



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ  
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

---

## **Aplicações e potencialidades do Sistema Integrado de Redes Industriais (S.I.R.I.)**

Carlos Ronei Ortiz – crn@itaipu.gov.br

Marcelo Batista Dos Santos – marcelos@itaipu.gov.br

Damián Martínez Giracca – damianm@itaipu.gov.py

ITAIPU Binacional

Brasil/Paraguay

### **RESUMO**

A utilização de sistemas digitais para supervisão, controle e proteção de Usina e Subestações trouxe um aumento da eficiência e da eficácia na produção e no suprimento de energia.

Para isto foi preciso contar com meios de comunicações, aplicações e demais recursos de apoio apropriados. A cada ano, porém, são concebidos novos Sistemas. Processos puramente convencionais são modernizados utilizando-se dos recursos digitais. Principalmente, após primeira edição da norma IEC61850, que trata da normatização para controle e supervisão de subestações, todo sistema novo concebido para subestações é baseado em soluções abertas, como exemplo, ethernet e TCP/IP. Fato que aparenta certa simplicidade, mas que, por outro lado, devido à flexibilidade que os sistemas digitais proporcionam, apresentam-se com uma infinidade de recursos adicionais que precisam ser geridos e que em sua essência são de grande complexidade. Somando-se a isto, há ainda a necessidade de atendimento a uma tendência mundial que é a integração e acesso remoto a informação de chão de fábrica. Isto, todavia, implica em riscos de segurança, necessitando profissionais e recursos específicos e adequados para proteção do processo e atendimento as necessidades modernas.

Portanto, torna-se cada vez mais necessário a integração de recursos para gerenciamento e disponibilidade de informação de forma segura. Neste contexto as redes de automação integradas emergem como a alternativa adequada para o atendimento destas necessidades. O Sistema Integrado de Redes Industriais (S.I.R.I.) é uma arquitetura composta por uma infraestrutura de redes, servidores e softwares com o objetivo de integrar os vários sistemas digitais da Usina, com os recursos de segurança e aplicações de apoio adequadas, distribuindo a manutenção e o gerenciamento destes sistemas, e integrando as informações.

O objetivo deste trabalho é apresentar o S.I.R.I. como uma ferramenta inovadora, disponível para uso imediato, e estimular o uso de modernas técnicas de gerenciamento e execução de atividades, visando a melhoria da qualidade, produtividade, segurança e racionalização de recursos.

### **PALABRAS CLAVES**

SIRI, ProcessBook, Rtwebparts, DataLink.

## 1. SISTEMAS INTEGRADOS DE REDES INDUSTRIAIS (S.I.R.I.)

O SIRI consiste em uma estrutura de rede de dados desenvolvida para o ambiente industrial com o objetivo de integrar sistemas específicos como SCADA, STH, ADAS, DFR, registrador dinâmico de perturbações, entre outros, fornecendo aos usuários o acesso a uma base de dados, em tempo real, replicada desses equipamentos em um ambiente seguro, redundante, de alta performance e disponibilidade através de pontos de acesso fixos, móveis (wireless) e dos PCs da rede corporativa com uma conexão VPN (Virtual Private Network).

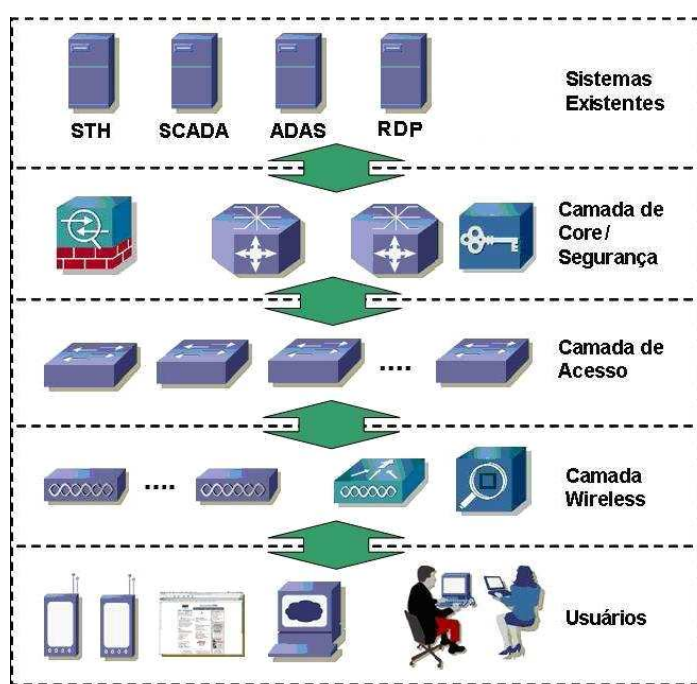


FIGURA 1 – Topologia da Rede SIRI em Camadas

A camada de Core/Segurança é responsável pelo filtro de pacotes, roteamento entre as VLANs, conversão de mídia, roteamento entre domínios, recursos de segurança, “firewall” e tradução de endereços de rede. As camadas de Acesso e Wireless são responsáveis pela interligação dos usuários aos recursos e informações disponibilizadas na rede.

### 1.1. Arquitetura do sistema

O sistema possui uma estrutura hierárquica, com “switches” de acessos localizados nas salas de controle local das unidades geradoras e subestações assim como pontos de acesso “wireless”. No nível hierárquico superior estão localizados os “switches” principais, equipamentos de segurança e os servidores.

O sistema está distribuído nas seguintes áreas conforme mostra a figura 2:

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ  
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

- Cota 135 nas salas de comunicação de 50hz e 60hz;
- Cota 108 nas salas de controles locais das unidades geradoras;
- Cota 124, entre as unidades: 3 e 4, 7 e 8, 12 e 13, 16 e 17;
- Subestação margem direita na sala de comando.
- Sala de equipamentos no 3º piso do edifício de produção.

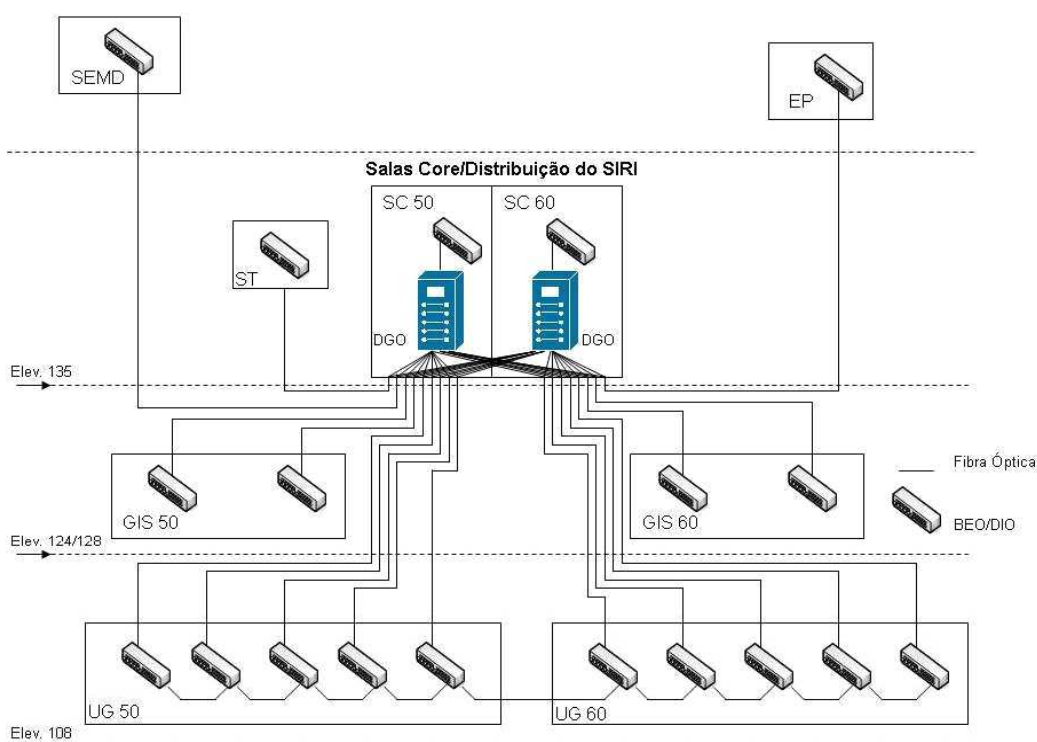


FIGURA 2 – Estrutura Física da Rede SIRI

A interligação dos switches é efetuada através de cabos de fibras ópticas redundantes e com diversidade de espaço. Em todos os cabos de fibras ópticas foram reservados diversos pares visando a conexão de sistemas e equipamentos que exijam uma separação física da rede SIRI ou que necessitem a utilização de “switches” específicos que atendam outras normas, como exemplo a IEC 61850.

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ  
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

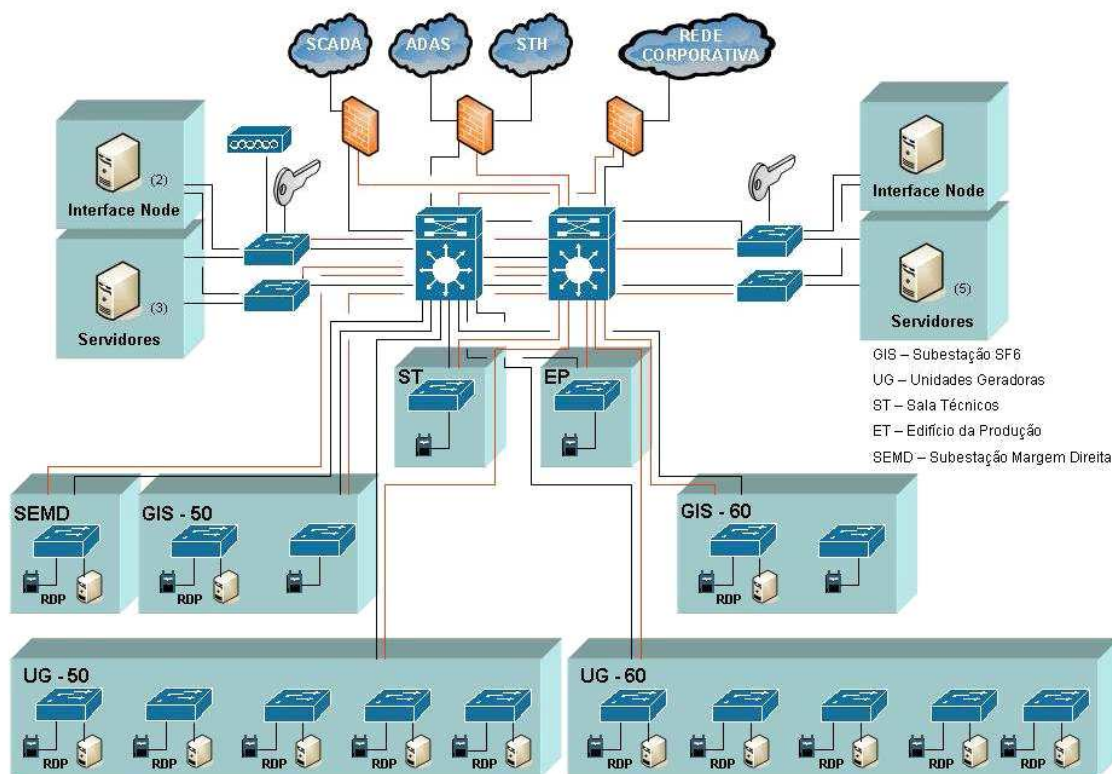


FIGURA 3 – Arquitetura do Sistema

A figura 3 exhibe a arquitetura do sistema com principais elementos de redes e servidores de aplicação os quais serão apresentadas suas funções.

Os servidores são responsáveis pelo armazenamento e gerenciamento dos dados em tempo real, aplicativo para coleta de informações armazenadas nos RDPs e processamento de aplicações futuras.

Os computadores de interface, “interface nodes”, são utilizados como “gateways”, responsáveis pela coleta de dados das fontes em tempo real.

O sistema “wireless” é composto do “wireless controler”, estações de rádio “access points”, e os respectivos acessórios para a interconexão de todas as estações de rádio aos “switches” de acesso.

O equipamento GPS é responsável pela sincronização periódica do sistema e geração do horário padrão do SIRI. Ele fornece sincronismo de tempo para elementos de rede que suportam



**X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ**  
**19, 20 y 21 de setiembre de 2012**

---

protocolo NTP, aos RDPs existentes e para os novos servidores que venham a ser conectados à rede.

Os switches são responsáveis pelo encaminhamento dos pacotes (informações na rede); sua arquitetura foi distribuída conforme o modelo de camadas da Cisco Systems para a otimização do tráfego e seus recursos da rede.

### 1.2. Aspectos de Segurança do Sistema

Também foram implantados diversos mecanismos e níveis de proteção no sistema:

- a. Segurança física: Todos os equipamentos de rede que compõe os níveis de “core” e distribuição estão instalados em salas que possuem controle de acesso físico, evitando que pessoas não autorizadas tenham a possibilidade de alterar ou corromper os elementos de segurança lógica.
- b. Controles de acesso: A segurança aplicada nos acessos vindos da rede corporativa para o SIRI é tratada com alto nível de criticidade, e dispõe de mecanismos tais como, estabelecimento de conexão segura com utilização de criptografia, tunelamento, autenticação, registros de acesso, etc.
- c. Autenticação: O SIRI utiliza base própria de autenticação de usuários.
- d. Detecção de intrusos: O SIRI está equipado com sistema de detecção e prevenção de intrusos, protegendo os servidores e equipamentos críticos em um nível de segurança superior às capacidades de inspeção dos “firewalls”.
- e. Gerenciamento da solução: A execução de modificações no sistema é realizada apenas através de acesso físico aos equipamentos localizados nas salas que possuem acesso monitorado e permitido apenas aos administradores dos equipamentos. O mesmo se aplica aos elementos de acesso distribuídos em salas e “racks” distribuídos ao longo da usina.
- f. Integração com os sistemas existentes: Em termos gerais não são permitidos acesso dos usuários do SIRI às redes dos sistemas existentes. Os dados destes sistemas são exportados a servidores intermediários protegidos dentro da rede SIRI.
- g. Integração com a rede corporativa: A conexão conta com barreiras de “firewall”, exigência de conexão segura e inspeção de tráfego de usuários já autenticados e autorizados.
- h. Usuários internos do SIRI: Acesso físico bloqueado até que o computador ou o usuário seja validado através de autenticação de rede (802.1x).



**X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ  
19, 20 y 21 de setiembre de 2012**

---

## 2. FERRAMENTAS PARA ARMAZENAMENTO, MANIPULAÇÃO E EXIBIÇÃO DE DADOS

Esse capítulo trata do sistema PI (Plant Information) responsável pelo processo de coleta, armazenamento, manipulação e exibição das informações no SIRI.

O primeiro Sistema PI foi lançado em 1985 pela OSIsoft. Com mais de 11.000 Sistemas PI instalados no mundo e escritórios em diversas localidades nos EUA, Europa e Asia, a OSIsoft é a empresa líder mundial no fornecimento de sistemas de informação para a indústria de processos em setores como alimentação, celulose e papel, metais e mineração, energia, petroquímica e química, farmacêutica, transporte, etc.

As diferentes funcionalidades do Sistema PI são oferecidas por três conjuntos de módulos organizados em:

- Módulos servidores
- Módulos clientes
- Interfaces

O módulo principal do sistema chama-se PI Server, ou PI Enterprise Server, que é um conjunto de programas capazes de coletar os dados e armazená-los eficazmente para a consulta posterior. Nele são definidas as variáveis de processo (tags), caracterizadas por seu nome, tipo (numérico, alfanumérico, estados digitais, etc.), span (intervalo de variação), unidade de engenharia, etc.

O PI Server é simultaneamente consultado por dezenas ou centenas de usuários (comumente chamados de clientes) utilizando os módulos clientes do Sistema PI.

Os dados são armazenados no PI Server em sua resolução original durante o intervalo de tempo que se deseja. Ele foi desenvolvido para armazenar volumes muito grandes de informações on-line adquiridas dos diversos sistemas de automação. A coleta dessas informações é realizada através de interfaces do Sistema PI.

### 2.1. Módulos servidores do Sistema PI

O PI-Data Archive, que é o subsistema do Sistema PI responsável pelo armazenamento de dados. O computador onde está instalado o PI Server chama-se PI Home Node. O PI Server da Itaipu foi instalado em plataforma Microsoft Windows 2003 e adquirido na configuração para até 70.000 tags, podem ser ampliado através de aditivo contratual.

O PI-Performance Equations é o módulo que permite a execução de cálculos com os tags, em tempo real, sem a necessidade de conhecimento de qualquer linguagem de programação ou customização.

Através desse módulo podem-se elaborar expressões matemáticas que calculam valores que não podem ser obtidos diretamente, de maneira geral, da planta e/ou de instrumentação, como:



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

---

**X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ**  
**19, 20 y 21 de setiembre de 2012**

---

fluxos compensados, pressões corrigidas em relação à temperatura, totalização da produção, índices de performances, etc.

O PI-Performance Equations ainda permite aos usuários observarem os resultados de, por exemplo, balanços de massa e de energia, como se fossem tags do processo. Uma equação no PI-Performance Equations pode incluir tags, constantes, números, operadores, funções, operadores lógicos e Booleanos e estruturas do tipo “If..then ... else”.

O Sistema PI também permite que cálculos sejam realizados de outras maneiras, por exemplo, em planilhas MS-Excel diretamente. No entanto muitas vezes é necessário e vantajoso executar os cálculos em tempo real, uma vez que os resultados obtidos através dos cálculos podem, ao longo do tempo, indicar tendências. A avaliação dessas tendências pode permitir ao usuário tomar medidas corretivas com maior eficiência.

Além do PI-Performance Equations o PI Totalizer (sub-módulo integrante do PI Server) permite que sejam definidos os parâmetros para a realização de cálculos automáticos, como totalizações diárias, por turno, etc, ou ainda outros cálculos estatísticos, como médias, desvios-padrões, entre outros. Novamente, a utilização do PI Totalizer não requer nenhum tipo de programação. Para se totalizar um valor por dia, é suficiente criar o tag totalizador. Por exemplo: se deseja a “produção diária” deve-se criar um tag e indicar que é um tag totalizador de outro determinado tag (por exemplo: “vazão”).

Já o PI Module Database é o módulo que permite aos usuários organizar seus dados em estruturas hierárquicas chamadas de grupos. Esses grupos podem representar equipamentos ou unidades de processo, operações, ou qualquer outra estrutura hierárquica da planta. As inter-relações entre os grupos também são armazenadas, de modo que o PI Module Database mantenha seu registro histórico.

O RtWebParts é uma ferramenta que em conjunto com o Sharepoint da Microsoft disponibiliza aos nossos usuários as mesmas funcionalidades já disponíveis nos outros módulos clientes do sistema PI, porém em ambiente web, no caso de Itaipu permitindo o acesso a todas as informações via browser pela Intranet através de acesso via wireless diretamente conectada ao SIRI ou via PCs da rede corporativa utilizando uma conexão VPN.

A figura 4 apresenta a página inicial do portal do SIRI.



X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ  
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

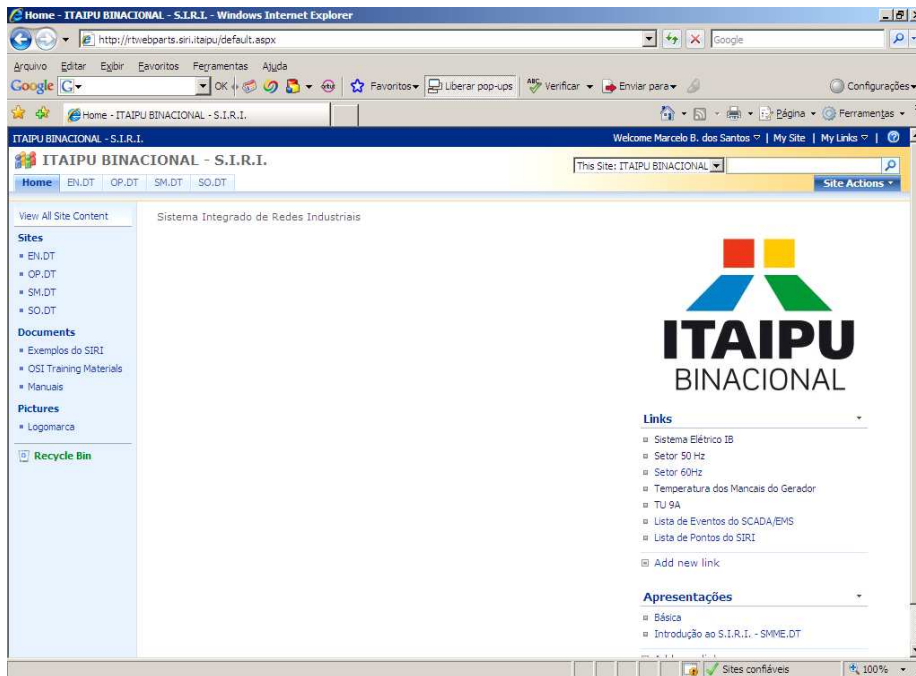


FIGURA 4. Página inicial do SIRI.

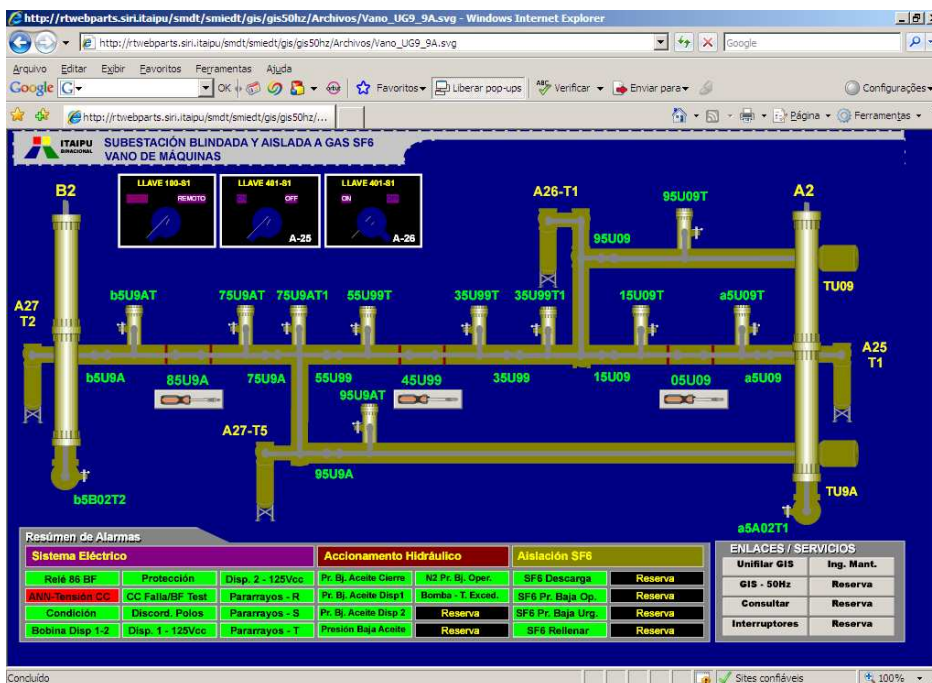


FIGURA 5. Vão entre a unidade 9 e 9A.





Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

---

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ  
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

---

A figura 5 mostra uma página elaborada pela divisão de engenharia de manutenção elétrica (SMIE.DT) e publicada no servidor web do SIRI para monitorar o vão entre as unidades 9 e 9A na subestação blindada isolada a gás (GIS).

## 2.2. Módulos Clientes do Sistema PI.

Os chamados módulos clientes permitem a interface do usuário com o sistema PI. Cada um dos módulos clientes do sistema PI foi concebido com a finalidade de fornecer ao usuário uma ferramenta simples, de fácil utilização que permite a ele recuperar qualquer informação armazenada e elaborar qualquer tipo de relatório ou análise.

O PI ProcessBook permite a visualização dos dados de processos armazenados no sistema PI na forma gráfica e a elaboração de sinópticos de processos, gráficos de tendências, visualização de valores em tempo real e histórico, alarmes, entre outros.

O PI ProcessBook permite ainda o acesso simultâneo a dados armazenados no sistema PI e em outros bancos de dados relacionais (Oracle, MS-SQL, etc) utilizando ODBC. Além disso, o PI ProcessBook traz incorporado MS-VBA, permitindo que programas sejam criados e customizados para atender às necessidades específicas dos usuários. Este módulo cliente é um “ActiveX Control Container” permitindo a utilização de objetos ActiveX.

O PI ProcessBook permite que os dados sejam visualizados em diversos formatos, incluindo gráficos de processo, gráficos de tendências, gráficos estatísticos, tabelas, gráficos de barra, e quaisquer outros objetos, mesmo pertencentes a outras aplicações. Todos os elementos que compõem as telas do PI ProcessBook podem ser dinâmicos visando informar visualmente os estados de alarmes ou as condições de operação da fábrica.

O PI DataLink é um módulo que está incorporado ao MS-Excel, permitindo ao usuário a utilização de todas as ferramentas disponíveis na planilha eletrônica, incluindo a execução de cálculos, sendo uma das principais ferramentas para elaboração de relatórios.

A figura 7 apresenta a tela do Excel onde no menu de tarefas é exibida a opção PI para utilização do PI DataLink.



X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ  
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

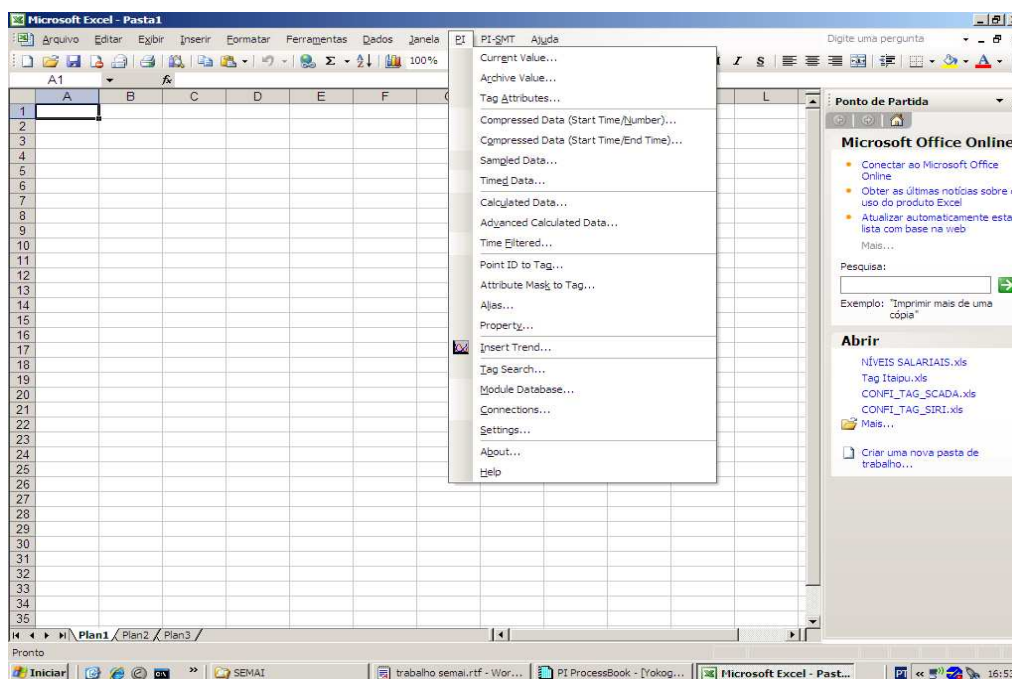


FIGURA 7. Menu PI – PI DataLink

### 3. CONCLUSÃO

O recurso de visualização das informações provenientes dos sistemas de tempo real e o acesso aos servidores do SIRI facilitam e otimizam as atividades de manutenção e operação da usina, trazendo agilidade, redução de custos e segurança uma vez que os usuários passam a ter acesso as informações de até 70000 pontos em tempo real disponíveis nos PCs da rede corporativa ou em notebooks específicos para esse fim.

A utilização de um portal “web” contendo as informações provenientes dos sistemas de tempo real possibilita a uniformização de apresentação dos dados de diferentes fontes, facilitando a criação de telas e associação de informações pelo usuário.



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

**X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ**  
**19, 20 y 21 de setiembre de 2012**

---

#### 4. BIBLIOGRAFIA

FINCO, Eli Marcos; SANCHEZ, Tirso; COELHO, Alberto Rist; CREMA, Luis Antônio; ARANDA Ladislao; Grupo XV – Sistema de Redes Industriais de Itaipu – XX SNPTEE 2009.

Osisoft. Manual do Sistema PI – Disponível em <<http://www.osisoft.com>>. Acesso em 01/05/2009.

Nec do Brasil. SIRI – Sistema Integrado de redes Industriais – Projeto Lógico de Segurança. 2008. IB n.º 6018-60-C9530-P-R0.

Nec do Brasil. SIRI – Sistema Integrado de redes Industriais – Projeto Lógico dos Sistemas Existentes. 2008. IB n.º 6018-60-C9528-P-R0.

Nec do Brasil. SIRI – Sistema Integrado de redes Industriais – Projeto Lógico dos Switches. 2008. IB n.º 6018-60-C9524-P-R0.

Nec do Brasil. SIRI – Sistema Integrado de redes Industriais – Projeto Lógico Wireless. 2008. IB n.º 6018-60-C9531-P-R0.

Nec do Brasil. SIRI– Sistema Integrado de redes Industriais – Workstatement. 2008. IB n.º 6018-60-C9523-P-R0.

FILIPPETTI, Marcos Aurélio. CCNA 4.1 Guia completo de estudos. [Florianópolis]. 2008