
Automatización y control de sistemas de distribución

Especialización Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

Julio 22 de 2016

Medición Inteligente

Sandra Milena Téllez G

Introducción

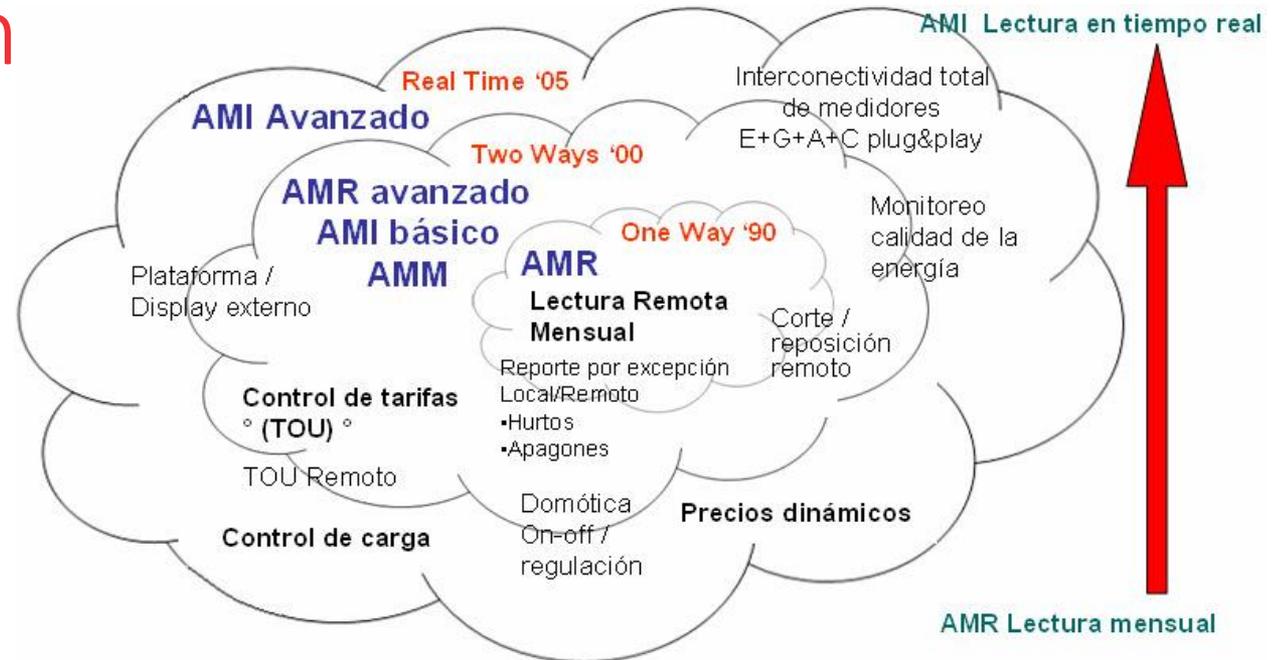
Medidores

son los elementos que permiten registrar y en algunos casos almacenan el valor de la energía activa total consumida. Algunos incluyen dispositivos capaces de guardar eventos particulares orientados a identificar fallas, accesos no autorizados o hurto de energía

En los dispositivos electrónicos la medición y el registro de las variables se realizan por un proceso análogo-digital, utilizando un microprocesador y memorias



Evolución



AMR/AMI

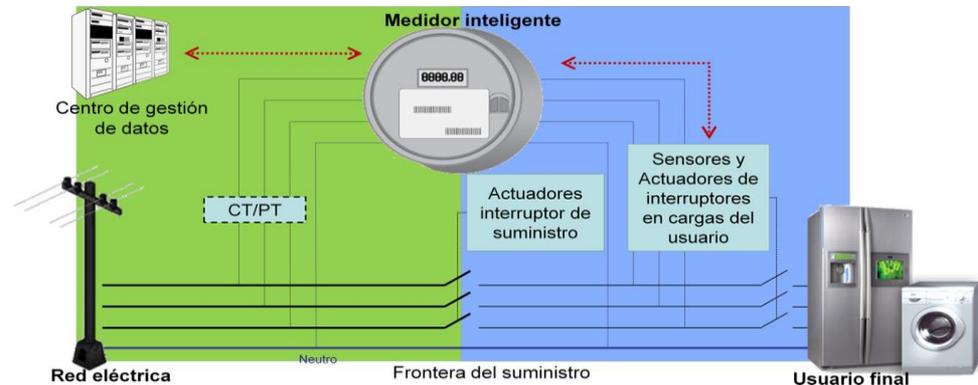
En los 70s, Automated Meter Reader, Walk by System, o la utilización de unidades portátiles HHU (Hand Held Units) o Touch Technology AMR System que recolectan las lecturas cuando un trabajador pasaba caminando en frente del hogar.

En los 80s, Automated Meter Reading, Mobile Meter Reading (MMR) o Drive by System, cuando un móvil cumplía la función de lectura por sectores.

En los años '90 Automatic Meter Reading o llamado Off-site Meter Reading (OMR), para una red de comunicación fija por medio de móviles GSM/GPRS, radiofrecuencias (RF) de corto alcance o por vía alamburada (PLC) con una vía

AMI - AMR

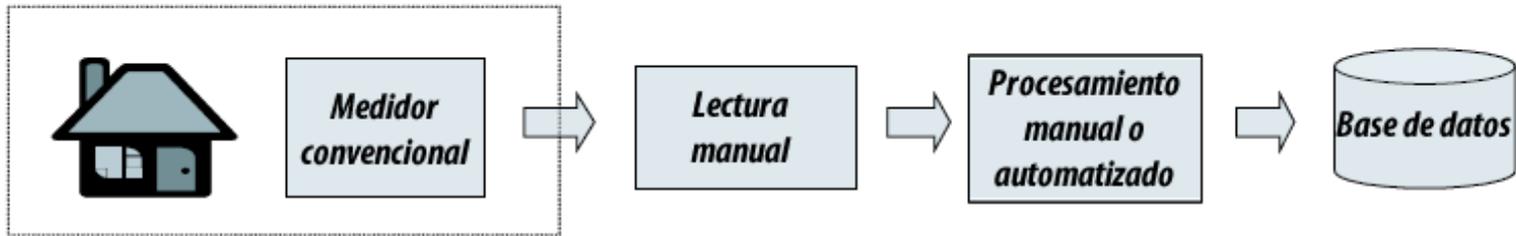
Cuando se habla en medición inteligente a menudo se hace referencia a lectura automática de medidores AMR, o a infraestructuras de medición avanzada AMI.



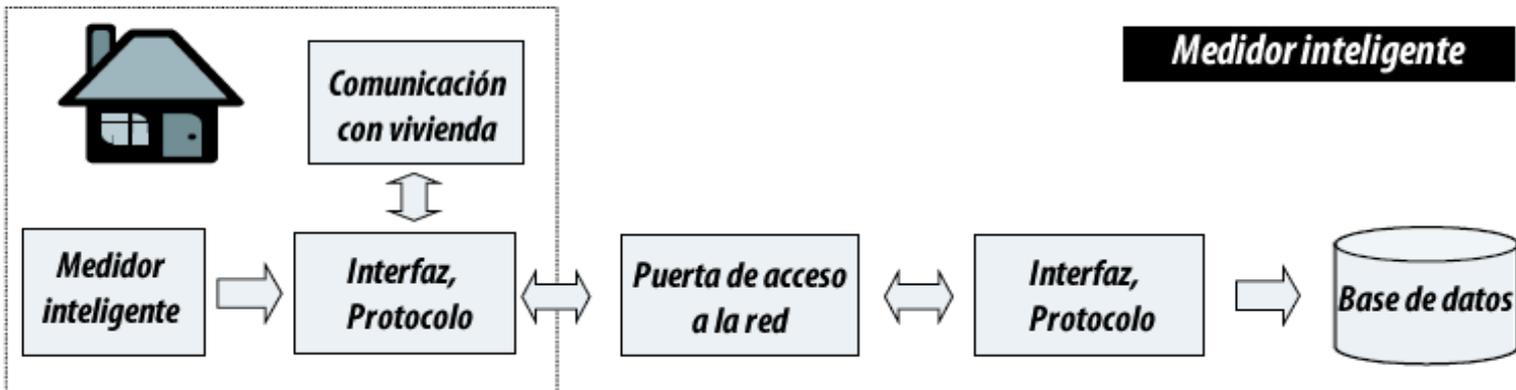
- AMR es la tecnología de la recolección automática de datos de consumo y estado de medidores de agua, gas o electricidad, en la que las visitas del personal de lectura de medidores y se reemplazan por sistemas y equipos en los cuales se recolecta y almacena información para facturación y gestión
- Los sistemas AMR manejan comunicaciones unidireccionales, de manera que cada equipo de medición entrega a un equipo de recolección de datos la información acumulada en un periodo de tiempo dado
- AMI se diferencia de AMR en que funciona en tiempo real, incluye acciones bidireccionales e involucra *hardware* y *software* de comunicaciones, unido con un sistema de gestión y procesamiento de datos. Generalmente tiene opciones de gestión remota conexión y desconexión

Medición

Medidor convencional



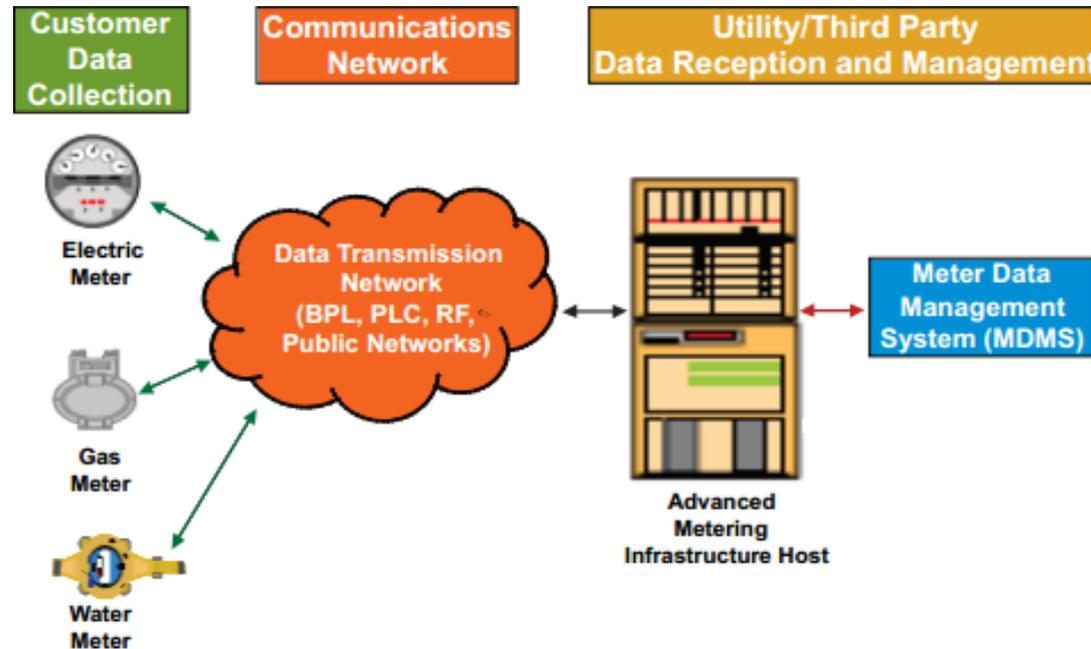
Medidor inteligente



Medición

FERC (Federal Energy Regulatory Commission) define AMI : "... Un sistema de medición que registra el consumo de los clientes (y posiblemente otros parámetros) por hora o con mayor frecuencia y que prevé la transmisión diaria o más frecuente de mediciones sobre una red de comunicación a un punto de recolección central.

AMI incluye el software y el hardware de comunicaciones y el software del sistema de gestión de datos asociado, que crear una red entre los medidores avanzados y sistemas de negocio de la empresa. Esto permite la recolección y distribución de información a los clientes y otras instituciones, además de proporcionarla a la propia empresa"

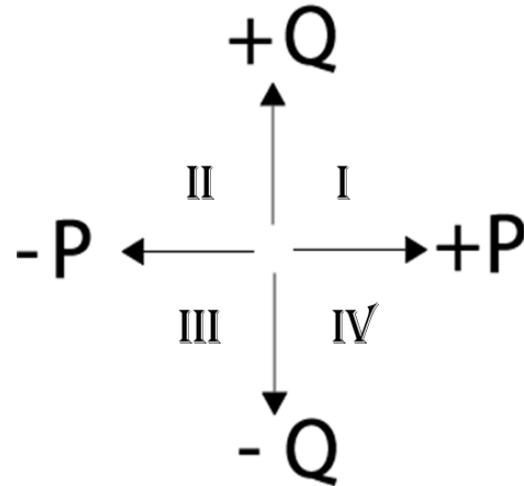


AMI

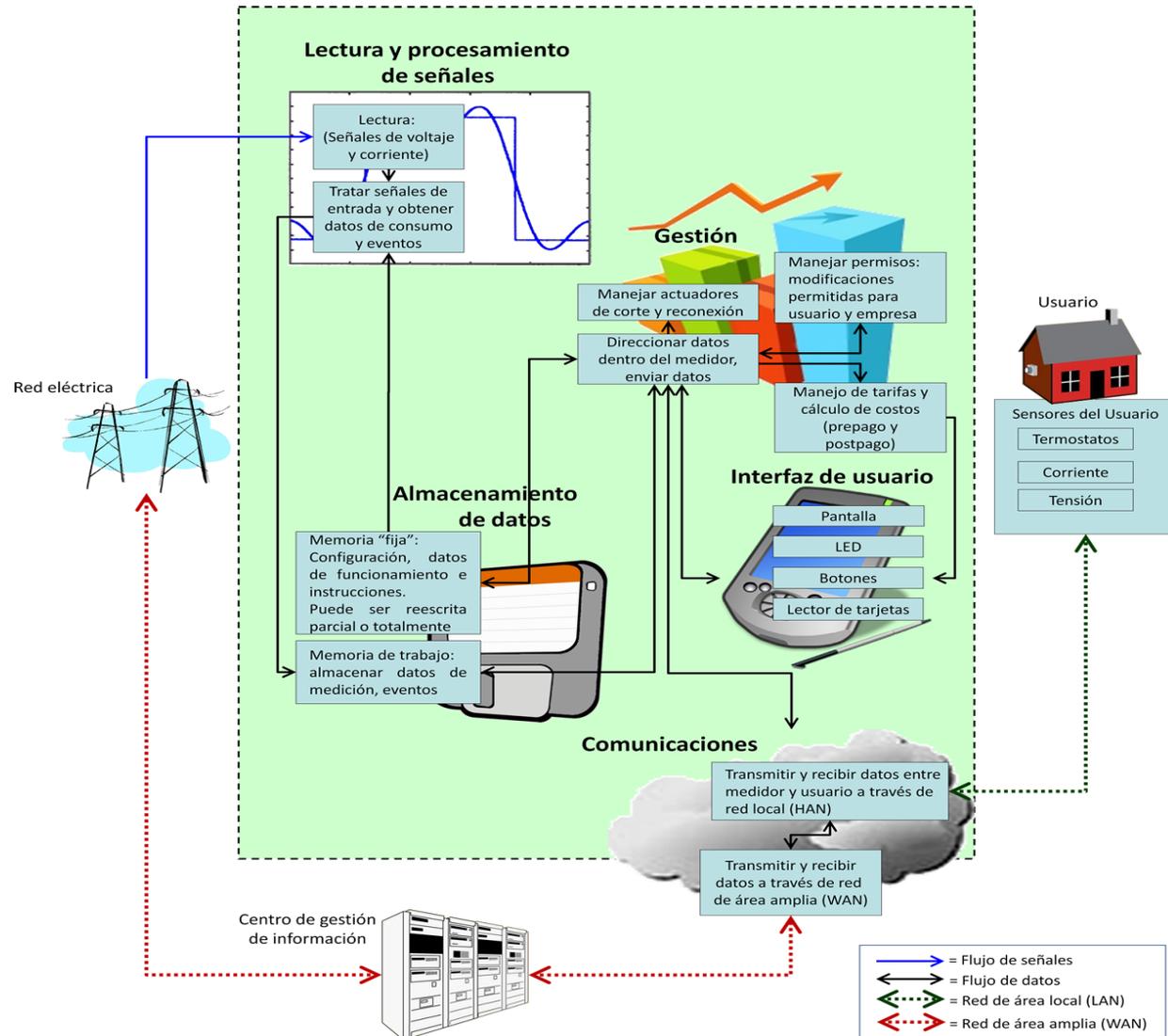
Medición en cuatro cuadrantes

Las potencias activa (P) y reactiva (Q) pueden fluir en dos sentidos ya sea desde la generación hacia la carga o viceversa. Las cuatro potencias componen un sistema de potencias activas y reactivas con sentidos de flujo definidos por los cuadrantes al que pertenecen

- I. P (positiva) es suministrada a la carga Q (inductiva) es también suministrada a la carga.
- II. P (negativa) es recibida por la fuente y Q (inductiva) es también suministrada a la carga.
- III. P (negativa) es recibida por la fuente y Q (capacitiva) es también recibida por la fuente (generada por la carga).
- IV. P (positiva) es suministrada a la carga y Q (capacitiva) es recibida por la fuente (generada por la carga).



Medición Inteligente



Medidores

Consideraciones/Instalación

- Sensor:
- Acondicionamiento
- Transmisión
- Adquisición
- Procesamiento:
- Registro
- Representación
- Alimentación del sistema de medida.

Características

- Exactitud
- Fidelidad
- Repetibilidad
- Reproducibilidad
- Sensibilidad
- Linealidad
- Resolución
- Histéresis
- Error dinámico
- Velocidad de respuesta:



Oportunidades

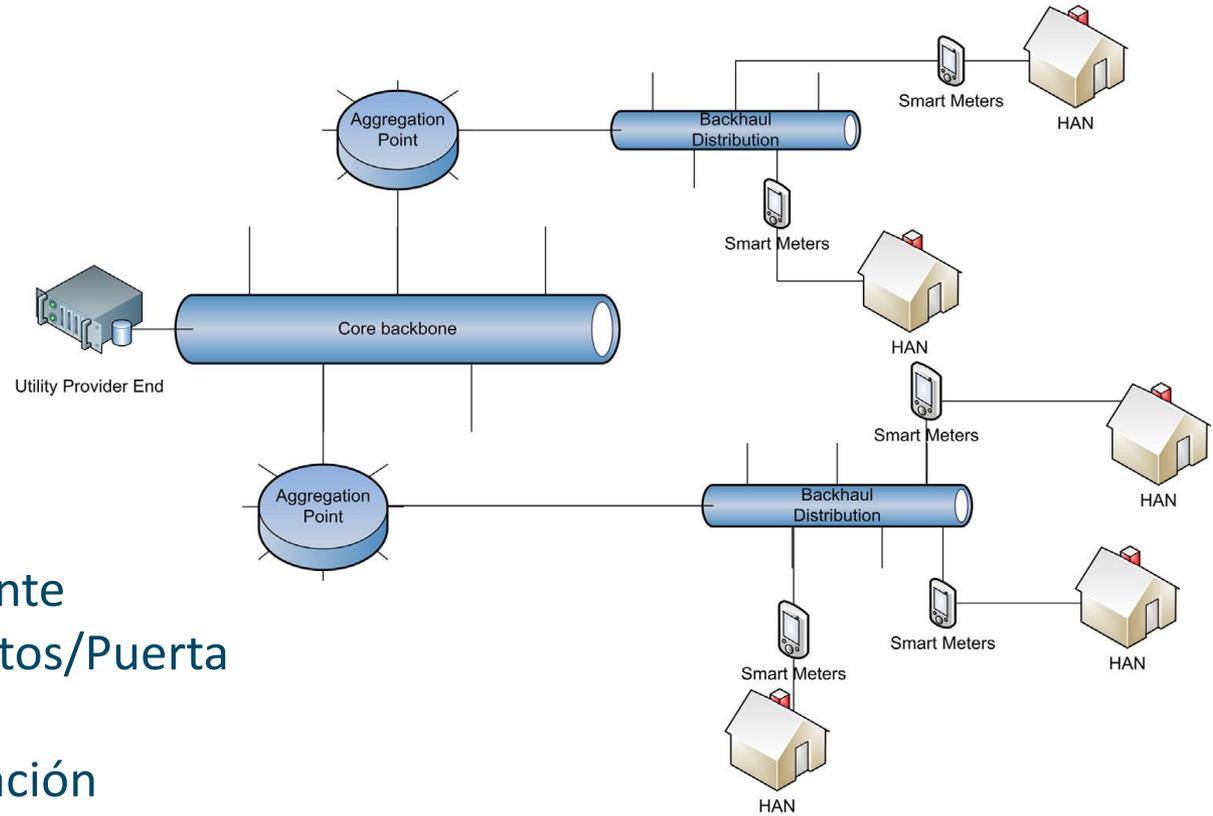


Características AMI

- Infraestructura de comunicaciones integrada que permite casi en tiempo real, intercambios bidireccionales de información y de registros de potencia
- Los dispositivos de medición inteligentes que registran y comunican una información más detallada sobre el uso de energía
- sensores y sistemas de monitorización de toda la red para mantener un control sobre el flujo de energía en el sistema y el rendimiento de los activos de la red
- Controles automáticos que detectan y reparan problemas de red y proporcionan soluciones tipo “autocuración”
- Elementos avanzados (Interruptores y cables) que mejoran el rendimiento de red
- Sistemas de IT con aplicaciones integradas y análisis de datos.



Componentes AMI



- Medidor inteligente
- Concentrador datos/Puerta entrada
- Red de comunicación
- Sistema de gestión

A survey on Advanced Metering Infrastructure
Ramyar Rashed Mohassel, Alan Fung, Farah Mohammadi, Kaamran Raahemifar,
Elsevier, Julio 2014

Concentrador datos

Las funciones varían de acuerdo con el fabricante, siendo las más importantes las siguientes:

- Monitorea el estado y el funcionamiento de los dispositivos. Recolecta y transmite la información de los medidores incluyendo datos del consumo y parámetros eléctricos adicionales.
- Detecta automáticamente los medidores inteligentes durante la instalación.
- Capacidades físicas robustas y resistentes al clima.
- Actualización remota del firmware. Se puede instalar en cualquier punto de la red de distribución.
- Comunicación basada en los protocolos IP ya sea por cable o inalámbrica.
- Comprime los datos para reducir el uso del ancho de banda. Seguridad cifrada de la información para garantizar su privacidad. Mantiene la fecha y hora exacta.
- Soporta programas de respuesta de la demanda.
- Soporta varias tecnologías y medios de comunicación



Red de comunicaciones

Red Inalámbrica (Wireless Network):

habilita la transmisión de datos sin la necesidad de una conexión física, por lo que existe un gran ahorro de todas las conexiones incluyendo el cableado, pero la gran desventaja son los niveles de seguridad.

Red PLC (Power Line Communications):

se refiere a la tecnología que se emplea en las líneas eléctricas convencionales, para permitir la transmisión de señales de radio habilitando la comunicación de datos. permite entre otras aplicaciones el acceso a Internet de banda ancha.

Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (Groupe Special Mobile GSM):

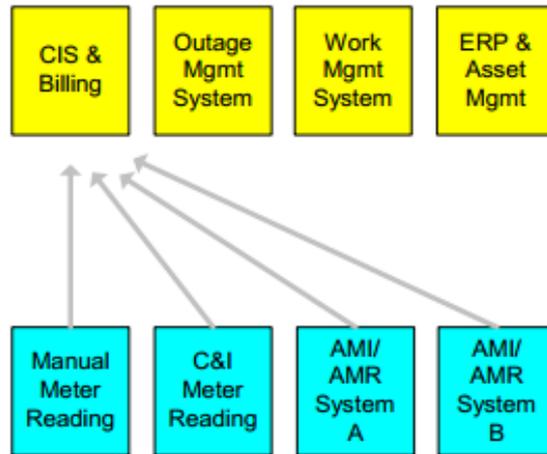
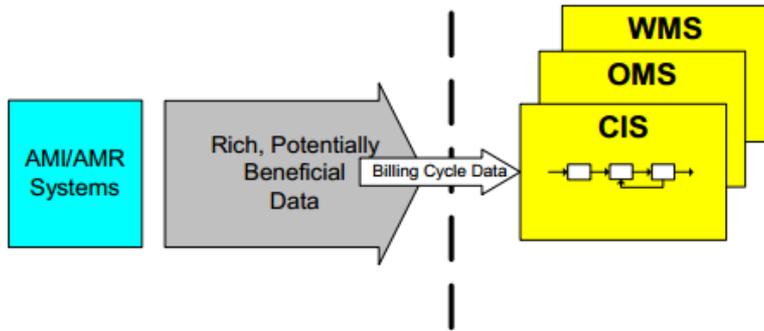
es un sistema estándar, completamente definido, para la comunicación mediante teléfonos móviles que incorporan tecnología digital". La red GSM se usa para la transmisión de datos AMI en empresas de servicios que no disponen de su propia infraestructura de comunicación.

Red Backhaul (red de retorno):

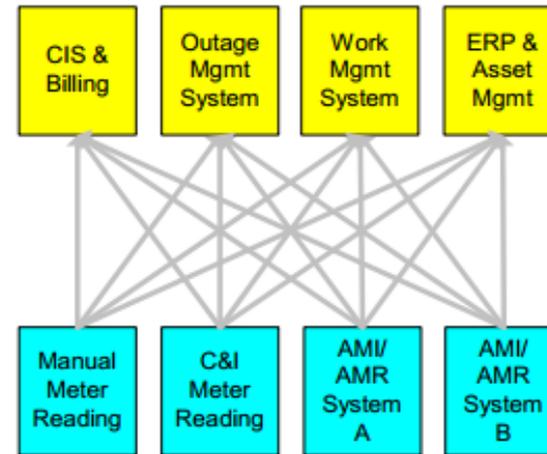
permite la conexión entre los equipos de telecomunicaciones encargados de realizar el tráfico de información. La red de retorno interconecta redes entre sí (parte fundamental de un sistema de telecomunicaciones)



Integración – Sistemas existentes



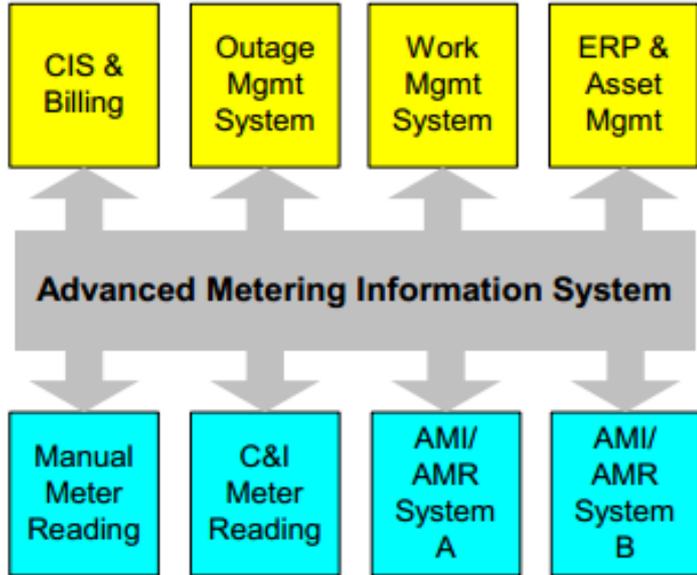
Traditional meter usage data aggregation solution



Integration to realize full benefits



Integración – Sistemas existentes



CIS	Customer Information System
OMS	Outage Management System
DMS	Distribution Management System
EMS	Energy Management System
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
GIS	Geographic Information Systems
WMS	Work management system
ERP	Enterprise resource planning

AMIS Links AMI/AMR Systems to Utility Applications

https://www.smartgrid.gov/sites/default/files/doc/files/Executive_Brief_Advanced_Metering_Information_Systems_200412.pdf

Aplicativos

Facturación

Se gestiona la base de datos del cliente: búsqueda y en comunicación al MDMS permite cargar la información del cliente. Esta plataforma debe tener la posibilidad de gestionar la carga corte y reposición .

CIS Customer Information System

Plataforma en línea con el cliente. Permite actualizar el consumo quincenal del cliente a través de la red de datos. En caso que el cliente tenga acceso de lectura, se debe configurar con password y codificación de la información.

OMS Outage Management System

Es un sistema en el cual, ante un evento (ej: salida de un transformador de distribución, o la pérdida de una línea) entrega reportes por excepción, en algunos casos en tiempo real.

DMS Distribution Management System

En esta plataforma se monitorea la calidad del servicio, se analizan los datos alarmas, además se realiza la su medición o seguimiento de clientes seleccionados



Aplicativos

AMI respecto de :

EMS Energy Management System

Esta plataforma integra información relevante para el análisis del sistema de AT/MT. Contiene información del perfil horario de los transformadores, el estado operativo de los equipos de la red eléctrica y el perfil de carga de clientes seleccionados.

SCADA Supervisory Control And Data Acquisition

Interactúa con esta plataforma para gestionar la entrega de la información de AT/MT para el sistema de control centralizado.

GIS Geographic Information Systems

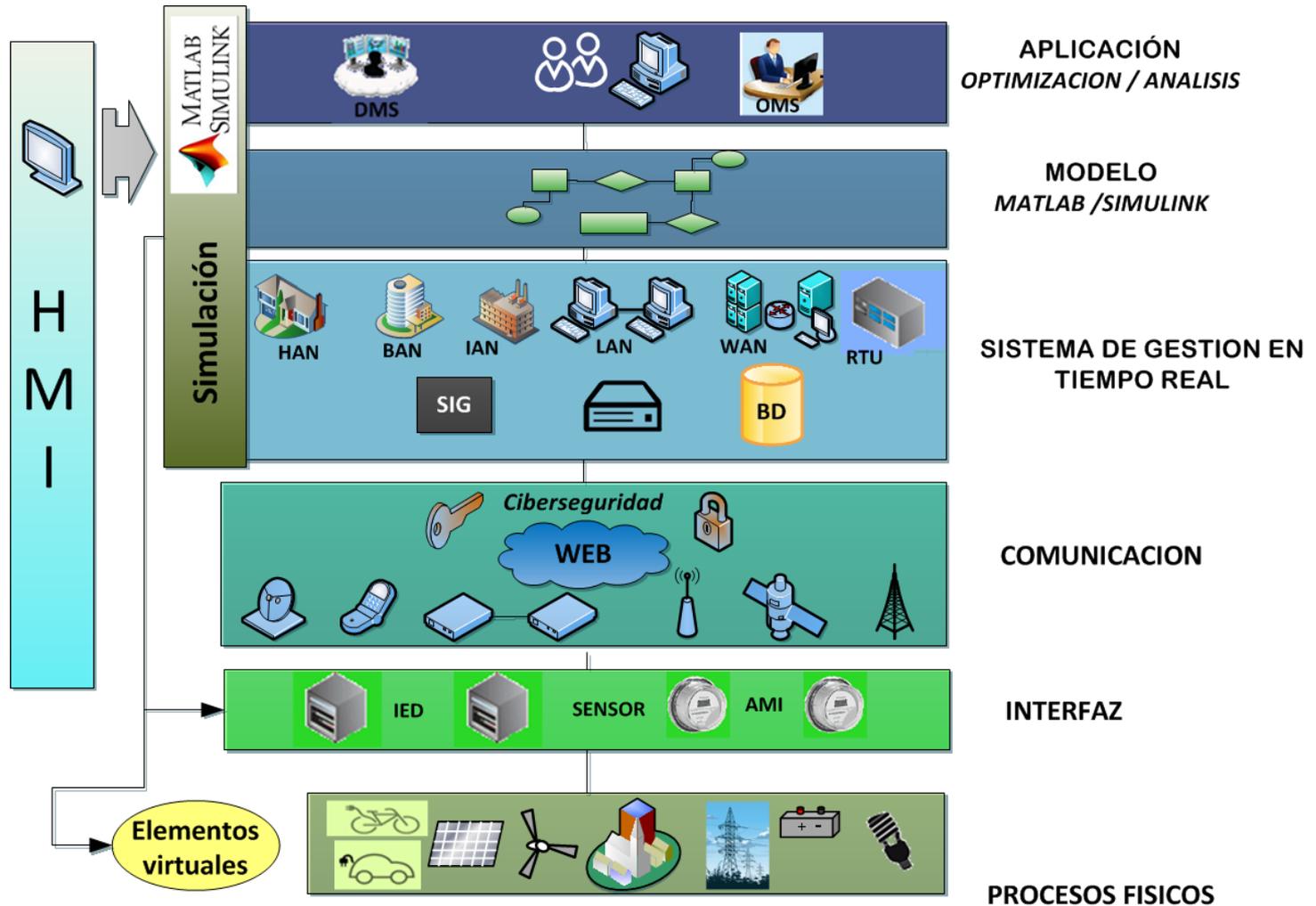
Entrega información relevante para ubicar equipos o problemas en la red, como la visualización zonas con falla del servicio.



Laboratorio Redes Inteligentes (LAB+i)

UN –Bogotá

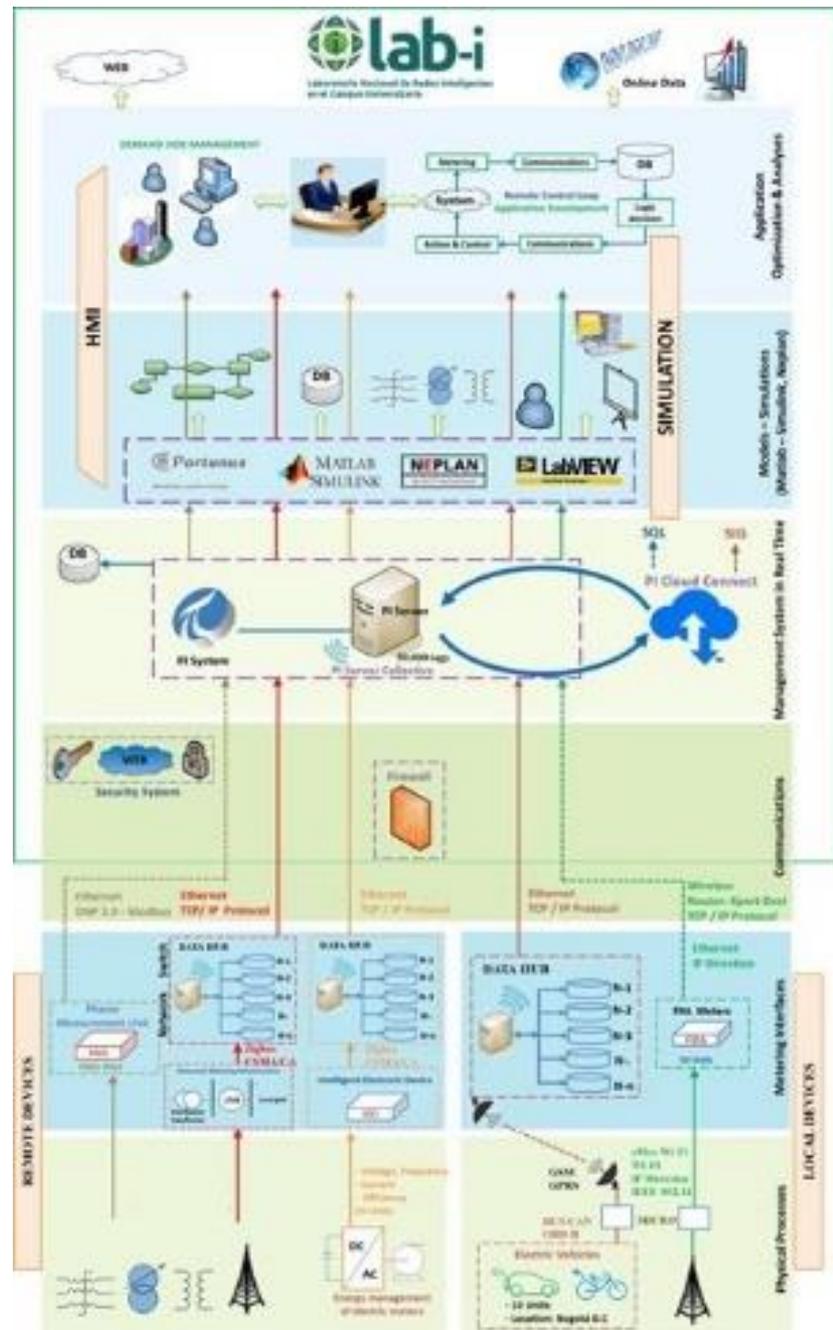
Grupo EM&D



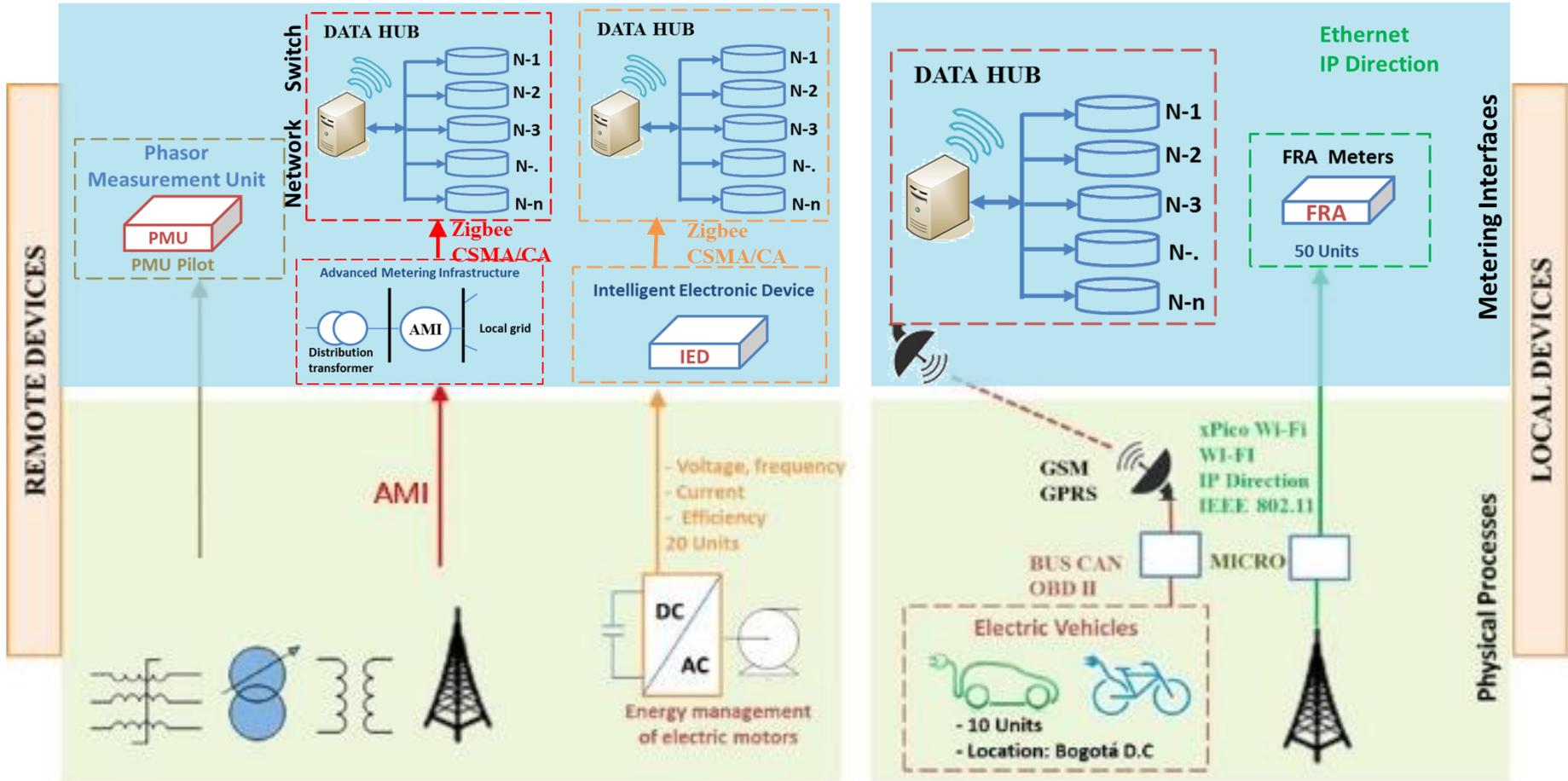
Plataforma LAB+i

- AMIs
- PMUs
- Generación con recursos renovables
- Pruebas FRA
- Gestión de energía motores eléctricos
- Supervisión de EVs

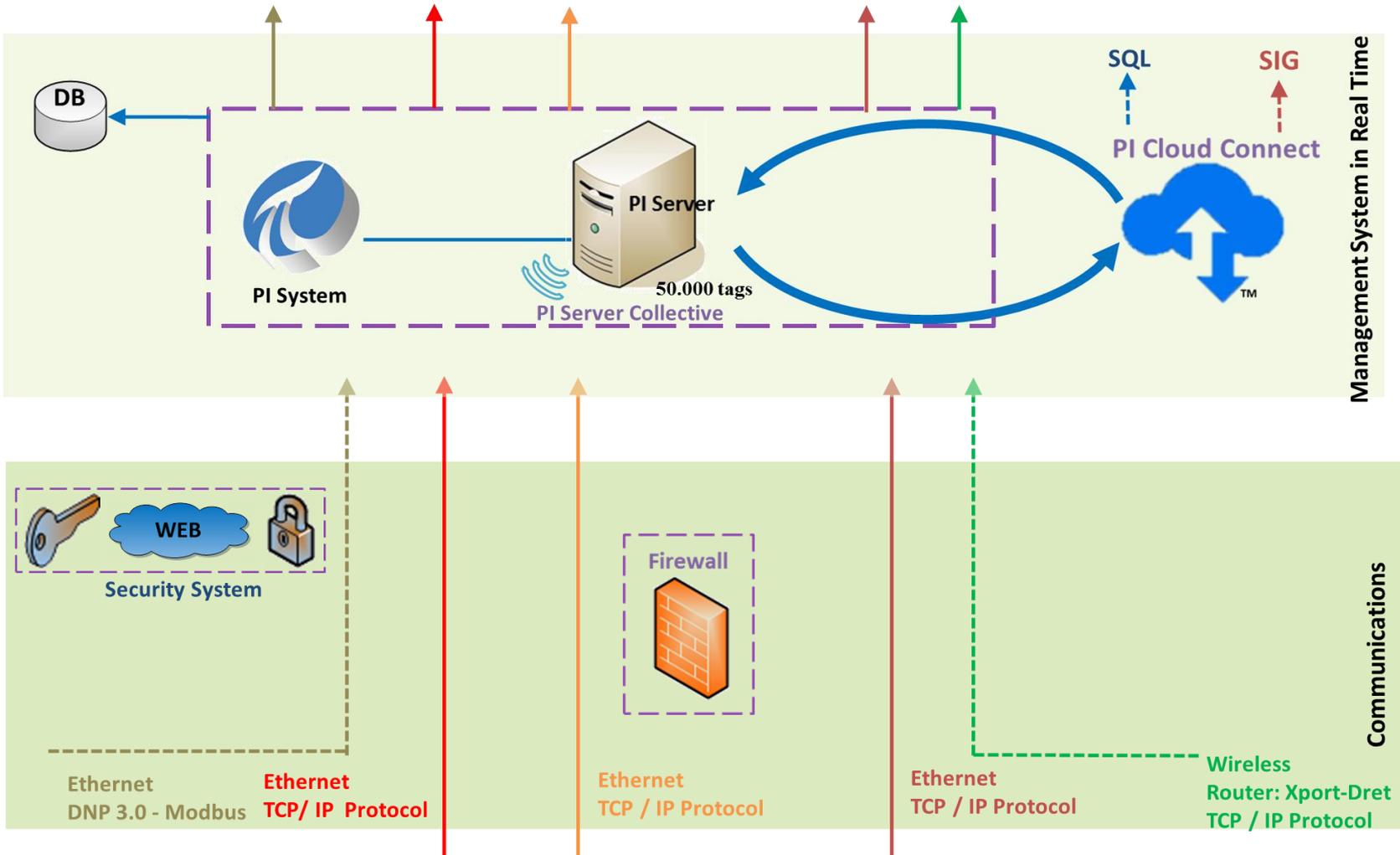
Integración de pilotos
a LAB+i



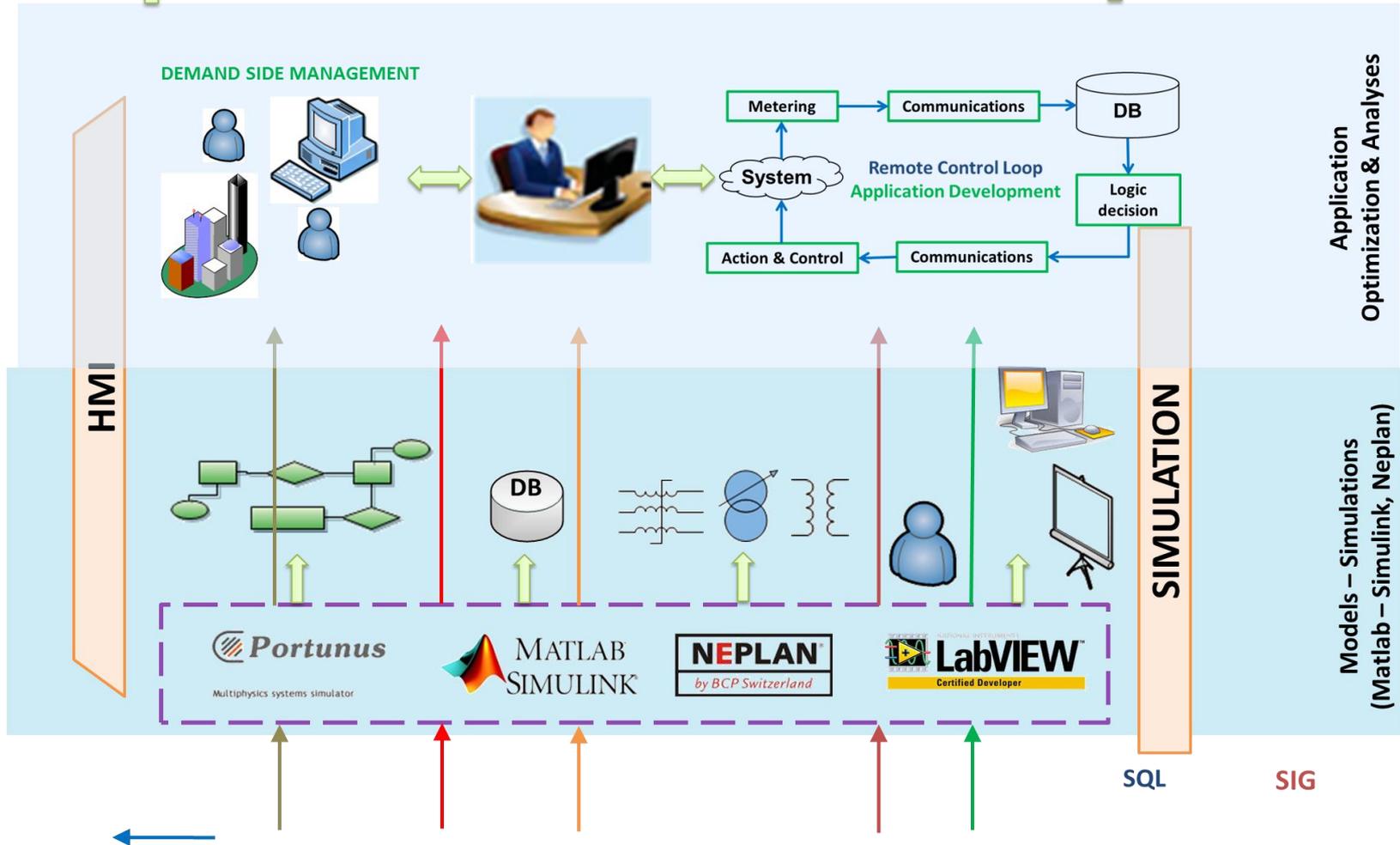
Plataforma Integral LAB+i



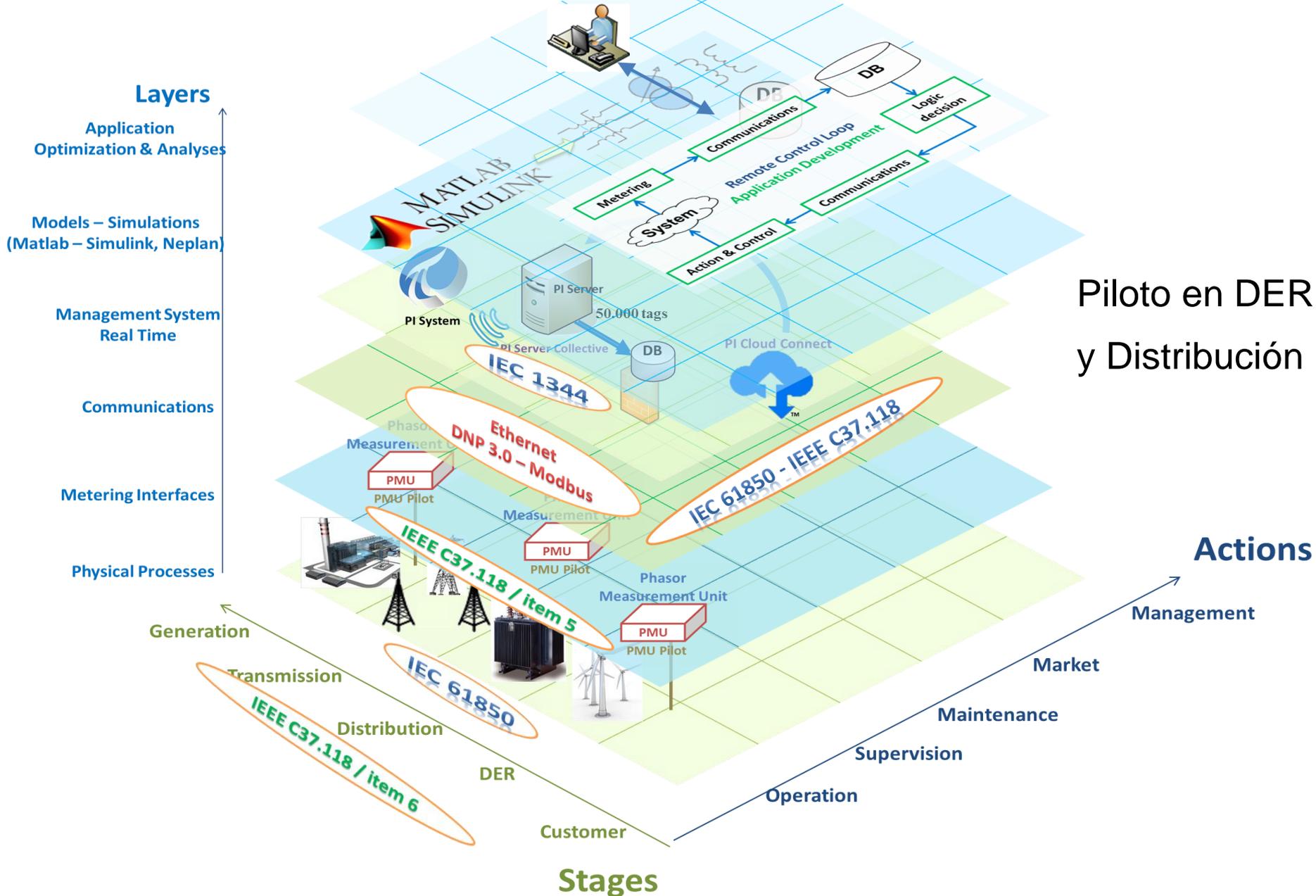
Plataforma Integral LAB+i



Plataforma Integral LAB+i



Plataforma Integral LAB+i



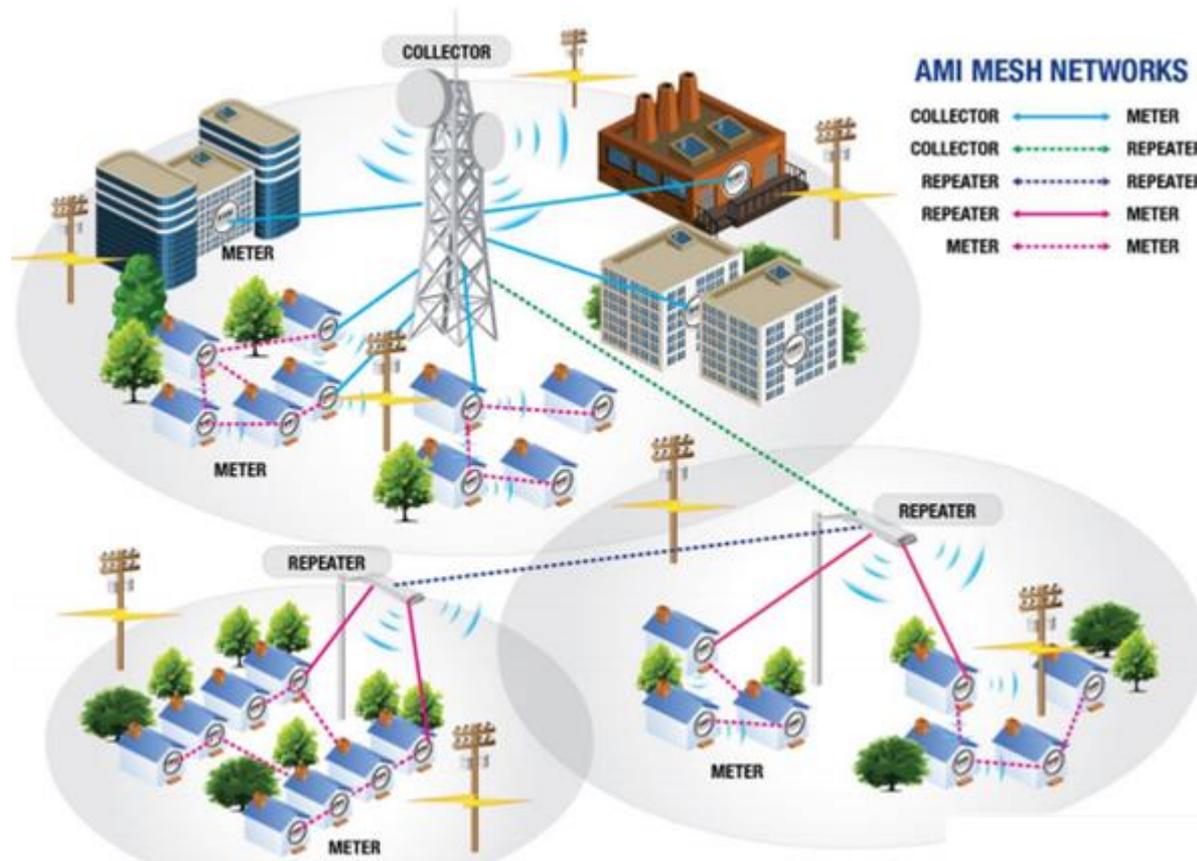
Comparación Medidores

Función/Equipo		Básico	Prepago	Multitarifa	Inteligente básico	Inteligente avanzado
PARÁMETROS						
Energía						
+ activa [KWh] directa		✓✓	✓	✓	✓	✓
+ activa [KWh] inversa		-	☑	✓	✓	✓
+ reactiva [KVAR] (4 cuadrantes)		-	☑	☑	✓	✓
Medida en tiempo real	R	-	-	-	✓	✓✓
FUNCIONALIDADES						
Alarma de hurto	L	✓✓	✓	✓		
	R	-	-	-	✓	✓
Prepago de energía	L	-	✓✓	☑		
	R	-	-	-	✓	✓
Tiempo de Uso (TOU)	L	-	-	✓✓		
	R	-	-	-	✓✓	✓✓
Corte y reposición	R	-	-	-	✓	✓
Actualización de software	L	-	☑	☑	✓	
	R	-	-	-	☑	✓✓
Detección de apagones	R	-	-	-	✓	✓✓
Tarifas dinámicas (on-line)	R	-	-	-	-	✓✓
Control de carga	R	-	-	-	-	✓✓

Notación:

- ✓✓ Funcionalidad Principal,
- ✓ Incorporado
- Incorporado o NO incorporado dependiendo del modelo de medidor
- ☑ Sin funcionalidad a menos que se integre otro dispositivo
- L Comunicación Local, R Comunicación Remota

Arquitectura base AMI



https://www.smartgrid.gov/sites/default/files/doc/files/Smart_Planning_for_Smart_Grid_AMI_Mesh_Networks_201109.pdf



AMI – Funcionalidades 1

- almacenamiento y transmisión de información, a un centro de gestión de datos
- conexión y desconexión del suministro local y remota
- configuración remota de software o parámetros de funcionamiento: como tarifas, intervalos de tiempo, algoritmos de cálculo, etc., actualizaciones
- control de carga: consiste en la conexión y desconexión de equipos respondiendo a una programación, orden, o el sobrepaso de un valor límite, (p. ej. corriente máxima, equipos específicos)
- detección de fraude: la activación de señales de alarma y registro en caso de detección de condiciones extrañas o acciones de intrusos
- detección de pérdida de suministro y registro de fallas
- interacción con las aplicaciones del usuario para habilitar la gestión de carga.
- Agrupación de servicios de medida de electricidad, agua, gas y calor (multi-utility).



AMI – Funcionalidades 2

- sincronización horaria, manejo de reloj sincronizado con el resto del sistema necesario para manejar horas y fechas que se utilizan al registrar eventos y cuando las tarifas están determinadas por parámetros temporales.
- medición de energía importada o exportada, que permite la integración de generación distribuida al sistema medición neta
- metrología, consistente en el registro de parámetros de consumo de electricidad tensión, corriente, potencia activa, etc.
- monitoreo de calidad de energía factor de potencia, armónicos, sags, etc.
- registro de eventos, consiste en el manejo de archivos con información de sucesos y tiempos
- auto-registro del medidor por parte del sistema, similar a las tecnologías plug-and-play, el sistema está en capacidad de detectar la conexión de un nuevo elemento.



Sistema de Gestión - AMI

- Automatización de registros
- Lecturas tensión, corriente y frecuencia prácticamente en tiempo real
- Control remoto sobre el suministro corte y habilitación
- Seguridad en el transporte y manejo de la información
- Comunicación bidireccional con los terminales
- Gestión remota de la información
- Información de los consumos prácticamente en tiempo real
- Permite la gestión de la oferta y la demanda del servicio
- Disponibilidad de tarifas por bandas horarias y feriados
- Diferentes perfiles de usuarios y de tarifas
- Flexibilidad para ampliar cartera de productos a ofrecer
- Reportes y gráficos para análisis comercial o técnico (operación y fallas)



Medidores Inteligentes

	Funciones
Almacenamiento de datos	Almacenamiento de registros de consumo y eventos
Comunicaciones	Protocolos y tecnologías de comunicaciones necesarios para el funcionamiento de las funciones remotas y de control: DLC, HAN, PLC, M-Bus, GSM/GPRS, infrarrojo, RS232, RS485, TCP/IP, UMTS, ZigBee.
Gestión	Funciones remotas, manejo de tarifas, control de carga, lecturas a petición, prepago, medición de múltiples servicios, precios en tiempo real.
Interfaz de usuario	Alternativas presentadas al usuario para que éste acceda a los registros: visualizador LCD, construcción de gráficos, teclados, portales web con protección de contraseña, leds y mensajes de reporte en teléfonos móviles o correo electrónico.
Lectura y procesamiento de datos	Obtención de datos de consumo y eventos a partir del tratamiento de las señales recibidas el medidor: calidad del voltaje, corriente, potencias activas, reactivas y aparentes, valores instantáneos y promedios, frecuencia, pérdida de suministro, detección de fraude, calidad de energía, etc.



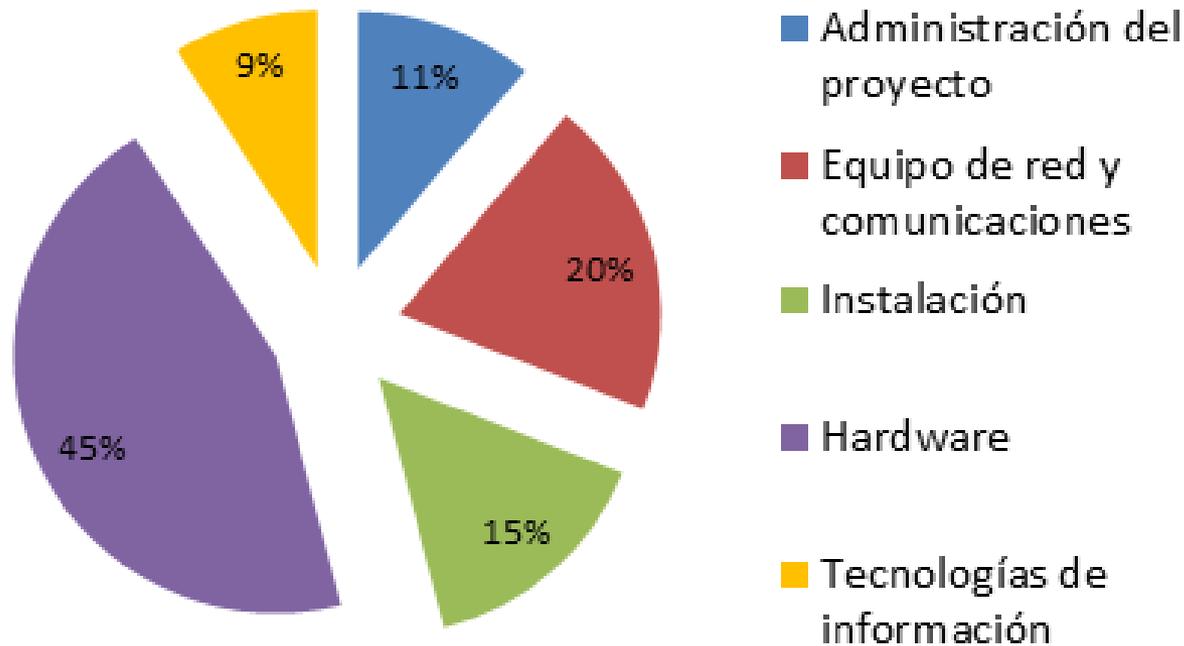
Beneficios AMI

Entre los beneficios que ofrecen los medidores inteligentes están:

- Lecturas automáticas locales y remotas .
- Desconexión y reconexión remota de clientes.
- Limitación remota de la potencia de suministro.
- Permiten la detección de robo hurto de energía.
- Información para optimización de redes y disminución de pérdidas técnicas.
- Consumidores disponen de mayor información sobre su consumo.
- Habilitan a los consumidores para responder ante estímulos de precio u otros incentivos.
- Permiten la incorporación de micro-generación o generación distribuida.



Costos - Medición inteligente



<http://www.ferc.gov/eventcalendar/Files/20070423091846-EPRI%20-%20Advanced%20Metering.pdf>



Normas IEC

Norma	Título
IEC 62056-61	Medición de electricidad, intercambio de datos de medición, tarifa y control de carga.
IEC 62052-11	Equipo de medición de electricidad AC , Requisitos generales, ensayos y condiciones de ensayo
IEC 62053-23	Equipo de medición de electricidad AC , medidores estáticos de energía reactiva
IEC 62056-21	Medición de electricidad, intercambio de datos de medición, tarifa y control de carga.–Intercambio local de datos
IEC 62052-21	Equipo de medición de electricidad AC , requerimientos generales, pruebas y condiciones. Equipo de tarifa y control de carga

Lista completa de normas IEC en :
<http://www.iec.ch/smartgrid/standards/>



Norma Técnica Colombiana

NORMA TÉCNICA
COLOMBIANA

NTC
2147

2003-11-26

EQUIPOS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA (C.A.). REQUISITOS PARTICULARES.
MEDIDORES ESTÁTICOS DE ENERGÍA ACTIVA
(CLASES 0,2 S Y 0,5 S)

Esta norma debe ser utilizada con las partes relevantes de las series IEC 62052, IEC 62053 e IEC 62059, Equipos de Medición de Energía Eléctrica:

NTC 5226:2003 (IEC 62052-11:2003)	Equipos de medición de energía eléctrica (c.a). Requisitos generales, ensayos y condiciones de ensayo
NTC 2288: 2003 (IEC 62053-11:2003)	Equipos de medición de energía eléctrica (c.a.). Requisitos particulares. Medidores electromecánicos de energía activa (Clases 0,5, 1 y 2)
NTC 4052: 2003 (IEC 62053-21:2003)	Equipos de medición de energía eléctrica (c.a.). Requisitos particulares. Medidores estáticos de energía activa (Clases 1 y 2)
NTC 4569: 2003 (IEC 62053-23:2003)	Equipos de medición de energía eléctrica (c.a.). Requisitos particulares. Medidores estáticos de energía reactiva (clases 2 y 3)
NTC 4688: 1999 (IEC 62053-31:1998)	Equipo para medidores de electricidad - ca -. Requisitos particulares. Dispositivos de salida de pulsos para medidores electromecánicos y electrónicos - solamente dos hilos.
NTC 4649: 1999 (IEC 62053-61:1998)	Equipo para medidores de energía eléctrica -c.a- Requisitos particulares. Requisitos de tensión y consumo de potencia.
IEC 62059-11:2002	Electricity Metering Equipment (a.c.) - Dependability - Part 11: General Concepts
IEC 62059-21:2002	Electricity metering equipment (a.c.) - Dependability - Part 21: Collection of Meter Dependability Data from the Field

Esta es una norma para los ensayos tipo de medidores de energía eléctrica. Cubre los requisitos particulares para medidores que están siendo utilizados para aplicaciones interiores. La Norma no aplica a implementaciones especiales (tales como partes de medición y/o displays en cajas separadas).

Medios de comunicación

- Power Line Carrier PLC .
- Broadband over Power Lines BPL .
- Copper or optical fiber.
- Cellular.
- WiMax.
- Bluetooth.
- General Packet Radio Service GPRS .
- Internet.
- Satellite.
- Peer-to-Peer.
- Zigbee.



Tarificación / Ajustes Medidor

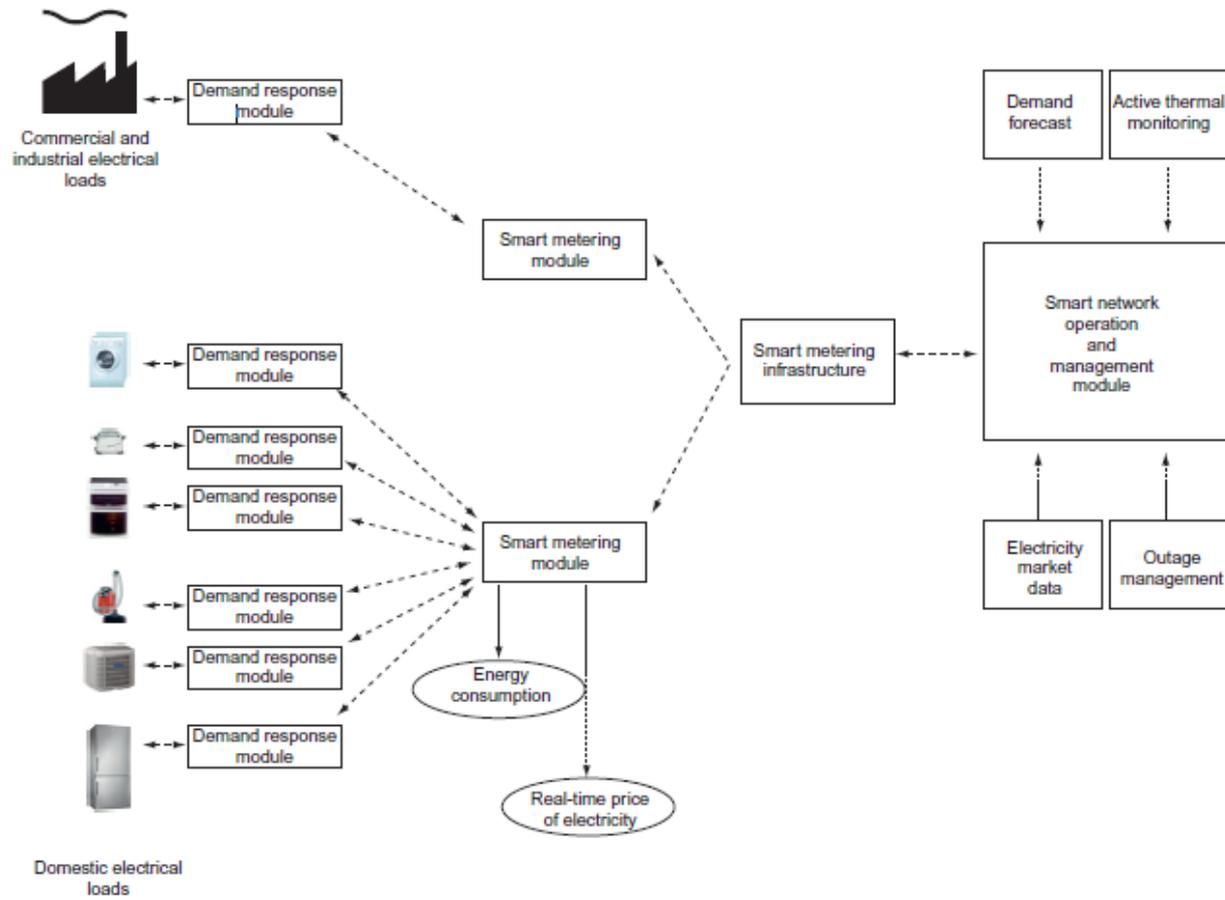
Programas basados en el tiempo son:

Precios TOU Tiempo de uso - normalmente se aplica al uso en bloques de horas

- Precios en tiempo real RTP - Las tasas de fijación de precios en general se aplican al uso sobre una base horaria
- Peak Pricing Variable VPP - un híbrido de tiempo de uso y precios en tiempo real
- Precios de alta Críticos CPP - cuando las empresas observan o prevén alzas al por mayor en los precios del mercado o se presentan condiciones de emergencia del sistema eléctrico
- Descuentos máximos críticos CPR - el precio de la electricidad durante periodos críticos es alto, pero el cliente es devuelto a un único valor predeterminado para cualquier reducción en el consumo con respecto a lo que considera la Empresa se esperaba que el cliente a consumir.



Habilitación DR



AMI - Mejores prácticas

Para el diseño de una red AMI se den considerar los aspectos siguientes:

- Entender los objetivos/ alcance de la empresa con AMI
- Definición de las limitaciones de diseño de los equipos del proveedor de AMI (confiabilidad, redundancia, ancho de banda y el presupuesto)
- Instalación piloto, pruebas de campo, y la exploración de la infraestructura
- AMI dentro de software de la Empresa (access networks and backhaul networks)
- Implementación, Pruebas y Post-Diseño - Optimización



Smart Grid Investment Grant SGIG program

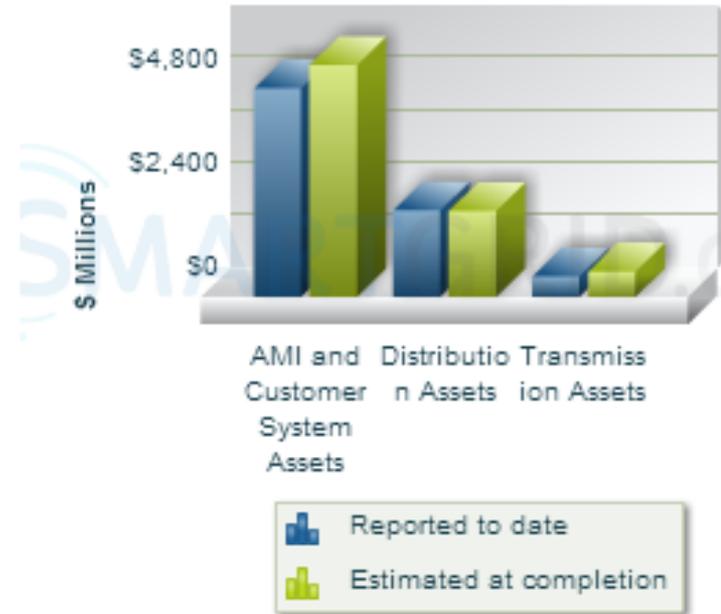
SGIG Customers with Smart Meters Enrolled in Pricing Programs Deployed as of June 30, 2014



** Number of entities reported: 28

Updated on September 16, 2014

Total Investments Deployed as of June 30, 2014



* Investments include both federal and recipients' cost-share monies

** Number of entities reported: 116

** Dollar figures are the total project cost, government and utility funded.

Updated on September 16, 2014



Gracias

Especialización Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

Julio 22 de 2016
