



以色列 Elspec ViaVar 低电压穿越 ——“无功功率增强”低电压穿越解决方案



图 1: Lantemoso 测试地点

概述

本案例研究描述了在 2008 年的 6 月、7 月，Elspec ViaVAR 故障穿越（FRT）在西班牙进行安装测试，成功地为 1.5MW 异步风力发电机提供了动态的故障穿越补偿。测试的结果证明，ViaVAR FRT 能够提供解决方案、以满足西班牙 P012.3 电网规约的要求。

异步发电机、包括双馈发电机，被广泛地应用于风力发电场。在电压跌落时，发电机任何轻微的速度偏差，都会消耗大量的无功能量。

因为电压显著跌落时大量的无功需求，FRT 调节在许多现代电网规约中被应用。

一个典型的电压跌落事件，是由于一个电网分支短路所引起的，至少需要 100-200ms 的时间以隔离故障的变电站，这将

会影响到电压的稳定。大多数现代的电网规约要求在故障发生时，无功能量在本地电网产生。

最为可靠的无功能量的提供方案，是基于电容器组的静止无功补偿（SVC）。然而，利用 SVC 技术作为故障穿越有它的缺点，所提供的无功电流是与电压成正比的，同时无功能量是和电压的平方成正比的（ V^2 ）。

Elspec 解决方案：

以色列 Elspec 公司是国际领先的电能质量方案的提供者，为解决这些挑战，在国际上开发出低电压穿越 SVC “无功功率增强”解决方案。

Elspec 对于异步发电机的穿越解决方案，是基于在国际上被广泛应用的 Elspec 实时动态补偿技术，被进行改进以在短时间电压跌落时、增加无功容量的输出。

Elspec ViaVAR 低穿越技术，在超低电压时、不需要增加电容器的容量，就可以满足电网规约对无功电能的需求。不仅可以支持风机在跌落曲线以上不脱网，还在电网下降过程中具有动态无功支撑能力。Elspec ViaVAR 系统基于以下特点：

- 无浪涌的电容器连接
- 电压控制操作模式——优化以满足 P012.3 电网规约的要求
- 超高速的完成时间——小于 10ms 完成全部补偿



Elspec ViaVAR FRT develops the worlds 1st Ride through compliant SVC "kVAR booster" solution.

西班牙 P012.3 电网规约

P012.3 规约的目的，是提供一套步骤，以进行统一的测试、模拟实验，统一的测量精度，以及在电压跌落事件发生时、对风力发电场的响应进行评估。

测量技术

该规约要求，对所有的现场测试，所有的对每相电压和电流的采样记录，必须在采样频率最小为 5kHz 进行。

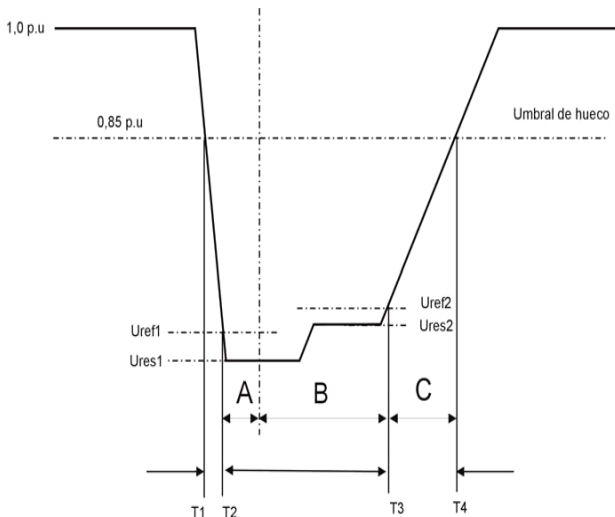


图 2: 电压跌落分类

Note: T1-T4 are defined by the dip threshold (IEC 61000—4-30).

区域分类

图中的 A，B 和 C 是用来定义在电压跌落中的三个区域。这些区域被划为一个跌落阈值和剩余电压的函数。

A 区：所有的电压值 V_{ref} 在 T_2 和 T_2+150 毫秒之间。

B 区：所有的电压值 V_{ref} 在 T_2+150 毫秒和 T_3 之间。

C 区：所有的电压值 V_{ref} 在 T_3 和后面的较小值， T_4 和 T_3+150 毫秒之间。

功率的计算方法

功率消耗是用正规化数值 (p. u.) 对测试风机的登记额定功率来表示。相似的，能量消耗值是用功率的正规化数值，在以毫秒为单位时间来表示 (ms p. u.)。

在测试中登记的电压和电流水平，以及在模拟实验中获得的数据，必须包含在表 1 的报告中。



Three Phase Faults	OP 12.3 Requirement	Result
Zone A		
Net consumption $Q < 15\% P_n$ (20ms)	-0.15 p. u.	
Zone B		
Net consumption $P < 10\% P_n$ (20ms)	-0.1 p. u.	
Net consumption $Q < 5\% P_n$ (20ms)	-0.05 p. u.	
Average I_n / I_{tot}	0.9 p. u.	
Extended Zone C		
Net consumption $I_r < 1.5 I_n$ (20ms)	-1.5 p. u.	

表 1: 能量和功率的登记

Elspec 的测试

1.5 兆瓦的风力发电机可以配备自动无功补偿系统，来适合非常迫切的电网规约要求，风机对于所有的故障有穿越的解决能力。

测试设置

- 装有 RTC 和 Elspec ViaVAR 的集装箱安置在风力发电机旁边。RTC 集装箱连接在中压（20kV），以模拟根据西班牙 P012.3 电网规约的电压跌落。Elspec 公司的 ViaVAR 系统连接在风机变压器的输出端（690V），Elspec ViaVAR 集装箱同时有 4 个 Elspec G4K 黑匣子 EG4420，先进的电能分析用于对以下电网上的点进行测量：
- 电网输入到 RTC 集装箱系统的 20kV 处
- RTC 集装箱系统输出到风机：大约为中压的 20%（跌落期间）
- 风机变压器的输出——690V（测量风力发电机和 ViaVAR 系统）
- ViaVAR 系统的输出端

在实验期间测量是连续地进行，所有的电力系统的参数，电压以每周波采样 1024 个点、电流以每周波采样 256 个点，连续每个周波地进行不间断记录。

EG4K 资料请登陆 www.elspec.com.cn。



Elspec ViaVAR FRT develops the worlds 1st Ride through compliant SVC "kVAR booster" solution.

测试描述和结果

低功率测试（额定功率的 10%-30%）

包括 6 个测试如下：

- 3 个单相或两相短路的情况
- 3 个三相平衡短路的情况

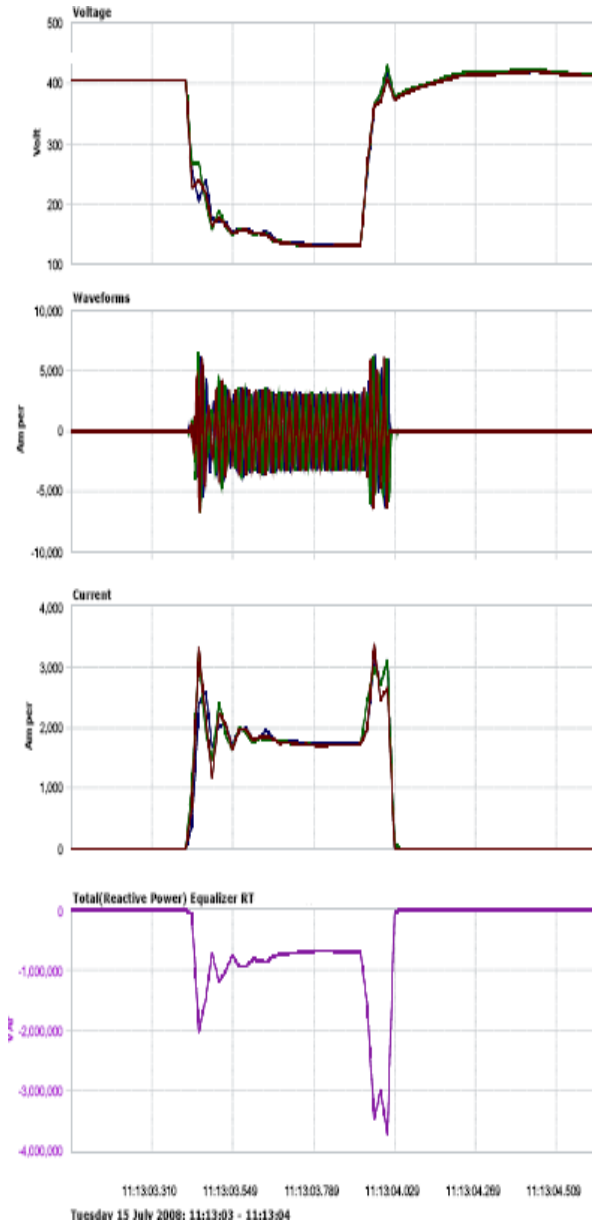


图 3: 低功率的 ViaVAR 测试

(*) The value is changed in proportion to the voltage magnitude

下面的表格是为了符合 P012.3 标准，ViaVAR 系统需要提供的无功电流和无功功率，这些数值经过 P012.3 测试过程有资质的机构的确认，并通过提供的穿越测试集装箱来进行。

区域	无功电流	无功能量
A	Above 2000A	Above 800kVAr
B	Above 2000A	Above 800kVAr
C	2000A to 3300A	800 to 3300kVAr (*)

表 2: 低功率条件

(*) The value is changed in proportion to the voltage magnitude.



高功率测试（超过 1300KW）
和低功率相同的 6 个测试参数。

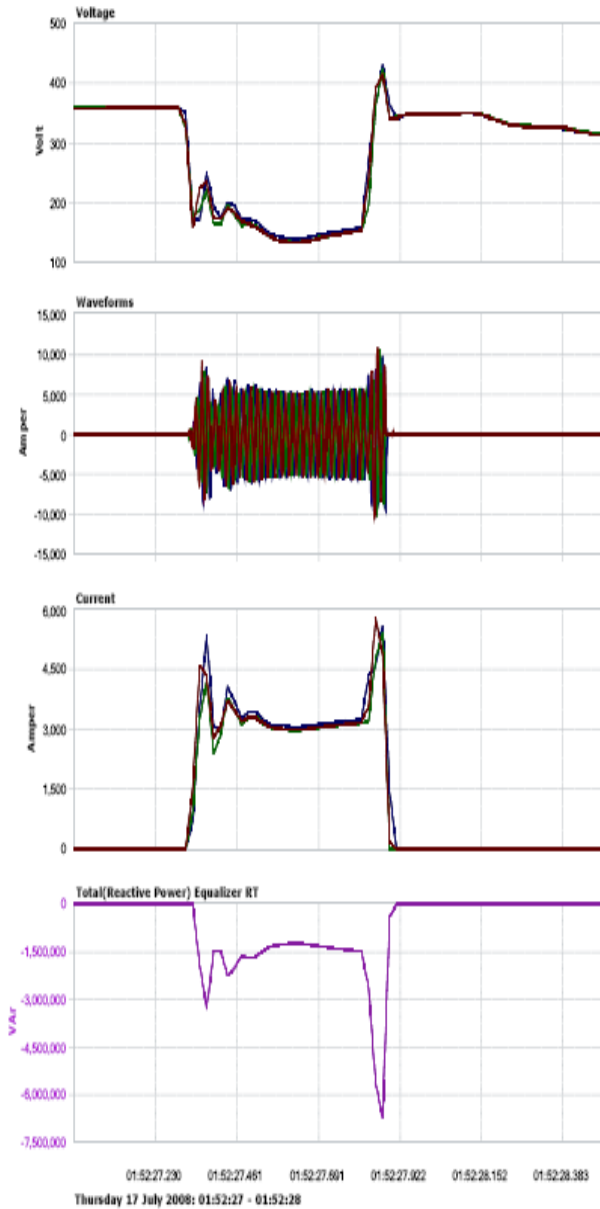


图 4: 高功率的 ViaVAR 测试

(*) The value is changed in proportion to the voltage magnitude

下面的表格是为了符合 P012.3 标准，ViaVAR 系统需要提供的无功电流和无功功率，这些数值经过 P012.3 测试过程有资质的机构的确认。

区域	无功电流	无功能量
A	Above 3300A	Above 1500kVAr
B	Above 3300A	Above 1500kVAr
C	3500A-5500A	1500-6500kVAr (*)

表 3: 高功率的条件

(*) The value is changed in proportion to the voltage magnitude.



Elspec ViaVAR FRT develops the worlds 1st Ride through compliant SVC "kVAR booster" solution

低功率的结果

电网中的 ViaVar 在风机低功率模式下(<30%)的作用结果如下 (图 5)，说明了中压侧在风机到电网的接入点的无功能量和电流的消耗，也提供了在低电压侧的 ViaVar 的电流波形。

在没有 ViaVar 的时候，在 C 区的无功能量消耗几乎达到了 3MVar；使用了 ViaVar，减少到小于 500KVar。在 A 区和 B 区，ViaVar 为电网提供了大量的无功能量 (800KVar 以上)。

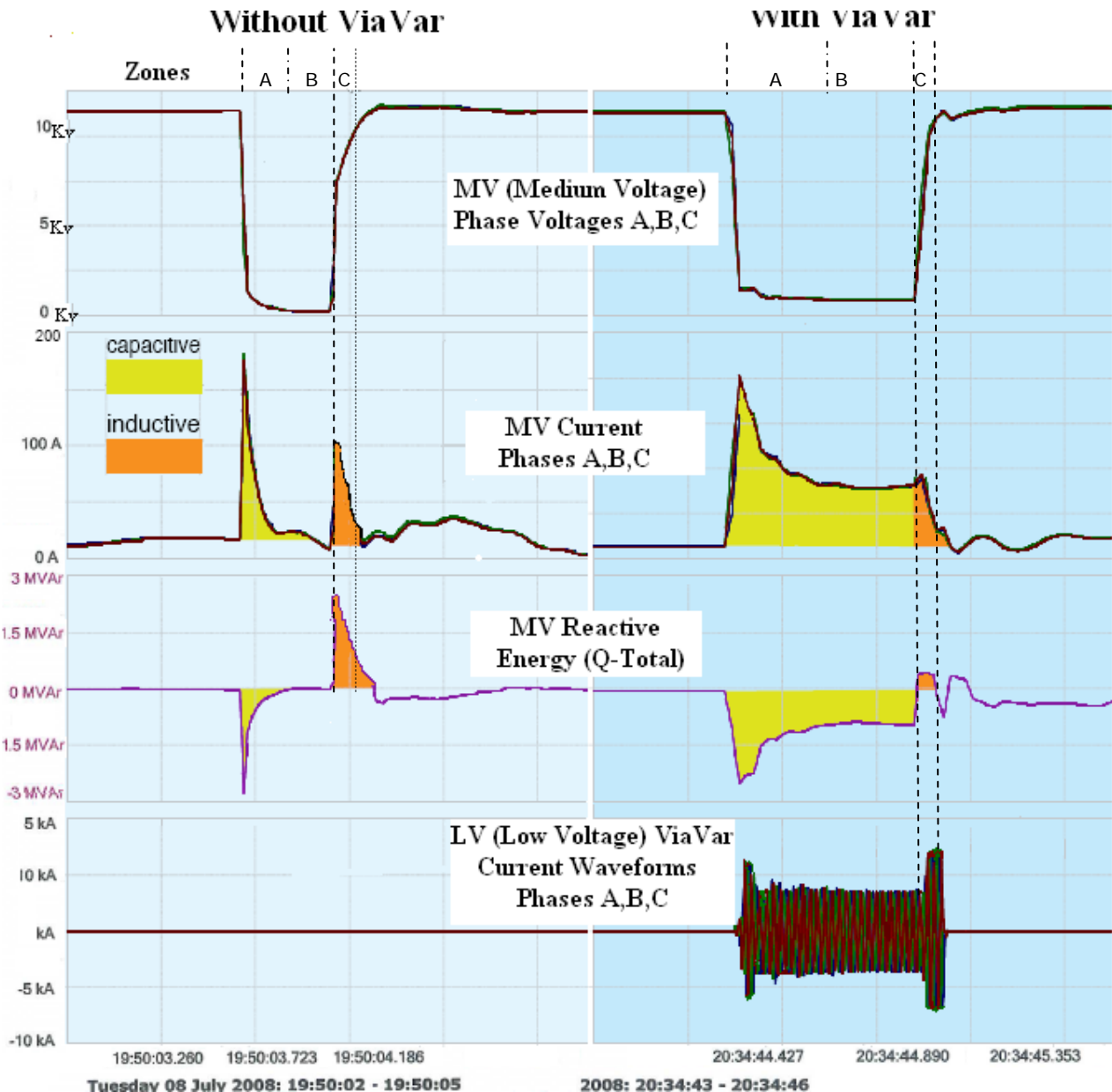


图 5: ViaVAR 的解决方案，有和没有



Elspec ViaVAR FRT develops the worlds 1st Ride through compliant SVC "kVAR booster" solution

高功率的结果

电网中的 ViaVar 在风机高功率模式下 (>1300Kw) 的作用结果如下 (图 6)，说明了中压侧在风机到电网接入点的无功能量和电流的消耗，也提供了风机的有功功率。

在没有 ViaVar 的时候，在 C 区的无功能量消耗几乎达到了 7MVAR；使用了 ViaVar，几乎减少到了 0。在 A 区和 B 区，ViaVar 为电网提供了大量的无功能量 (超过 1500KVar)。

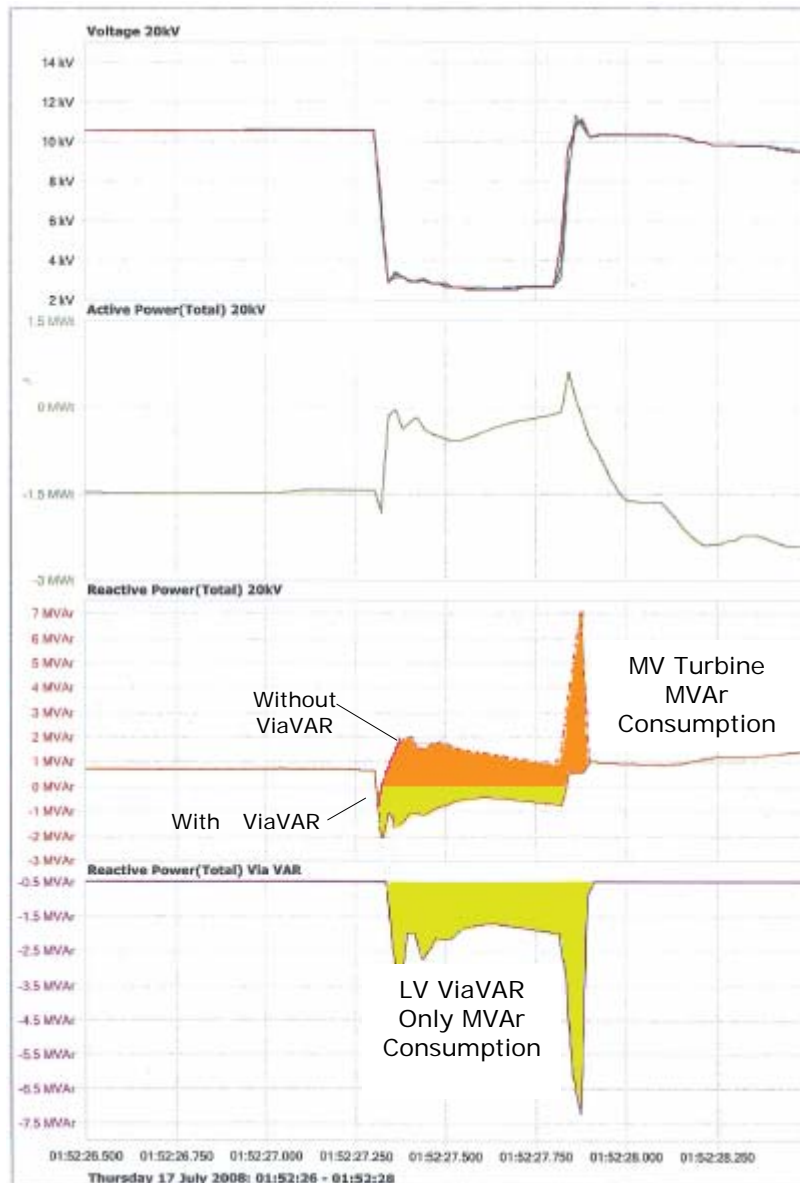


图 6: 高功率的结果

Elspec ViaVar通过了严格测试，并在风电场进行了稳定运行，2009年获得欧洲大的定单，对低压的风力发电机的本地使用，也可以对中高压的风电场的集中使用（通过升压变压器）。

更多请联系 Elspec 中国业务经理邓先生 021-51096325 info@elspec.com.cn。