

使用 NILabVIEW 和DAQ创建微网能 量管理系统 (MEMS)

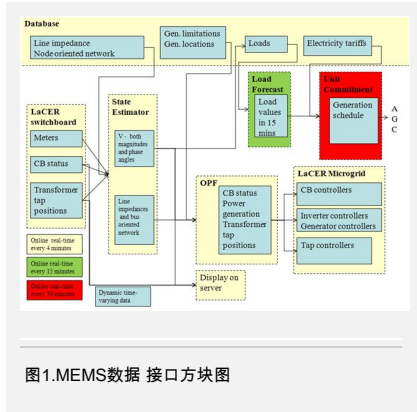


图1.MEMS数据接口方块图

Author (s):

Cheah Peng Huat - 南洋工科大学

Siow Lip Kian - 南洋工科大学

Liang Hong Zhu - 南洋工科大学

Vo Quoc Nguyen - 南洋工科大学

Nguyen Dinh Duc - 南洋工科大学

Gooi Hoay Beng - 南洋工科大学

新加坡南洋理工大学（NTU）电子工程学院（EEE）的清洁能源研究实验室的学生（LaCER）开发出了一套微网系统原型。它包含例如太阳能PV、风力涡轮、燃料电池和电池库等能源。整个微网用基于网页的MEMS服务器系统控制。MEMS负责控制并监视能源管理的不同方面。

我们开发了软件程序管理采集到的传感信息，完成负载控制器和发电分配。图1显示了数据库和不同软件模块之间的界面示意图。例如高级传感和通信系统、负载预测（LF）、机组组合（UC）、状态估计（SE）和最优功率流（OPF）等模块都是使用LabVIEW开发的。

高级传感和通信系统

在微网中，传感和控制设备的集成和交互是一个挑战，因为它涉及不同通信协议，例如RS-232串行通信、RS422-/485 modbus通信等。为了解决这个问题，我们建议将所有信息转换为一个标准协议，即以太网通信协议或通常称为TCP/IP协议。这个转换可以通过使用通信协议转换器方便而经济地完成。

在MEMS服务器和功率传感器以及其他例如断路器、可编程交流电源和PLC等其他控制设备之间传感和通信是我们的主要设计任务。在整个微网网络中安装了32个支持Modbus协议的功率传感器单元，用于例如电压、电流、有功功率、无功功率和断路器状态的能量监视测量。为了在MEMS服务器和所有功率传感器之间部署经济的解决方案，这些传感器被分成四组，每组包含八个传感器单元。每组最终连接到RS-485到TCP/IP转换器，将Modbus协议转换为运行在以太网LAN网络商的Modbus TCP协议。为每个传感器配置一个唯一的IP地址，每组功率传感器都配置一个相应的ID。

通过输入功率传感器的IP地址、传感器ID和寄存器地址，我们使用LabVIEW DSC模块提取功率测量值。用户无需定义确切的modbus消息提取信息，因此为用户节省了宝贵的时间。所有功率测量值都被发送到LabVIEW的全局变量中，如图2在主要图形界面中显示，用于监视。除此以外，还可以通过全局变量在其他应用程序中使用。相同的方法还用于PLC控制微网中的断路器。

使用可编程交流源主要用于测试独立微网。为了与功率源通信，我们使用LabVIEW中的TCP协议函数模块。用户只需要输入功率源的IP地址，无需任何繁琐的程序代码就可以对功率源进行监视和控制。

负载预测

负载预测的目标是提前15分钟预测总用户负载。它对于有效的市场运作以及微网的控制和计划有重要的影响。精确的预测数值能够节省能源并提高系统运作的安全性。

预测方法是基于人工神经网络（ANN）的。LabVIEW用于开发如图3所示的神经网络。为了提高LF算法性能，增加了特殊解决方案：

- 数据采集——用于检测错误和异常数据，在用于训练之前删除或调整。
- 早期停止——加速收敛并防止训练数据过度拟合。
- 异常日期规划——检测负载规划异常的日期，并将它们从训练中去掉，从而不会破坏负载模型。用户能够从GUI中更新异常日期。
- 相关性和线性回归分析——通过使用直线找出输入和目标数据的线性关系。

历史负载数据是从NTU的Wee Kim Wee通信与信息大楼使用NI数据采集设备NI USB-6215采集的。这些数据使用LabVIEW处理并存储在数据库中。为了采集这些每日负载数据（即分布式网络的负载电压和电流），我们将数据采集设备的模拟输入通过降电压变压器连接到大楼的分布式网络中，以及电流电压变换器分别获取电压和电流数据。

LF算法已经成功整合到MEMS的UC中。实现的预测系统能够以令人满意的精度可靠地进行预测。

机组组合

机组组合（UC）软件模块是MEMS的主要组成之一。这个软件模块基于预测需求，能够协助微网找到最优功率生成计划，在微网独立的情况下，将总操作成本降至最小，或是在微网连接到主电网时，将总受益最大化。在优化过程完成后，包含开关状态的结果和发电源的分配kW数将会送到MEMS的最优功率流（OPF）模块进行处理。UC是功率系统管理中最复杂的优化问题。通过使用LabVIEW的MATLAB脚本函数，软件能够在几秒内确定包含多个约束和数百个变量的优化解决方案。UC的主要用户界面如图5所示。

软件模块包含以下特性：

- 通过使用LabVIEW的MATLAB脚本函数，可以在几秒内解决复杂的UC问题。
- 使用LabVIEW建立的图形界面，用户能够方便地点击鼠标默认设置或定制设置运行UC优化。

"在处理矩阵计算时，LabVIEW 提供了编程工具更方便地编写功率系统应用程序，从而节省编程时间。"

- Gooi Hoay Beng, 南洋工科大学

The Challenge:

随着化石燃料的耗尽和全球能源需求的不断增加,我们需要探索可持续的能源,并有效进行管理。新加坡没有自然资源,因此需要在技术上加大投入以提高供给系统效率从而满足其能源需求。

The Solution:

我们使用NI LabVIEW和NI数据采集设备开发低成本微网功率管理系统（MEMS）。ICT、智能仪表和高级优化应用程序被用于MEMS中,管理我们的LV分布式系统,作为整合可再生能源的平台。

- 通过运行 LabVIEW 的实时抓取函数，软件可以在用户定制的自动开始时间自动执行。
- 在优化完成后，结果将自动保存到服务器系统中用户指定的路径，并且同时发送到 MEMS 的 OPF 中。

状态估计

状态估计是 MEMS 实时函数，它使用 SCADA 采集的测量、断路器状态和电压调节器位置验证并估计功率系统的总线电压。估计的总线电压幅值和电压相位角被认为是系统的可靠状态，作为 OPF 的一个输入，其处理后的总线负载数值作为负载预测的输入。

状态估计器包含三个子函数，它们是用 Matlab 编程语言在 LabVIEW 平台上编写的。

1. 拓扑处理器：通过将节点网络转换为总线网络确定网络配置。
2. 状态估计：计算总线电压幅值和相位
3. 错误数据检测与判断：在状态估计器使用原始测量值前，检验其是否良好

在编写状态估计器时，确保它能够运行在任何功率网络是一个挑战。因此使用脚本模块是描述复杂算法时提高灵活性的一个方法。每个子函数都使用 LabVIEW 中的脚本模块实现。输入和输出（一维和二维）创建用于将数据从脚本模块传送到其他或前面板用于显示结果。还使用反馈节点作为错误数据检测与判断的过滤器。

处理是基于矩阵计算的，LabVIEW 提供了编程工具更方便地编写功率系统应用程序，因此它能够为程序员节省时间。

状态估计函数，与其它 MEMS 函数一起，已在 NTU 清洁能源研究实验室的微型网格硬件装置上做了成功演示。状态估计器的主要用户图形界面如图 6 所示。

最优功率流

最优功率流（OPF）是 MEMS 的在线函数之一。OPF 的目标是找出给定功率系统网络的最优设置，将例如总发电成本或系统损失等系统目标函数进行优化，同时满足其功率流方程和例如总线电压约束、分支流限制和发电容量限制等设备操作限制。OPF 的输入包含 SE 定义的网络配置和负载信息，作为输出结果，OPF 将给出以下推荐数值

- 源有功/无功功率输出
- 负载下的调压变压器比例

这些参数将送到 CB 控制器、逆变控制器、发电控制器和负载调压控制器，从而确保系统运行在更为经济有效的模式。

二次编程用于解决 OPF 问题。这个算法在 MATLAB 中编写，然后通过 MATLAB 脚本函数集成到 LabVIEW 中。基于 LabVIEW 平台，OPF 连接到 SE 和 SCADA 控制某个微网组件。通过使用 LabVIEW 工具箱，LaCER 微网的主要 OPF 图形界面如图 7 所示。LabVIEW 工具箱，LaCER 微网的主要 OPF 图形界面如图 7 所示。

Author Information:

Gooi Hoay Beng

[南洋理工大学](#)

School of Electrical and Electronic Engineering (S2-B7c-05) Nanyang Technological University

Singapore 639798

Singapore

Tel: +65- 67905481

Fax: +65- 67933318

ehbgooi@ntu.edu.sg

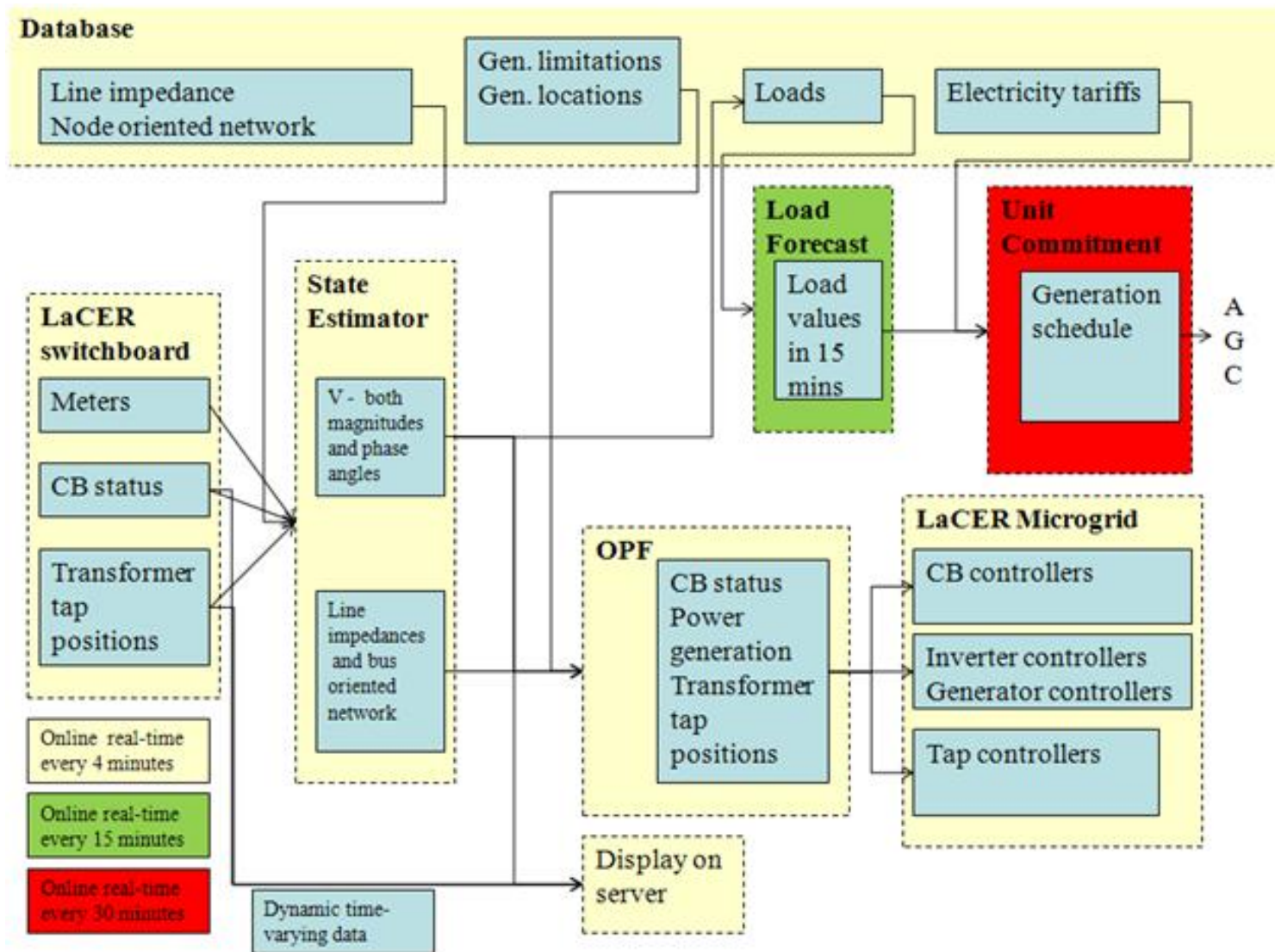


图1.MEMS数据 接口方块图

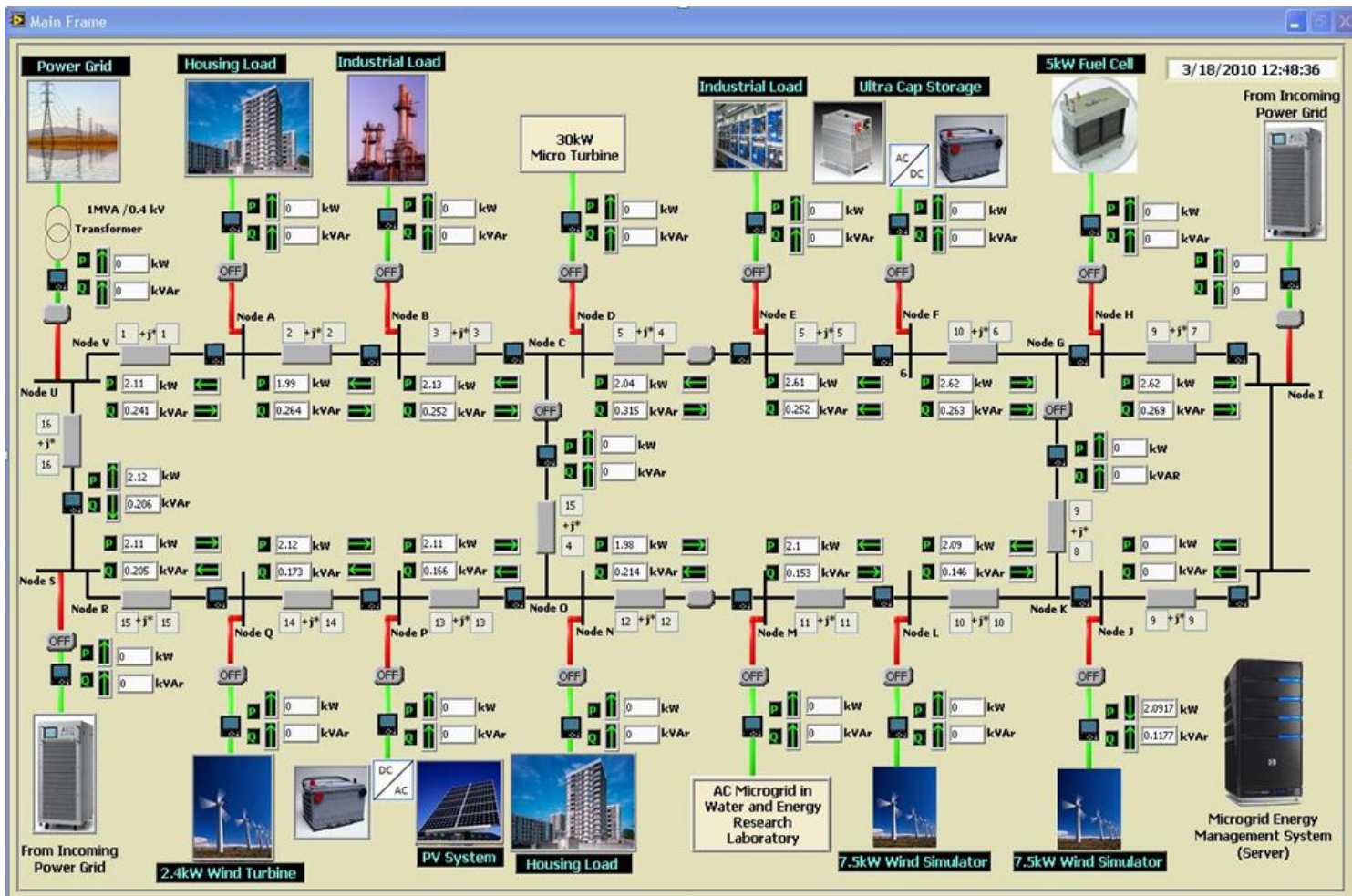


图2.使用 LabVIEW 2009开发的 MEMS主要图形界面，用于监视所有安装的功率传感器。

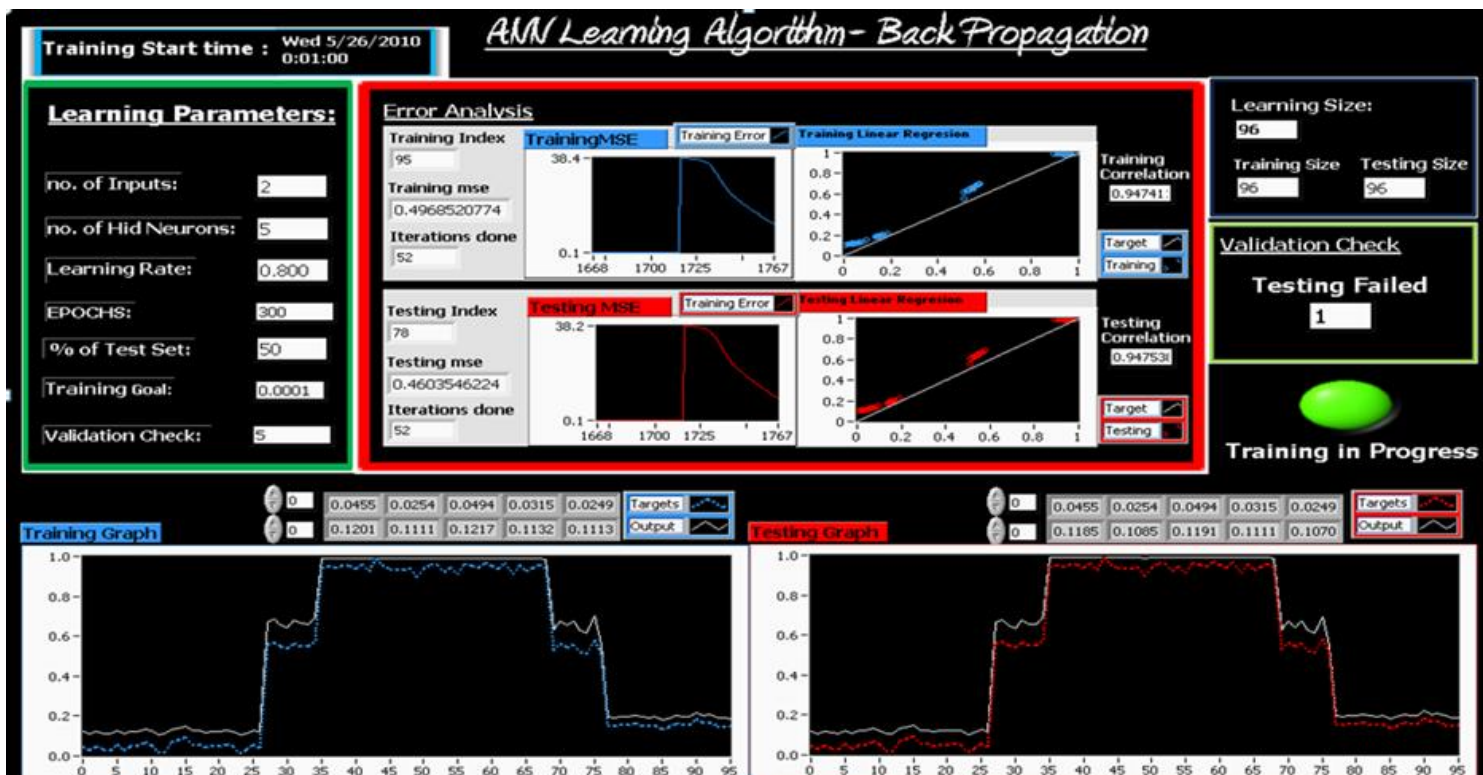


图3.使用 LabVIEW 2009开发的人工神经网络训练用户图形界面



图4.使用 LabVIEW 2009开发的负载 预测主用户图形界面



Thu 8/19/2010 3:29:00 PM

Show MATLAB Window

Initialization:

Electricity buying price

e_price_24h_48.xls

Connected Island

Wind Turbine (2.4kW) off On

PhotoVoltaics (1.05kW) off On

Battery Bank (7.2kWh) off On

Input:

Forecasted Load of next 24H (per 15min)

Note:
1. In AUTO mode, input data is automatically loaded by Load Forecasting module;
2. In MANUAL mode, input file path is defined by operator.

Daily autorun time

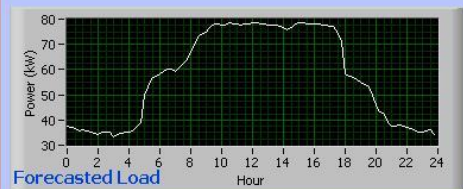
File path (Manual)

150548 (HHMMSS)

Forecast_18_08_10.xls

Forecasted Load

37.500 37.080 36.667 35.833 36.250 35.833 35.000 34.583 34.167 35.000



Results:

Solution Found

Spent Time: 5.96 sec

Unit on/off status

Time 1 0 1 0 1 1 1

1 0 1 0 1 1 1

Unit

1 1 1

1 1 1

Unit kW Output

Time 2.39999 0 5 18 7.5

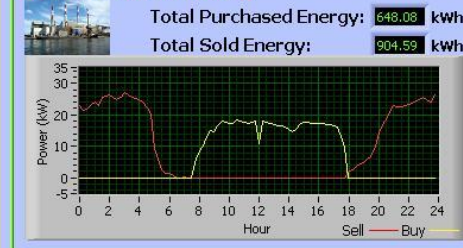
2.39999 0 5 18 7.5

Unit

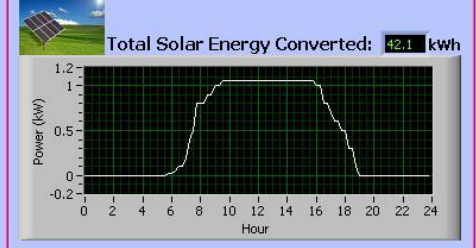
1 1 1

1 1 1

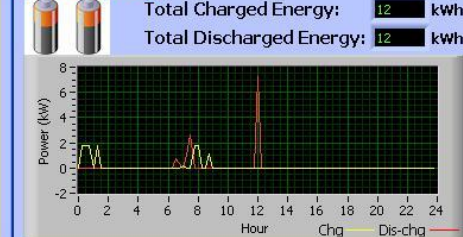
Connection with Main Grid



PhotoVoltaics



Battery Storage



Wind Turbine

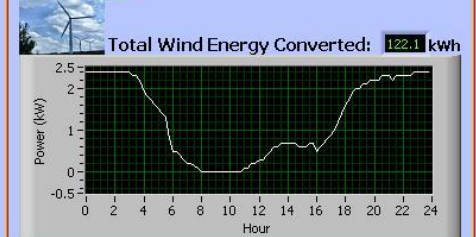


图5.使用 LabVIEW 2009开发的机组 组合用户图形界面

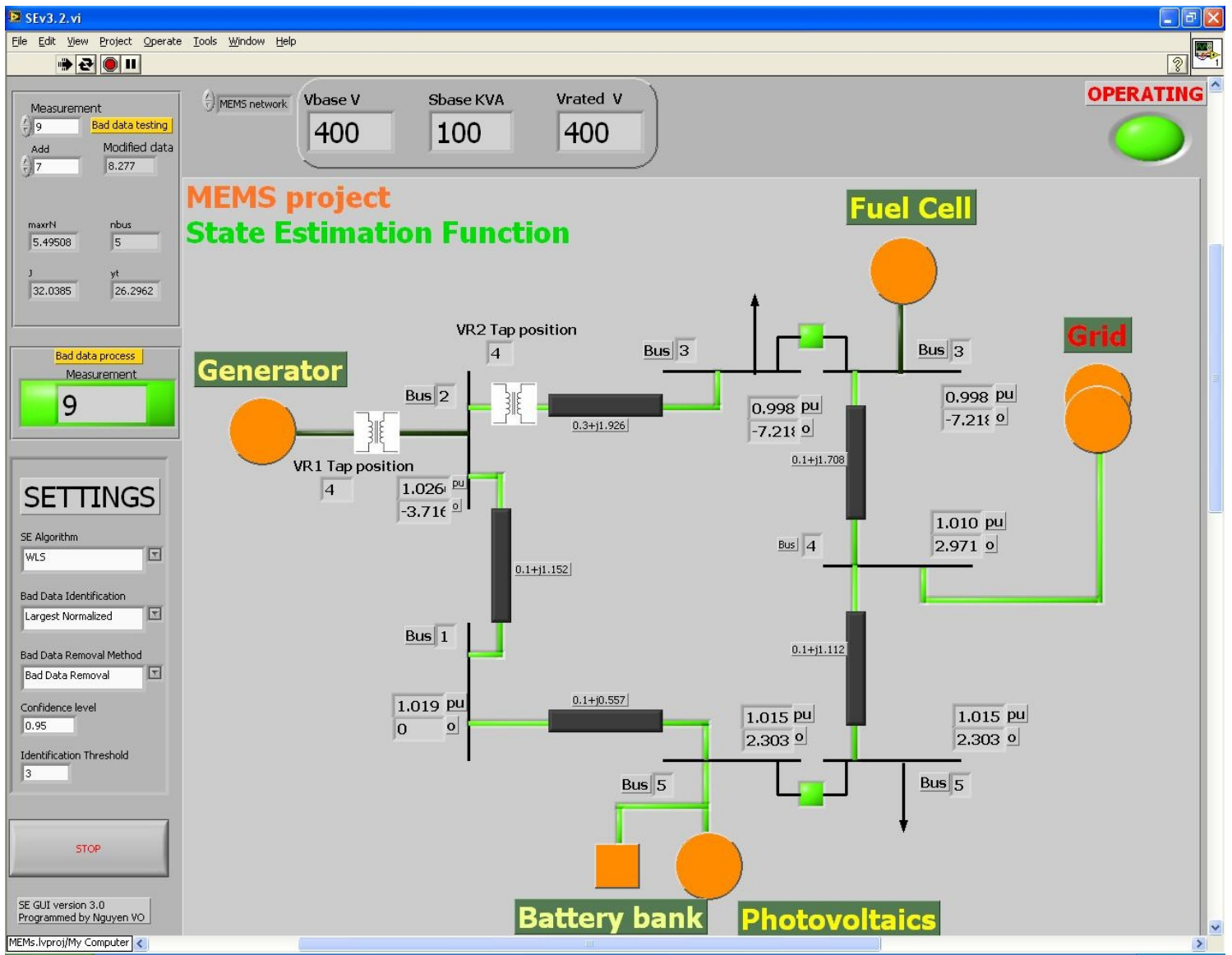


图6.使用 LabVIEW 2009开发的状态 估计函数主要用户图 形界面

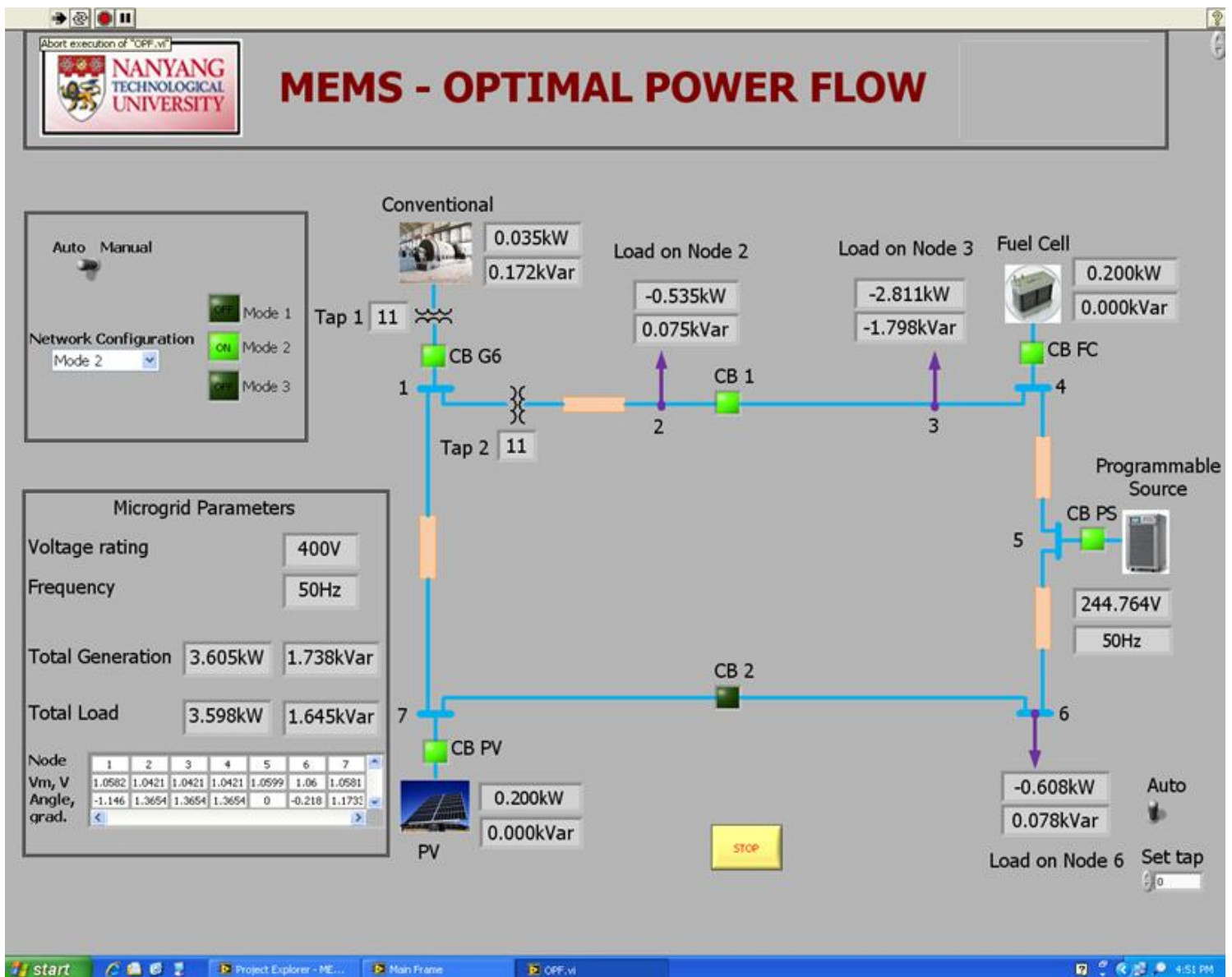


图7.使用 LabVIEW 2009开发的最优 功率流函数主用户界面

Legal

This case study (this "case study") was developed by a National Instruments ("NI") customer. THIS CASE STUDY IS PROVIDED "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND AND SUBJECT TO CERTAIN RESTRICTIONS AS MORE SPECIFICALLY SET FORTH IN NI.COM'S TERMS OF USE (<http://ni.com/legal/termsofuse/unitedstates/us/>).