



未来的电力行业是否安全？

使用

NTP / PTP IEEE1588 GNSS 时间服务器

关键词

IEC61850 智能电网 IED PMU

IEC61850-9-3

IEEE C37.238

Waldemar Sielski
Tomasz Widomski



停电的风险



智能电网 vs 配电



1 μ s精度



来自NMI和NPL的稳健同步备份

作者



Waldemar Sielski Microsoft Poland CEO 1992-2000

1985–1989年，他在UNIDO (联合国工业发展组织) 华沙办事处担任计算机顾问。1991–1992 年期间他受雇于Olivetti华沙办事处。从1992到 2000 年任微软波兰公司总经理。他创建了微软公司在波兰的分公司架构，并在波兰市场成立后的最初8年中制定了公司策略。在2000年1月，他获得INFOST AR'99软件业务发展年度人物奖，以表彰他对波兰市场增长的贡献。第三届波兰信息技术大会程序委员会副主席。目前是计算机、房地产和农业领域的投资者。他也是Interkl@sa 项目的专家，并作为波兰移动和无线通信技术平台和波兰信息技术和电信商会董事会的积极参与者做出了贡献。现任和曾任多家公司监事会成员，如：Sport Medi ca S .A., MCI Management S.A., Logotec S.A., Intelwise S.A., Ka-Na Sp.z o.o。毕业于华沙大学数学、信息学和机械系，以及华沙计划和统计学院外贸研究研究生班。



Elproma CEO 1992-2014 ([profile PDF](#)) Tomasz Widomski

他拥有计算机科学学位(华沙理工大学，波兰，1990年)，和经济学学位，2013年在华沙经济学院学习公司评估方法。ELPROMA公司CEO (1992-2014) 目前担任监事会成员一职。同步解决方案的发明者，拥有30多年的IT经验。他主管ELPROMA公司的NTP/PTP IEEE1588时间服务器生产线，通过其研发获得了几个巨大的国际市场。成功案例包括：DEMETRA Horizon 2020项目(2014-2016) /共同开发GALILEO的安全UTC地面时间传播；CERN White Rabbit (2009-2014) –下一代高精度PTP协议。他是波兰科学院、Pik-Time和Thales Alenia Space的Facebook/NVIDIA OCP-TAP顾问，为GSA主办的GIANO项目的第一个EU FGALILEO接收机的网络同步做出贡献。自2003年以来，他一直是波兰TA (PL)原子时标实验室的成员，并且是金融市场MiFID II，配电IEC61850和电信5G的专业同步顾问。从2019年开始，他与ELPROMA团队合作研发了第一台东欧ePRTC/cnPRTC预测性高精度时钟。



停电的风险

马克·埃尔斯伯格 (Mark Elsborg) 的科学惊悚片《停电》(Blackout) 描绘了似乎是最黑暗的停电场景之一，其中潜在的肇事原因是虚假的时间和不同步。作者精彩地描述了一种意外的，长时间停电导致日常生活逐渐奔溃的情况。电话、电视和互联网开始出现故障。通信停止了。电力不足使加油站无法运行，从而使运输和供应陷入停滞。这本书的主人公之一，一个前黑客，提出了一个关于恐怖袭击的论文，作为停电背后的原因。

要理解停电威胁，我们必须看到现在和即将发生的事情之间的区别。在媒体中广为人知的不久的将来的新型分布式智能电网与当前的配电系统有很大的不同。根据定义，它是由以下内容组成“智能电网，是所有能源市场参与者之间存在通信以提供能源服务，从而确保降低成本，提高效率，以及整合包括可再生能源在内的分布式能源”。它具有许多的优势，但是需要非常坚实和强大的同步基础设施基础，这样智能电网才能健康的发展。确保智能电网稳定的关键属性包括准确的时间，稳定的频率及其高度精确的同步。



智能电网 vs 传统配电

说到传统的电力行业，电是由电厂发电（产生），由运营商配电（分配），最后才是我们（消费者）。一百多年来，家家户户和工厂的单向供电效果非常好，然而今天，这已经不够了。经济的发展需要不断增长的电力需求。与基础设施建设相关的限制也不断出现。解决方案的讨论因需要保护环境，为子孙后代服务而受到阻碍。

幸运的是，我们看到了电力行业向工业4.0新时代的变革和转型。今天，屋顶上安装了光伏板，我们看到了越来越多的风力涡轮机和沼气厂。这些新的能源使我们能够增加社会使用的能源库。

在未来的智能分布式电力产业中，标准电厂的主要作用将被削弱，电力将由多个等效电厂同时发电。这些“发电厂”肯定是距离很远。与现代配电相反，电力将不得不进行双向传输，而且这些方向将随着时间的推移而动态变化。类似于铁路交通管理的原则也适用于此，不同的是，“开关”的等价物必须在“轨道”两边同时切换，其精度为百万分之一秒（微秒， $1\mu\text{s}$ ）。这个操作是由IED（智能电子装置）继电器（上述的“开关”）来完成的。Elproma NTS-5000 (www.elpromatime.com) 大师级设备以纳秒级任命IEEE C37.238和IEC61850 规范挑战。



1 μ s的精度符合 IEEE C37.238, IEC61850

为什么1 μ s的精度有这么大的意义？间隔时间长了，就会使输电线路开路时间过长，造成停电。由于智能电网中同时有很多的发电者和使用者，因此IED继电器开关的时间和同步性就显得尤为重要。除了局部缺陷外，管理不当还可能导致多余能源的不良积累。能源管理将基于平衡能源过剩和不足。这些参数的极端值可能会触发保护措施，导致不受控制的多米诺骨牌效应的故障，甚至可能导致停电。系统中的能源既不能太多，也不能太少。网络必须始终包含“恰到好处”的能源，而这些能源本身是无缝的、时变的。智能电网控制的重点可能将损耗降到最低，并最大限度地提高电力传输的效率（有功功率和无功功率）。这个目标既可以通过对当前发电源的效率进行精确的控制（例如，人们可以减速或定期关闭风力涡轮机，以确保防止能源过剩），也可以通过使用IED完成的配电线路连接路径的动态变化来实现。因此，为了做出正确的决定，人们应该了解实际情况，即“此时此地”的准确信息——无论是在本地还是远程层面。

配有本地时钟的相位测量单元（PMU）用于测量电流的状态。如在IED的情况下，即连接装置设备。系统监控过程中，假设后置滤波信息（如到达的数据有不可接受的延迟）很可能反映了实际的能源状况。在此基础上，控制站通过向IED发出线路控指令来推断未来下一刻的情况。这就是智能电网中的时变、动态输电结构，其稳定性取决于时间和同步性。

注意：<https://www.gsa.europa.eu/newsroom/news/demetra-delivers-dividends-elproma>

作为DEMETERA项目2015-2016年的成果，Elproma开发了新的智能电网PTP服务器系列，包括NTS-5000大师级和新的NTS-pico3系列从时间服务器。

直到最近，人们还认为通过GPS（或其他GNSS）系统就可以确保同步。但是，事实证明，干扰GPS信号并不是什么难事，网上有很多很便宜的干扰器就能实现。人们还可以通过替换自己的时间和位置数据来伪造GPS信号。这种技被称为“欺骗”。它对智能电网能源行业形成了特殊的风险，因为干扰可以被消除，而欺骗却不那么容易识别和打击。有效的欺骗会导致对通过计算机网络传入的PMU数据的延迟计算错误。这将可能导致拒绝正确的信息，并会错误的接受传输时间过长的信息位。因此，将存在能源管理不善的情况，可能会导致故障甚至停电。由于不同步，LOG中事件的真时时序丢失将成为另外一个问题。反过来，这又将使问题无法被发现，因为它会扰乱分析过程中的逻辑。在非同步化的LOG中，人们可能会观察到一种奇怪的现象，即“结果早于原因”。



来自NMI和NPL的稳健同步备份

因此，无论经济上重要的系统的安全受到什么威胁，都应同时使用GNSS和本地铯钟混合方法来提供时间。大多数国家的国家计量机构设定的官方时间将发挥特定的作用。在欧洲，这个角色由皇家天文台、国家物理实验室和中央计量局扮演了100年。在美国，这种角色属于MIST。

通过网络分配官方时间，即具有高精度且最重要的稳定性（不变性）水平的原子参考UTC模式，是一项非常困难的技术任务，目前只有几个国家有能力处理这一问题。英国、意大利、荷兰、波兰、法国、德国属于准备充分的欧洲国家。如今各国时标UTC(k)的传播比以往更加频繁。最后，欧盟GALILEO正在缓慢地充当欧盟官方时间参考，它与GPS和国家UTC(k)网络时间分配，加上特殊时间审核设施一起，为智能电网创建了新的强大而稳健的同步参考。

相信向智能电网发展的本土电力行业将依赖于这个坚实的时间和频率基础。主系统和区域系统必须有防篡改保护，并防止外部干扰——时间和同步必须是安全的。

最后，让我们回到传统的电力行业，尝试找出是否以及在哪些地方需要精确的时间和同步。今天，最需要同步的地方是传统的发电机涡轮机。他们必须同时旋转——精确到每秒50次——才能产生50Hz的交流电压。

此外，需要精确的时间来监督配电和自动读数（所谓的智能计量）和测量过程。计费 and 自动点定位系统还使用时间来处理高损耗线和高传输线中断风险。然而，在这些情况下，不需要高精度的同步。虽然在上述情况下不需要高精度的同步，但工业4.0智能电网发电将需要在一个大范围的（所谓的时域）区域内提供一个相同的时间模式，以使每个分布式的等效电源产生50Hz的交流电压。这个频率是由技术标准文件定义的，受法律保护。因此，我们要再强调时间和国家测量机构提供官方UTC时间在当前和未来的重要作用。