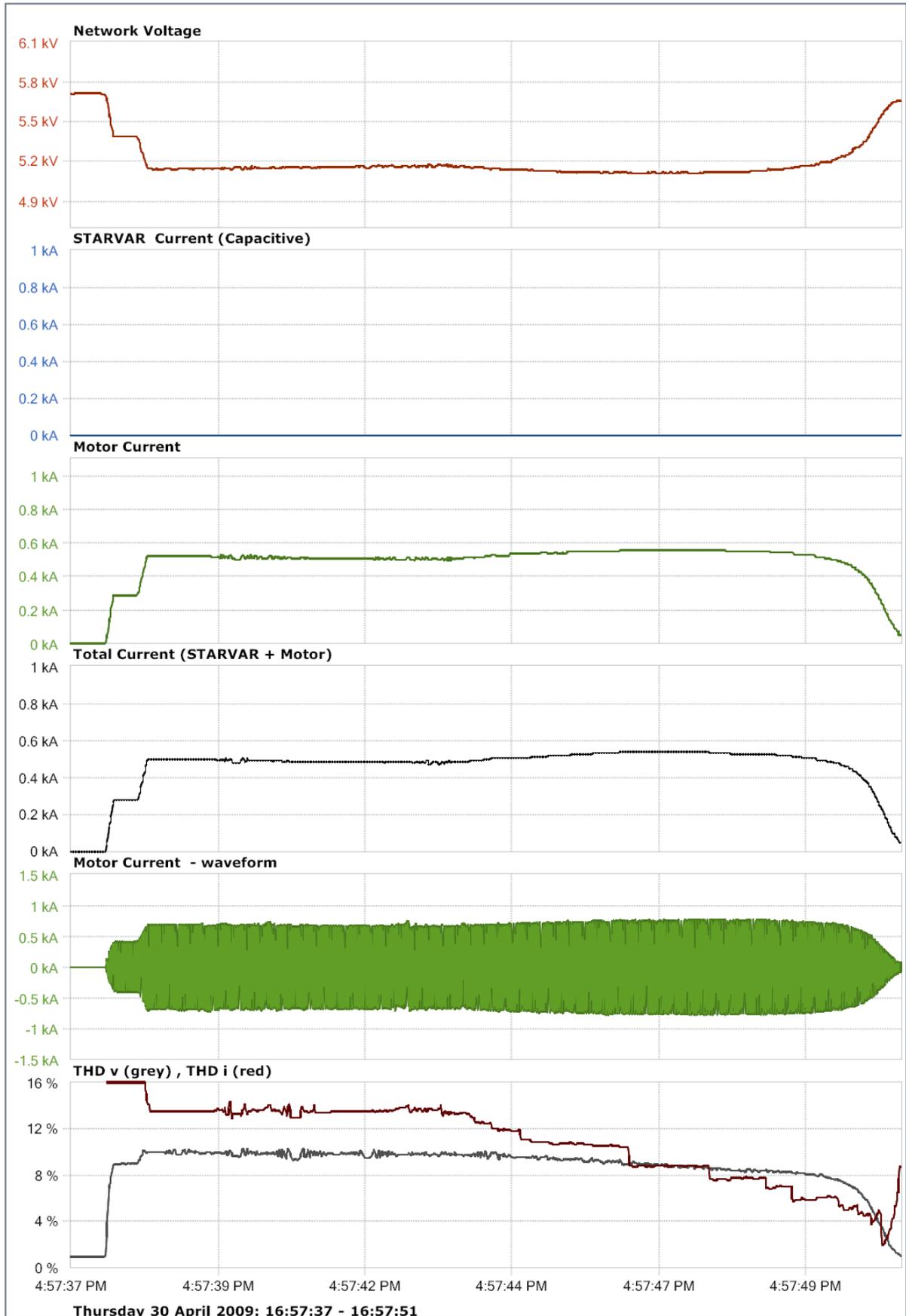


Figure 2: SOFT STARTER

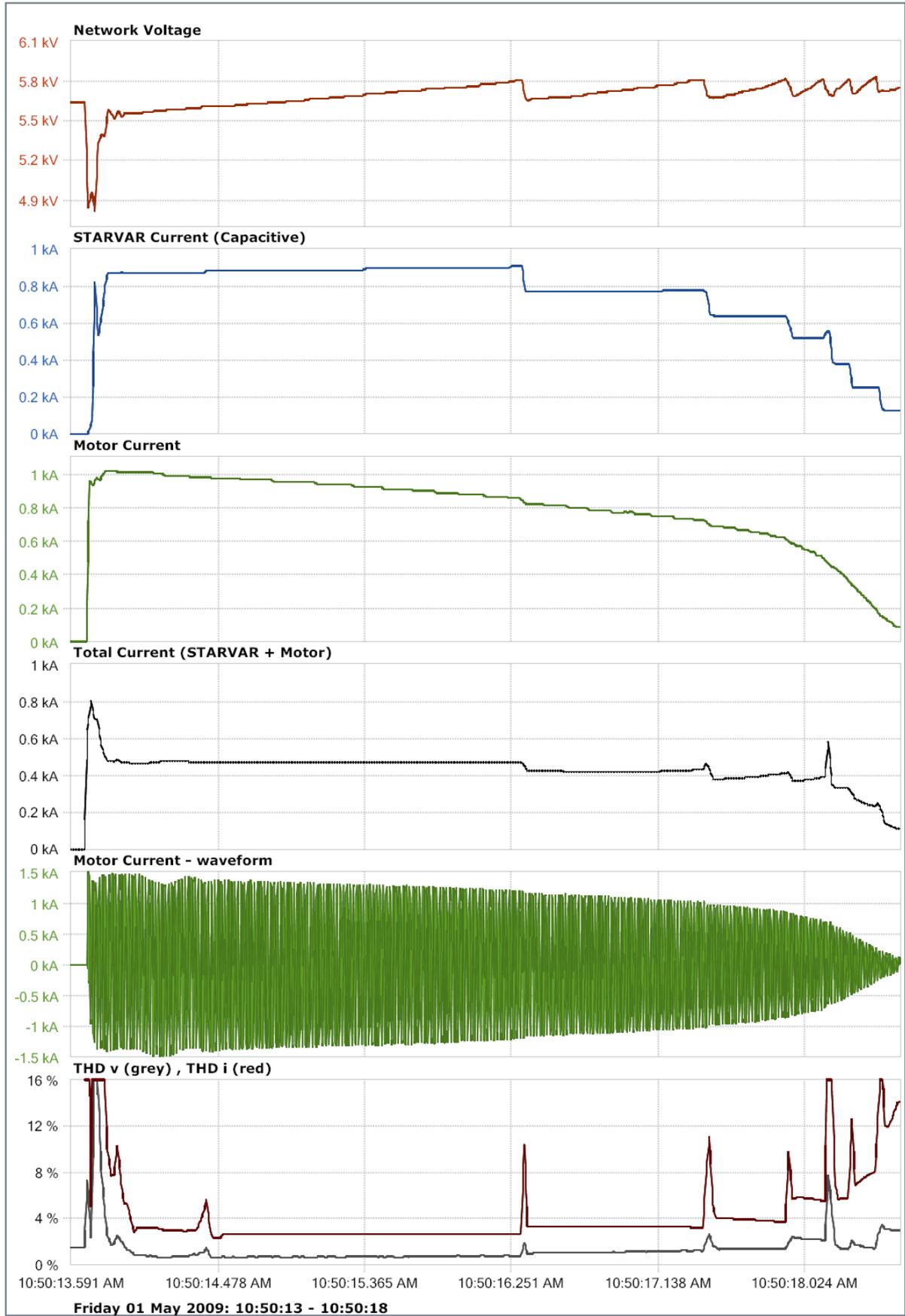


Figure 3: EQUALIZER-ST 100%

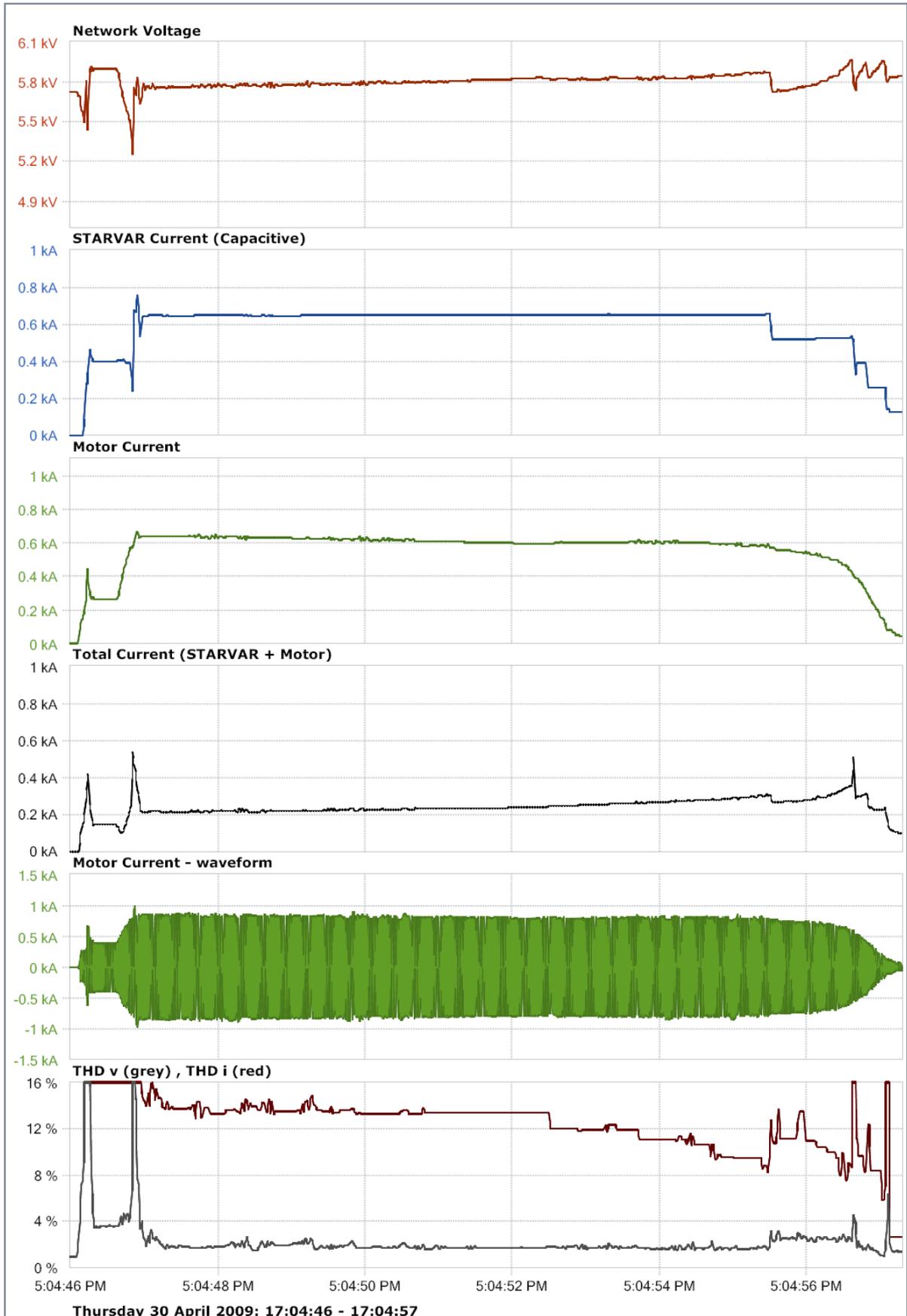
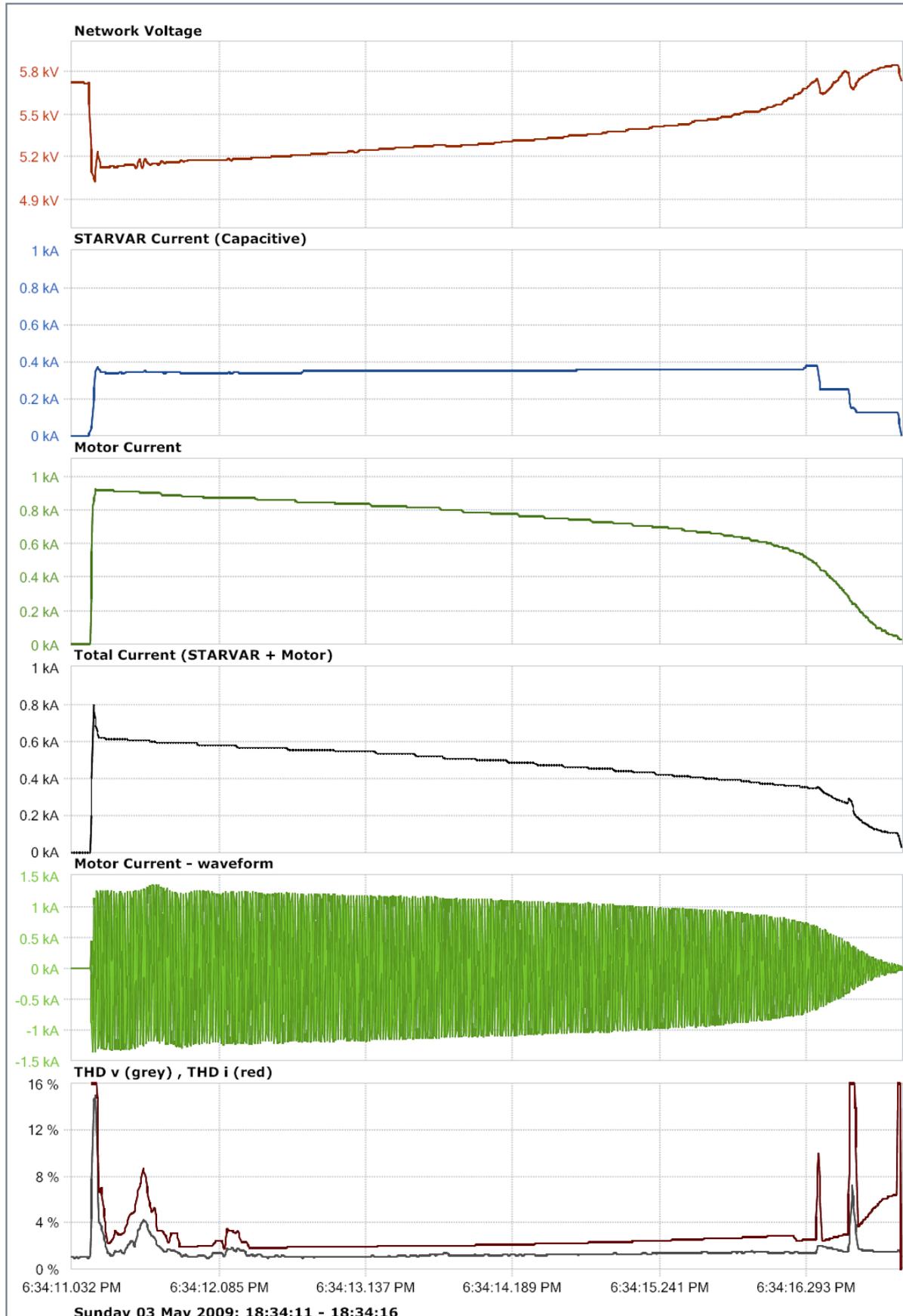


Figure 4: SOFT STARTER WITH EQUALIZER-ST 80%



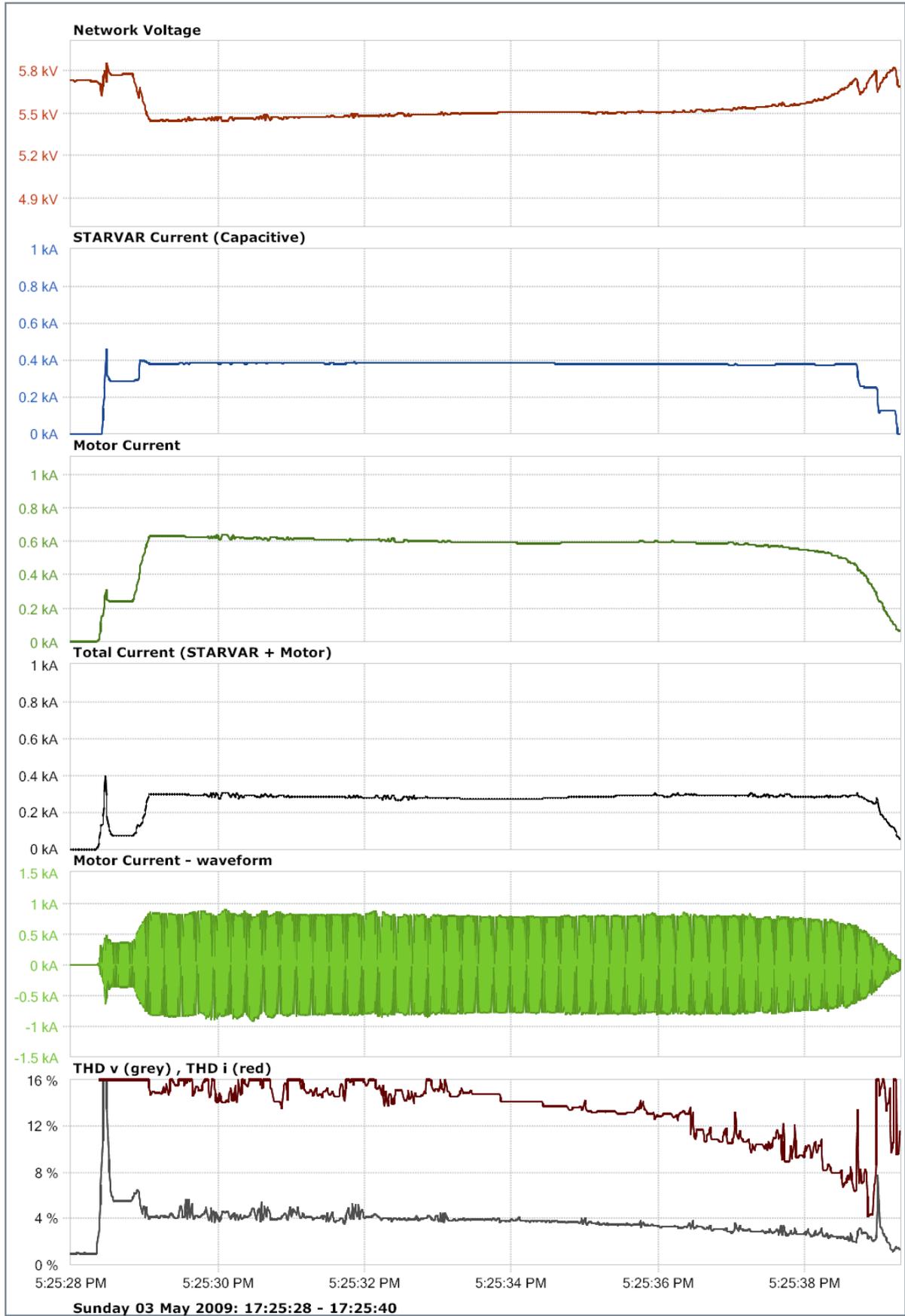


Figure 6: SOFT STARTER WITH EQUALIZER-ST 50%