

ETAP 在微电网系统中的解决方案

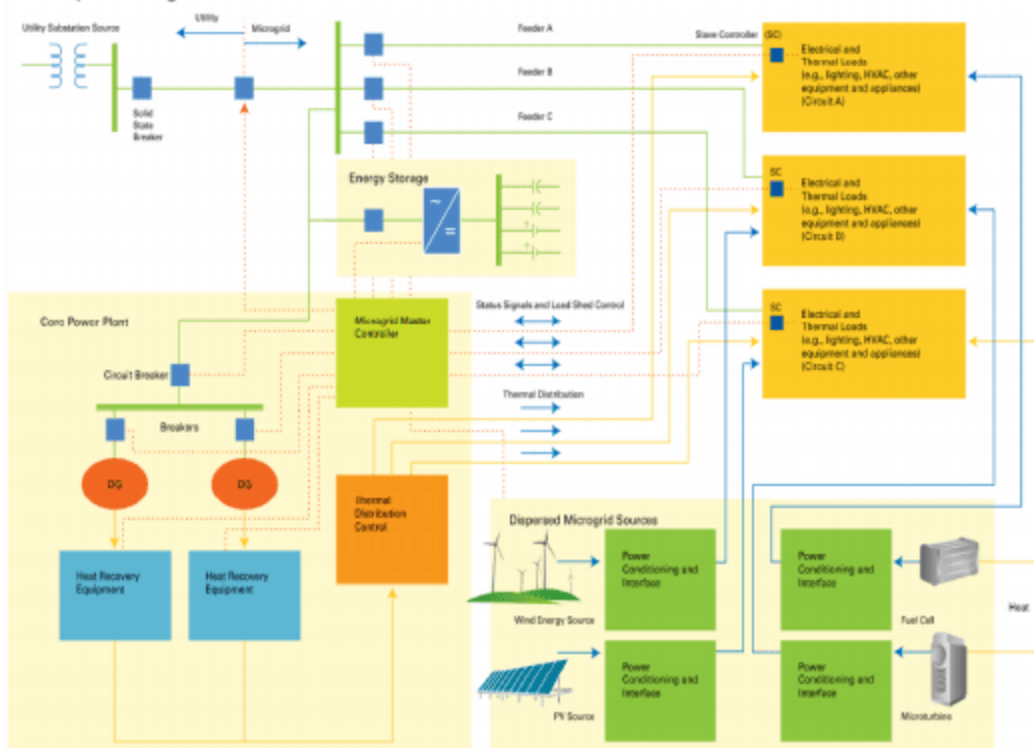
一、微电网系统的概况

相对于传统的集中供电/发电（供电）的方式，可再生能源和分布式发电系统往往以小型、分散的方式布置在用户附近，可独立的输出电和热；亦即分散布置在需求侧，实现能源梯级利用、资源综合利用和可再生能源应用的技术；可在需求现场根据用户的实际需要灵活调节，对口供应，并将输出环节的损耗降到最低，从而实现能源利用效能的最大化。分布式能源是新世纪电力工业和能源产业的重要发展方向。

将可再生能源、分布式发电系统和负荷相连接，就构成了微电网，简称微网。微电网可以根据需要可选择和配电网并网运行也可选择独立运行，是充分发挥分布式能源的作用，提高供电可靠性和电能质量的一条很好的途径。微电网具有以下优点：

- 微电网有效的将分布式能源和负荷组合起来，充分的发挥了分布式能源的优点，优化和提高了能源利用效率；
- 微电网可以是“电网友好型”的, 在一定的措施下，不会影响电网的安全稳定运行，这意味着电网的运行和管理方式不需作大的改变；
- 微电网可以提高供电可靠性和电能质量；
- 微电网可以实现可再生能源和分布式发电系统的“即插即用”，结合电力电子技术、智能化控制系统和数字化通信，微电网将成为智能电网的重要组成部分，并作为传统电网运行的有效补充。

Example Microgrid with Master Controller

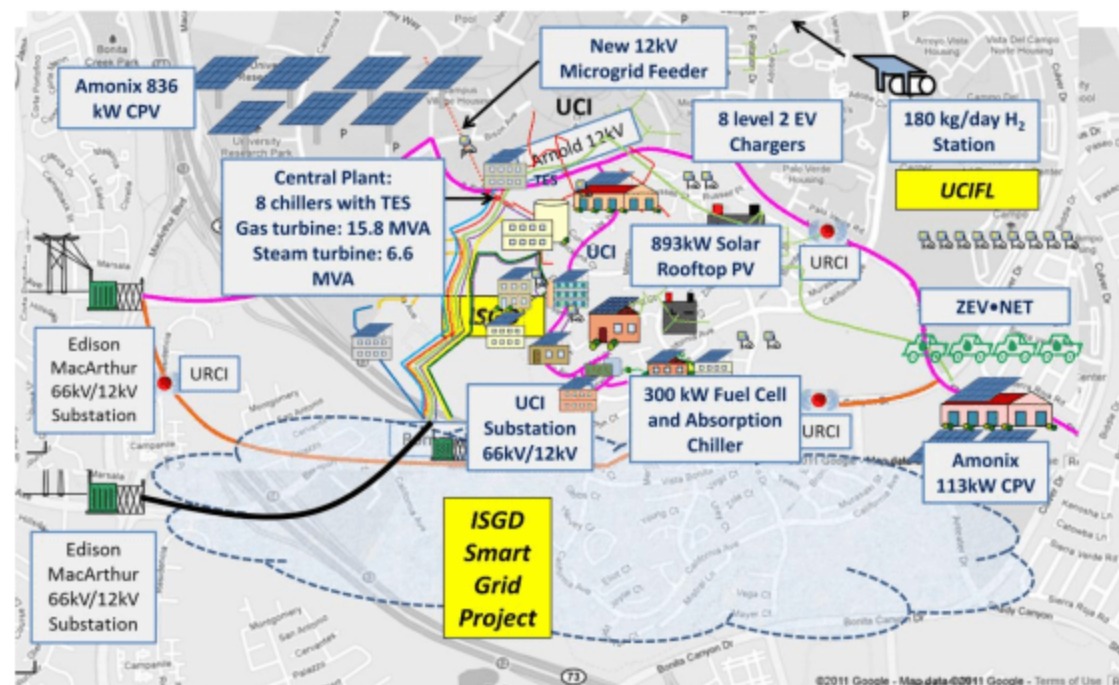


另一方面，分布式能源和微电网的出现也给现有的电力系统带来影响，产生一些新的问题，如微电网和电网的并网标准、方法，微电网接入后对电网的影响，分布式能源的监视、控制和调节以及微电网本身的运行控制，间歇性可再生能源普遍接入系统时对局部电网暂态稳定和动态稳定不同于传统电网、电网协调与调度、控制模式、继电保护装置及其配合都需要进行研究与探讨等。

欧洲、美国、日本及加拿大等国家近年来对分布式能源和微电网进行了大量深入的研究，在分布式能源以及微电网的运行、控制、保护、能量管理、对电力系统的影响以及相关标准的制定等多个方面做了大量工作，很多实际分布式能源以及微电网的投运也积累了不少经验。而我国在这方面的研究及现场运行经验较少，建立一个可再生能源及微电网实验室，并借鉴国外在这方面的一些成熟的技术和经验，那我们在微电网运行方面的研究，无疑具有重要的意义。

二、ETAP 产品介绍

ETAP 是国际通用的电力及电气系统分析计算商业软件，由美国 OTI 公司于 1984 年开发 1986 年正式发布。目前产品和服务已经涵盖全世界 100 多个国家，全球有 50,000 多家用户，60,000 多个许可证授权。同时 ETAP 也是功能全面的综合型电力及电气分析计算软件，能为发电系统、输电系统、配电系统、微电网系统以及工业电力电气系统提供从规划到设计，从分析、计算、仿真到实时运行控制，强大的综合平台和解决方案。



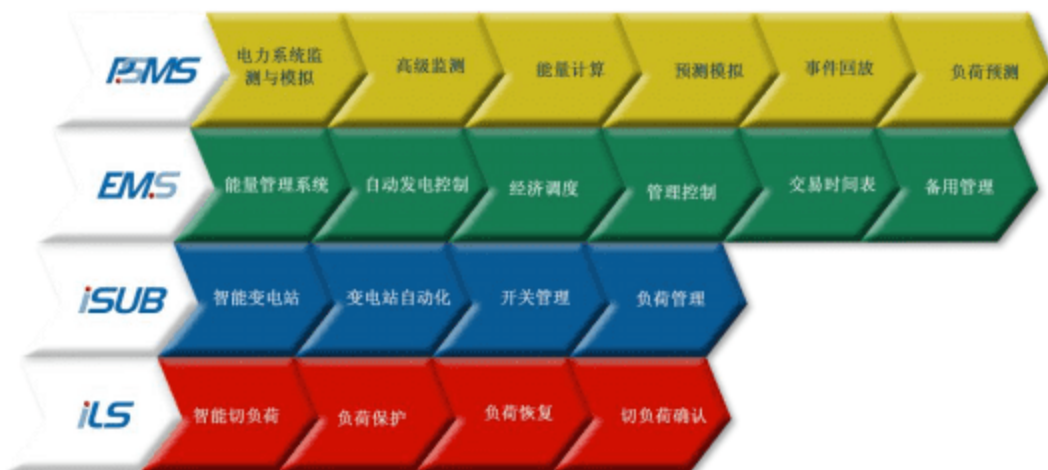
目前 ETAP 在微电网系统中也得到了广泛的应用。2012 年公司在加州大学（尔湾分校）跟校方联合共建了 ETAP 微电网实验室。今年 5 月 29 日，ETAP 又在公司总部园区建立了基于光伏太阳能发电的微电网系统，如下图所示，这个微电网系统预计每小时发电 180 千瓦，它将帮公司每年节约电力成本 40,000 到 50,000 美元，同时它为 ETAP 员工提供了 12 座电动汽车充电站。而且这个微

电网的运行直接由公司 ETAP 实时系统平台来控制，同时对该微电网系统进行在线的监测、仿真和需求侧管理。



三、ETAP 在微网系统的应用

如下图所示，ETAP 实时系统主要分为四部分，高级监测和预测模拟、能量管理系统、智能变电站以及智能切负荷。

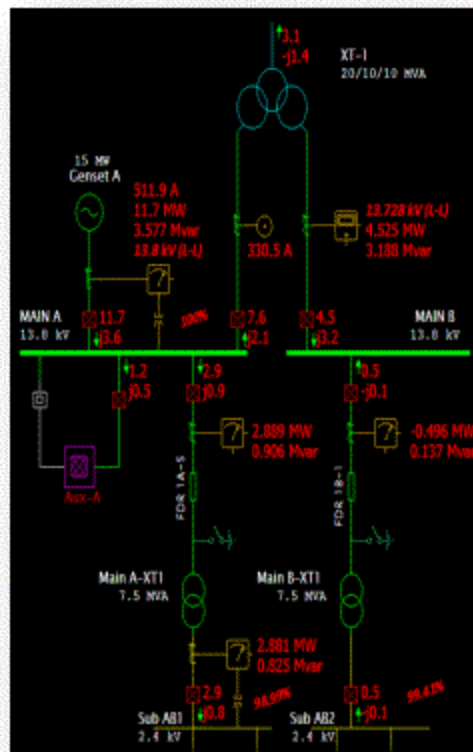
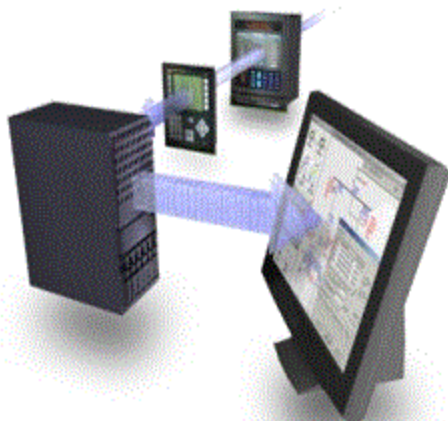


3.1 高级监测和预测模拟

电力系统监测和模拟 (PSMS) 是 ETAP 实时管理应用程序的核心。对于大型的和小型的电力系统、发电厂、工厂、制造厂和海上采油平台，PSMS 都是理想的选择。PSMS 利用电气和物理参数、负载以及发电水平、网络拓扑和控制逻辑，能够对各种改变和扰动做出适当的系统响应。另外，PSMS 能够确定潜在问题的根源并能提出纠正动作的建议，从而避免断电的发生。

- 高级监测

通过智能的图形化用户界面、单线图和数字仪表提供直观、完整的实时监测。监测功能包括校验系统网络状况、估计缺失的系统状态、检测网络异常、趋势测量值和报警通知。



PSMS 可以用事件日志和报警工具跟踪并记录不正常的动作。系统可以在临界故障发生之前发现并通知问题。另外系统信息的变化可以图形化的显示和记录下来。它可将计算结果同测量值作比较，对有缺失数据和存在越限数据的设备将弹出报警框。

PSMS 拥有状态和负荷估计功能。电力系统实时运行和控制需要掌握系统的真实运行工况，由于测量和数据通信等方面的原因，得到的数据难免存在误差，甚至出现坏数据，ETAP 状态估计能在一定程度上剔除坏数据，准确地实时掌握系统的拓扑结构，提高数据的精度。

- 事件回放和历史分析

事件回放的全部信息包括：系统拓扑、系统负荷（有功、无功）、状态和负荷估计的结果、发电（有功、无功和机端电压）、潮流（线路、变压器和馈线的功率和电流）以及报警和警告等。

事件回放和历史分析主要用于：（1）分析事故或故障的原因和影响；（2）系统运行方式的改进；（3）各种可能的操作的探究；（4）“操作预演”案例的讨论。

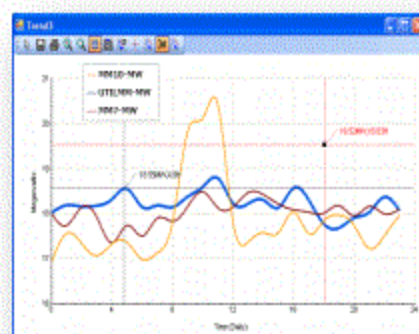
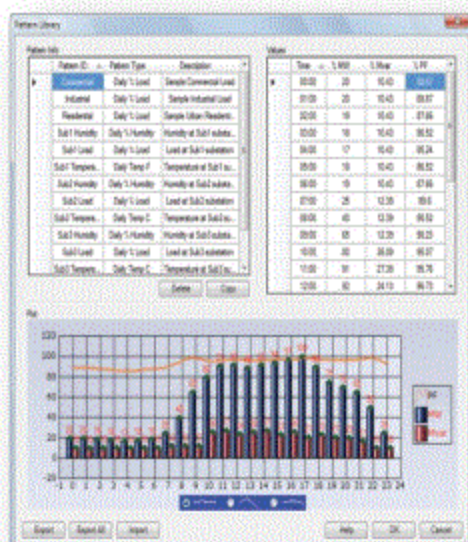
- 负荷预测和趋势

负荷预测对于工业用户和电网来说都是一个理想的工具，它可以准确可靠地预测系统中的未来短期负荷。一个好的预测对昂贵的发电系统单元的开机和停机、能源采购、系统需求的管理以及根据预测的负荷增长的调度系统升级有直接、重要的影响。

ETAP 负荷预测利用经典的算法将多个输入变量关联在一起，如把预测的天气状况连同像仪表端负荷和天气状况这样的历史数据关联在一起，来构建预测模型。

ETAP 数据趋势是一个用户友好并且灵活的趋势应用功能，既支持实时数据也支持存档的历史数据。

原创力文档
max.book118.com
预览与源文档一致, 下载高清无水印



● 预测模拟

允许通过实时和存档数据的应用预测对操作员动作和事件的系统响应。例如分析在当前系统运行方式和负荷状况下操作员的动作（例如断路器打开或关闭），或者事件（例如 a) 起动某台大容量电动机，b) 假定系统发生大扰动（短路、跳机、与主网脱离等）。当然，也可以在事件回放模式下的存档数据重现的系统运行方式和负荷状况下分析操作和事件的系统响应。

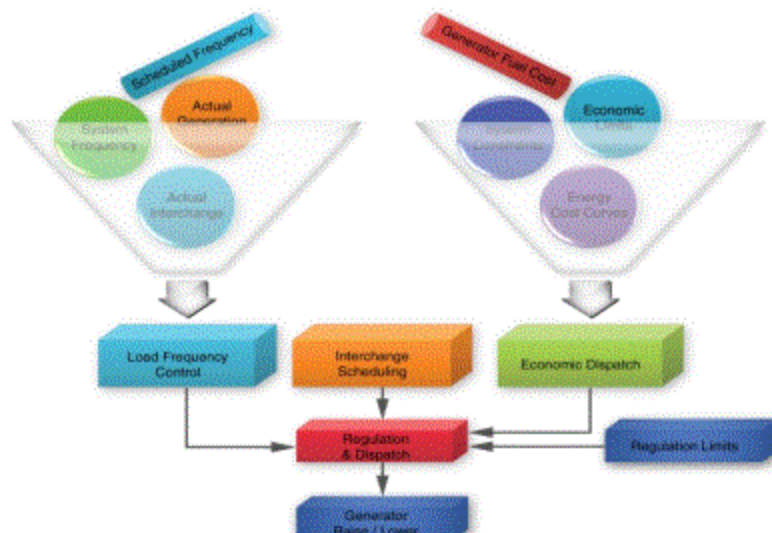
3.2 能量管理系统 (EMS)

ETAP 能量管理系统 (EMS) 是一套用于监测、控制、优化发电和输电系统性能的应用软件。这个智能的能量管理系统被设计来减少能量消费、增加系统利用率、提高可靠性和预测电气系统性能以及优化能量使用减少成本。

● 自动发电控制(AGC)

自动发电控制 (AGC) 计算必需的参数或变化从而优化发电机组的运行。该应用软件使用实时数据如频率、实际发电、联络线潮流和机组控制器状况来提供发电的变化。AGC 也能计算必需的参数去控制负载频率，同时提供要求的数据去维持频率和功率按照预定值与相邻的系统进行交换。

AGC 是完全与经济调度和交易安排相结合的，因此可自动地确保发电调节器按照预定的最经济的方式运行。AGC 为最佳的电气系统运行提供指导，以满足每个发电机的功率需求、蒸汽需求和最小的燃料成本。这个过程显著减小了决策过程的复杂性。



• 经济调度

经济调度（ED）分配电力系统中的发电机组的发电变化，以达到最适宜的区域经济性能。ED 为最佳的电气系统运行提供指导，以满足每个发电机的功率需求、蒸汽需求和最小的燃料成本。

ED 采用先进的优化潮流算法以确定最佳的发电模式，同时维持适当的储备裕度。计算出并分配个别发电机组的发电量，以满足最低成本下的负荷要求。ED 考虑到发电成本与发电水平不成比例、系统在地理上分散、输电损失依靠发电模式而定的事实。

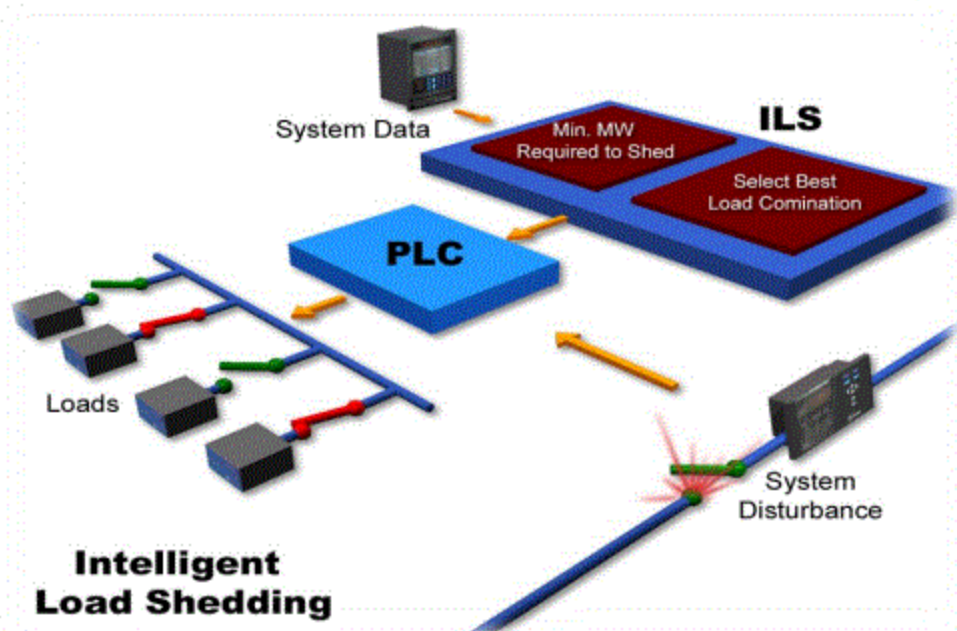
• 交易安排

交易安排（IS）提供从一个控制区域到另一个控制区域的能量转移的容量安排，同时考虑线路、调度辅助服务、能源交易的财务跟踪。IS 专注于电力调度交换和安排，结合了能源调度、交易管理、能源成本分析和报告。

ETAP IS 提供了一个用户界面，可以在每个地点创建能源交易。这个界面允许用户为每个地点分别指定合同，并为每个地点分配不重迭的进度表。从 IS 应用程序中，交易区域控制误差（ACE）就可以被提供给自动发电控制（AGC）计算。

3.3 智能切负荷（ILS）

智能切负荷（ILS）为电气扰动和发电量丢失提供最佳的、快速的切负荷。根据扰动的类型和位置、实际的运行发电、旋转备用、负荷、配置、负荷分配和优先权，ILS 为每个子系统设计必需切掉的有功负荷最小值。然后 ILS 将选择最好的负荷组合（CBs）来满足这个需求。执行所有这些，对于瞬态事件就在系统中的扰动发生之后的几个毫秒内，对于稳态过负荷情形就在自定义延时之后的几个毫秒内。



- 负荷保存

在扰动中切除负荷所需时间越长，最终必须切除的负荷越多。因为 ILS 的智能和速度，使用 ILS 切除负荷的实际数量远远少于使用常规方法例如像频率继电器和 PLC 装置切除的负荷数量。

ILS 提供无限数量的负荷时间表供操作员选择。在扰动或发生紧急情况的时候，这个紧急情况下负荷减少的灵活性在系统的灵活性中产生最终作用。每个负荷时间表能被定义不同的优先级表格、负荷组、选项、计算方法等等。这对于那些负荷优先级可能不同的系统的不同运行周期是十分必要的。有了 ILS，操作员可以用最小的工作量实现负荷时间表的转换。

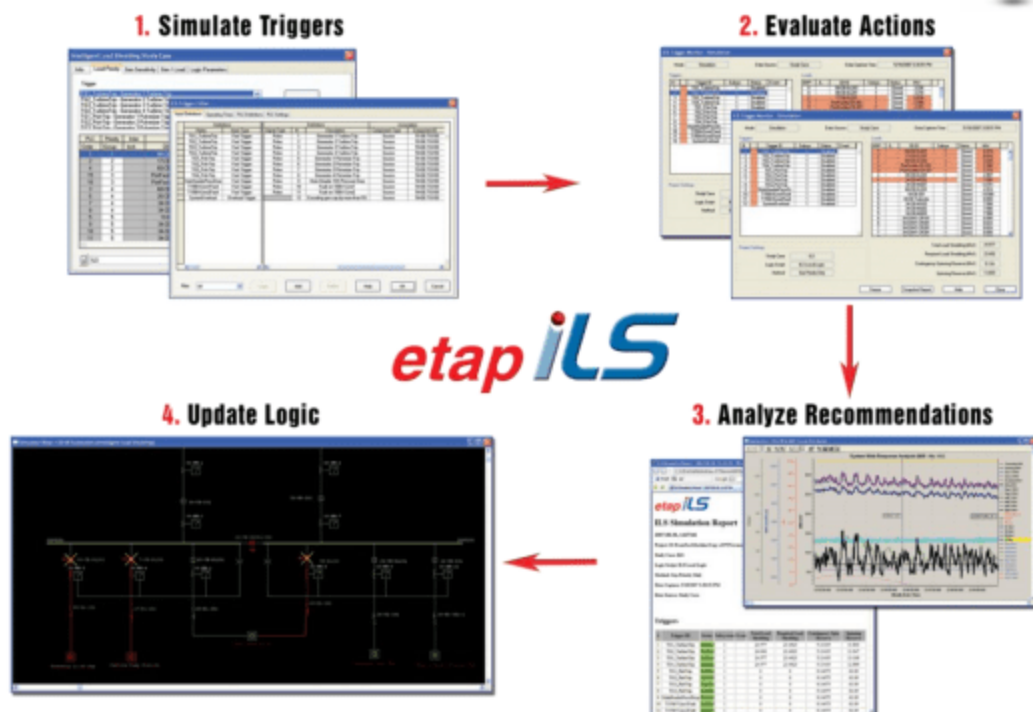
- 负荷恢复

负荷恢复应用程序通过自动恢复系统可用部分供电同时保持故障隔离来最小化扰动之后的停机时间，不超过备用电源和线路的容量。

操作员通告和确认提供了允许调度员重新启动负荷的途径。有了开关管理，可以一步一步地或在一个动作重新启动负荷。在重新启动被认为是无效的或不安全的地方，ETAP 将自动地禁止重新启动并告知系统操作员该负荷不能启动。

- 切负荷确认

使用 ETAP 的仿真功能如潮流分析和暂态稳定能确认和分析稳态及动态响应。ILS 仿真器使用模拟和实时运行数据。这是对操作预演或修改现有切负荷计划、负荷添加和联锁修改，预测系统响应和切负荷动作的完美工具。用适当的访问权限确认 ILS 逻辑之后，控制器可以很容易地更新服务器而不需引入在线系统或中断服务器的运行。



3.4 智能变电站 (ISub)

智能变电站 (iSub) 是指由 ETAP 指导新建或改造的综合变电站, iSub 作为一个变电站综合解决方案的一部分, 提供保护、控制、自动化、监测和通信等功能。iSub 是变电站的核心, 对于系统状态的动态变化, 它最先作出响应。

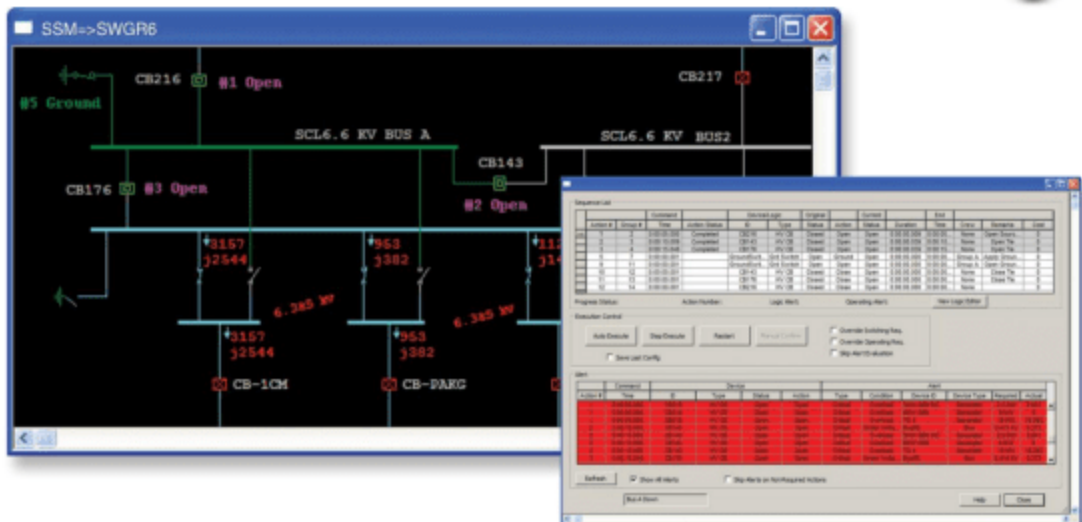
- 变电站自动化

iSub 技术弥补了其它变电站自动化解决方案的缺点。为了系统监测、评估和自动化, ETAP 的智能分析方法被用于管理采集到的数据。嵌入式的可编程逻辑编辑器提供了一个友好的用户界面, 来创建几乎任何变电站自动化应用程序。iSub 能从变电站的数字设备中采集数据, 无论什么设备协议或是数据格式。

- 开关管理

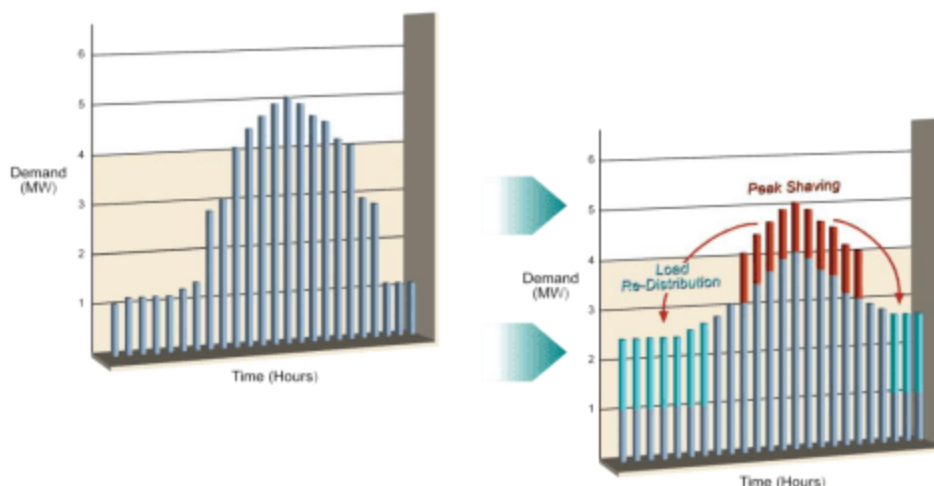
开关管理允许调度员使用图形化的用户界面建立一个完整的开关程序, 并且可以一步执行这个开关计划的所有动作。这个开关序列包含了断路器、负荷隔离和接地隔离的开关设备以及执行时间的清单。执行任何开关序列之前, 应用程序会校核这个次序是否顺从安全开关程序, 并且在执行每一步时进行下一步前要求确认, 为了避免疏忽的开关。

可以为双端引线母线结构的母线负荷转移设置开关计划, 从而取代一步步的切换方法。开关序列能排列基于断电时间、未交付能源和开关次序, 可以很容易的比较计划的不同变化。



● 负荷管理

智能负荷管理 (ILM) 可以帮助执行控制策略, 从而避免不能预料的高峰需求时段可能带来的高昂电费影响月平衡。ILM 在电气扰动时自动执行有序系统循环, 可以防止昂贵的原料损失以及减少不安全的操作情况。



四、 ETAP 微网实验室的建立

在实际的工业电力系统中 ETAP 实时系统一般通过 OPC 服务器从 SCADA 或测量仪表获取实时数据, 它的基本架构如下图所示, 标准配置下需要 ETAP 实时服务器一台, 控制台三台, 另外还需要 OPC 接口软件一套。对于服务器硬件配置要求如下:

- Intel Dual/Quad core – 3.0 GHz with Hyper-Threading, or better, with high speed bus (or equivalent)
- 8 GB of RAM (high-speed)
- 64 位操作系统

