

Escuela de Ingenierías Eléctrica,
Electrónica
y de Telecomunicaciones

Prof. Gabriel Ordóñez Plata

gaby@uis.edu.co

Prof. César A. Duarte G.

cedagua@uis.edu.co

Especialización en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica
Junio de 2015

Sistemas DAS o ADA



Agenda:

- **Definiciones**
- Pirámide de la Automatización
- Desarrollo de un proyecto de Automatización
- Integración con la empresa
- Funciones de la Automatización
- Arquitecturas de control

Definiciones



CONSTRUIAMOS FUTURO

EPRI

Es la automatización digital integrada de subestaciones y alimentadores, es decir, un sistema integrado que proporciona control digital, protección y funciones de supervisión para S/E y alimentadores de distribución.

IEEE/IEE

Es un sistema que habilita una empresa de energía eléctrica para supervisar, operar, y coordinar los componentes del sistema de distribución en tiempo real desde ubicaciones remotas.

Definiciones



CONSTRUIMOS FUTURO

Kendrew

Sistema experto diseñado para operar y coordinar automáticamente el uso de todos los componentes de una empresa de distribución en tiempo real.

Watson & Higgins

Es el resultado de la penetración de tecnología de información en la red del sistema de potencia, y básicamente consiste en esquemas de supervisión y de extensión del telecontrol, apoyados por sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).

<http://www.youtube.com/watch?v=ub2gC2k91DU>

Introducción a los DASs



CONSTRUIMOS FUTURO

Agenda:

- Definiciones
- **Pirámide de la Automatización**
- Desarrollo de un proyecto de Automatización
- Integración con la empresa
- Funciones de la Automatización
- Arquitecturas de control

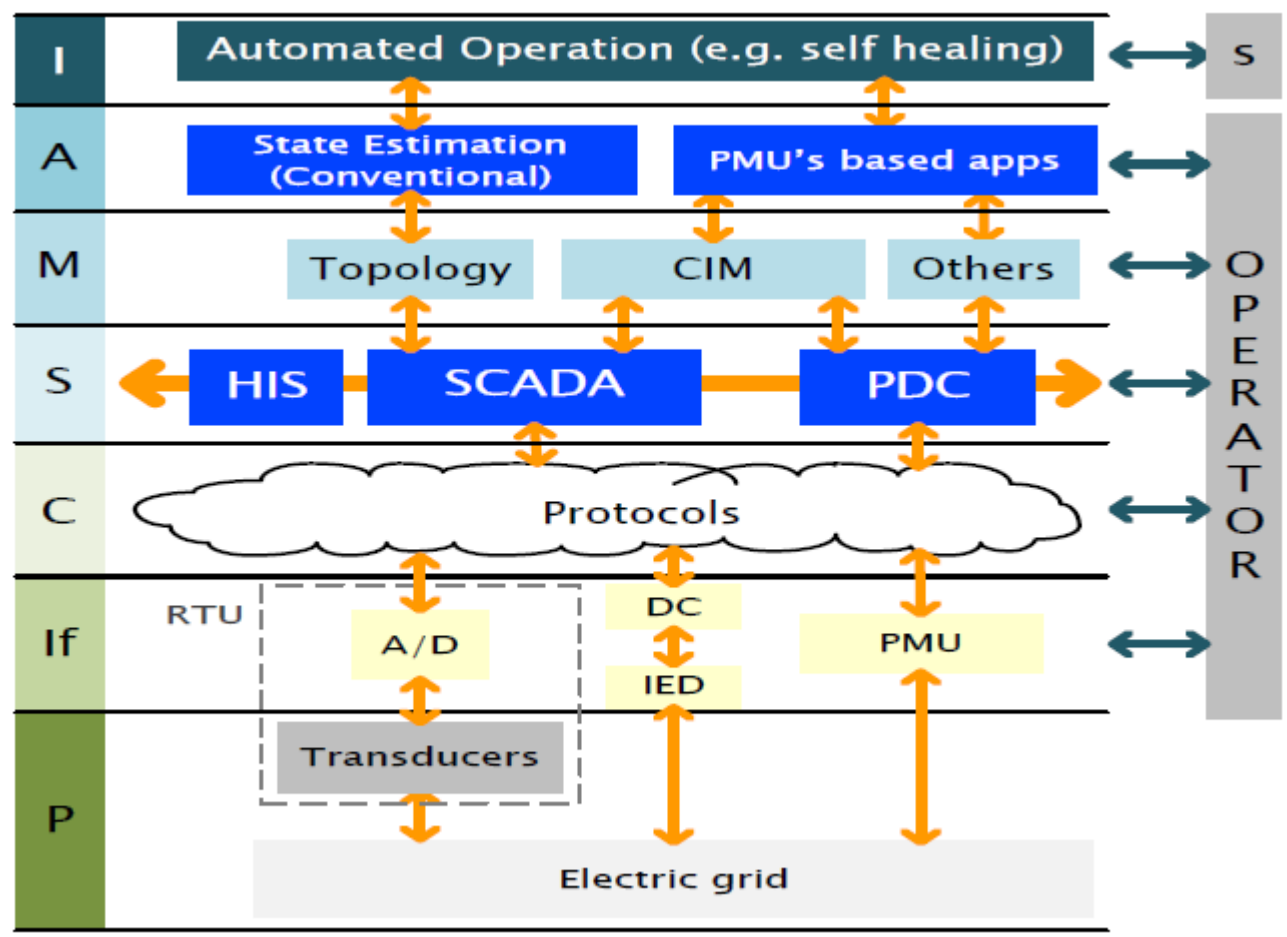
Pirámide de un DAS



CONSTRUIMOS FUTURO

Nivel	Descripción
Red autónoma	<p>Red capaz de reaccionar</p> <ul style="list-style-type: none"> Auto – optimizable Decisiones y control automático Optimización a través de respuesta a la demanda
Optimización de la red	<p>Toma de decisiones por métodos analíticos</p> <ul style="list-style-type: none"> Despacho óptimo Esquemas extendidos a la red para evitar colapsos Decisiones automáticas por medio de esquemas de protección
Integración Empresarial	<p>Intercambio de datos entre sistemas empresariales</p> <ul style="list-style-type: none"> Intercambio entre sistemas y funciones Estimación de estado de la red Gestión de interrupciones y cuadrillas
Inteligencia Local	<p>Mejor eficiencia y conf. con la automatización local</p> <ul style="list-style-type: none"> Automatización de S/E (monitoreo y control) Desconexión dinámica de carga (load shedding) Gestión distribuida de la red y restauración
Colección de datos	<p>Dispositivos recolectando datos independientemente</p> <ul style="list-style-type: none"> IEDs y medidores Control distribuido de activos Infraestructura de comunicaciones

Pirámide de un DAS



Introducción a los DASs



Agenda:

- Definiciones
- Pirámide de la Automatización
- **Desarrollo de un proyecto de Automatización**
- Integración con la empresa
- Funciones de la Automatización
- Arquitecturas de control

Desarrollo de un Proyecto DAS



CONSTRUIMOS FUTURO

Grupo de Trabajo inter-departamentos/fabricantes/Univ.

- Proyectos hasta 6 años
- Definir objetivos de automatización
- Experiencia de los operadores de red

Mejorar Eficiencia

- Gestión de carga
- Atención a usuario
- Control en tiempo real local y remoto
- Disminuir pérdidas eléctricas
- Disponer de información para planeación y operación

Desarrollo de un Proyecto DAS



Mejorar Confiabilidad

- Índices de confiabilidad: SAIDI, SAIFI, CAIDI (DES, FES)
- Calidad de la onda
- Optimizar activos para reducir interrupciones y gastos O&M

3 Áreas Operativas

- Subestaciones
- Alimentadores
- Instalaciones de clientes: (Gen. Dist., Almacenam., E.V.,...)

Desarrollo de un Proyecto DAS



Subestaciones

- Supervisión de carga
- Bancos de condensadores
- Supervisión de estado de dispositivos
- Manejo de información de red.
- Supervisión transformador: Temp. y corriente circulante

Alimentadores

- Reguladores de tensión
- Bancos capacitores
- Dispositivos de conmutación y corte

Desarrollo de un Proyecto DAS



CONSTRUIMOS FUTURO

Instalaciones clientes

- Lectura de medidores
- Gestión de demanda: Control cargas especiales, tarifas
- Desconexión / Conexión

Desarrollo de un Proyecto DAS



Consideraciones Generales

- Definición de funciones
- Sistema de control jerárquico de la empresa.
- Definición del sistema de comunicaciones.
- Equipos y software de automatización
- Relación beneficio/costo.
- Definición de fase de implementación

Introducción a los DASs



Agenda:

- Definiciones
- Pirámide de la Automatización
- Desarrollo de un proyecto de Automatización
- **Integración con la empresa**
- Funciones de la Automatización
- Arquitecturas de control

Integración con la empresa

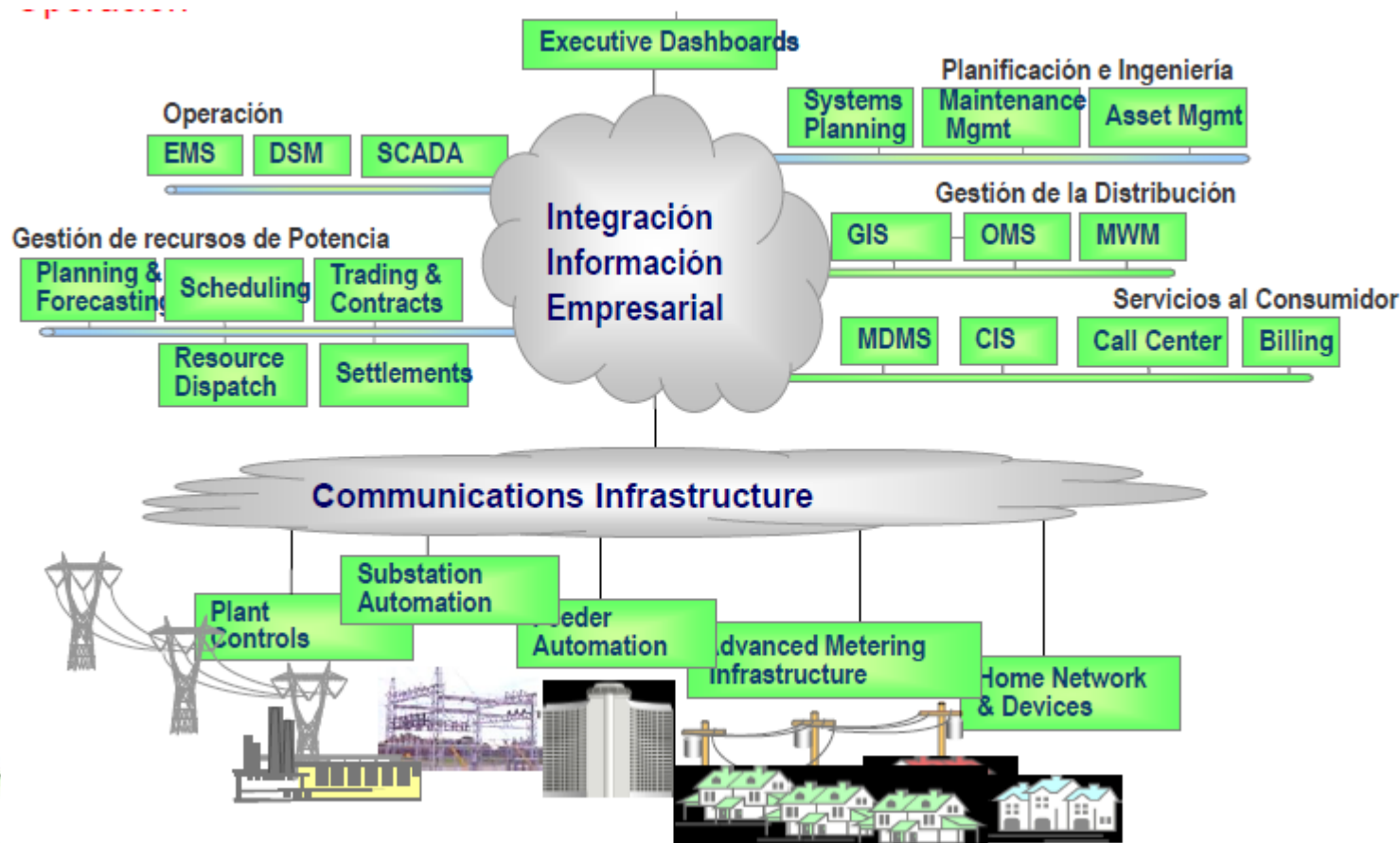


Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIAMOS FUTURO

- El DAS debe adaptarse a la organización de la empresa
- Eliminar ineficiencias organizacionales.
- Base de datos común compartida con accesos priorizados.



Introducción a los DASs



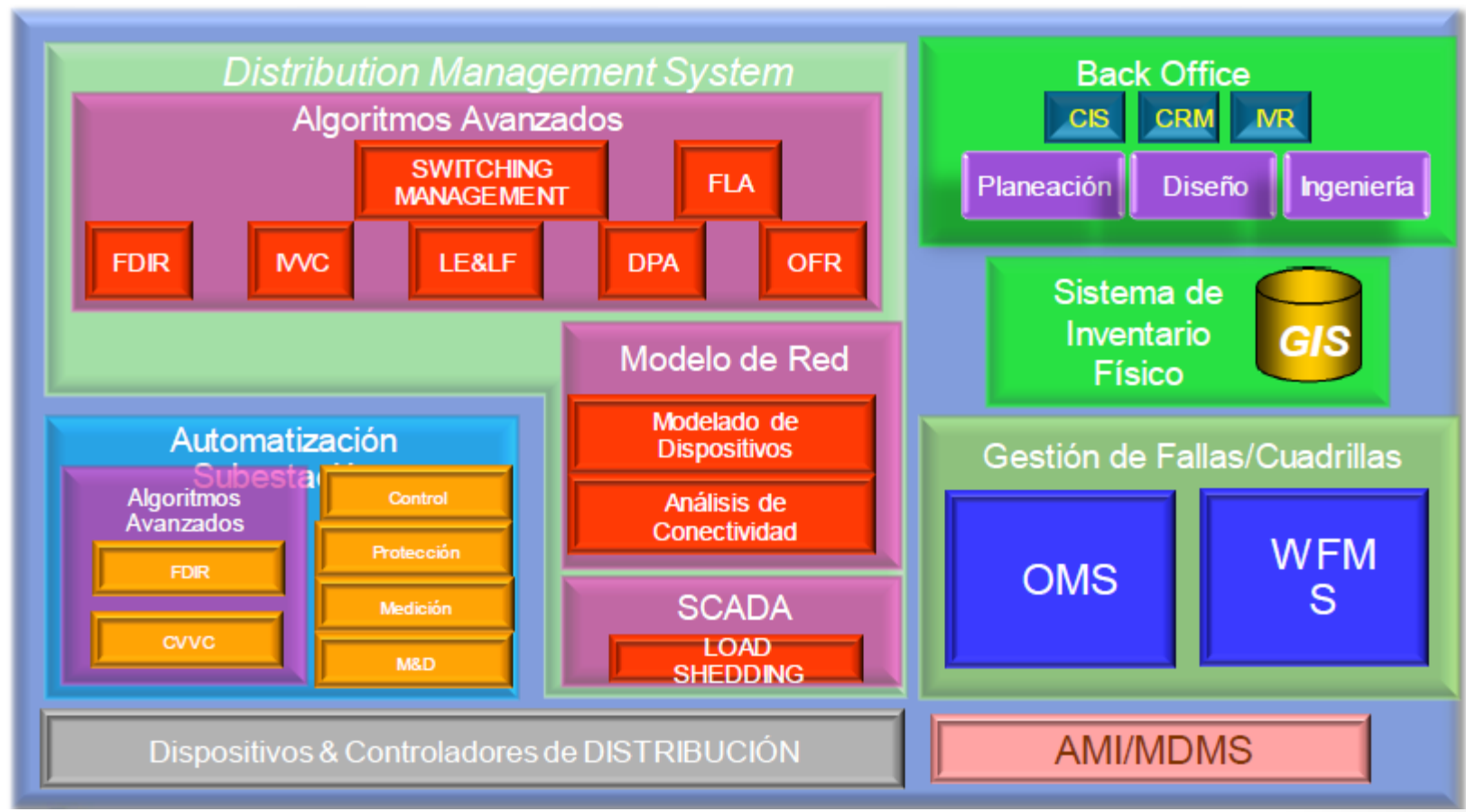
Agenda:

- Definiciones
- Pirámide de la Automatización
- Desarrollo de un proyecto de Automatización
- Integración con la empresa
- **Funciones de la Automatización**

<http://www.youtube.com/watch?v=9oAjVgBO1Ro&list=PLE9A2F38E11DEDA50>

- Arquitecturas de Control

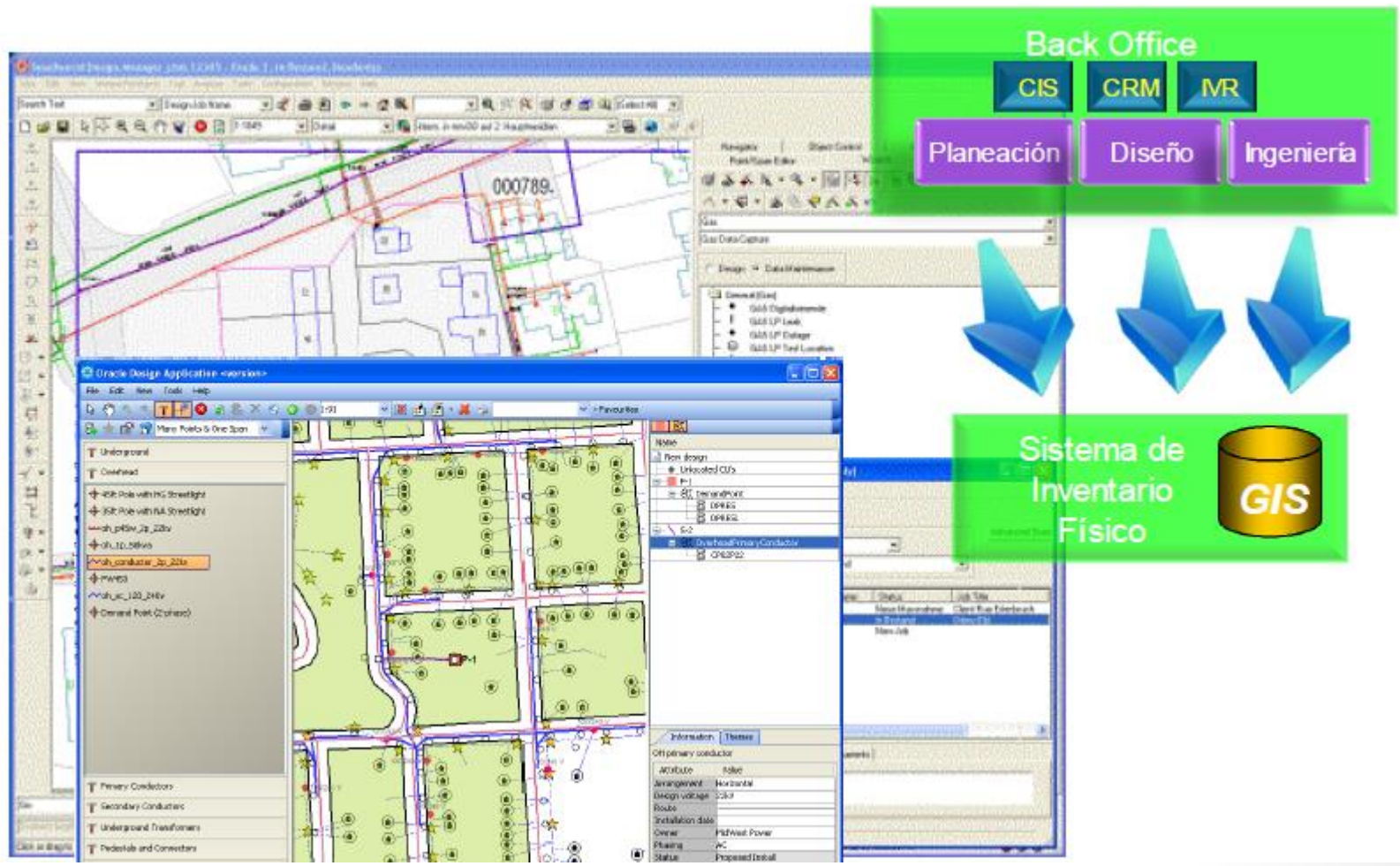
Funciones de la Automatización



Funciones de la Automatización



CONSTRUIAMOS FUTURO



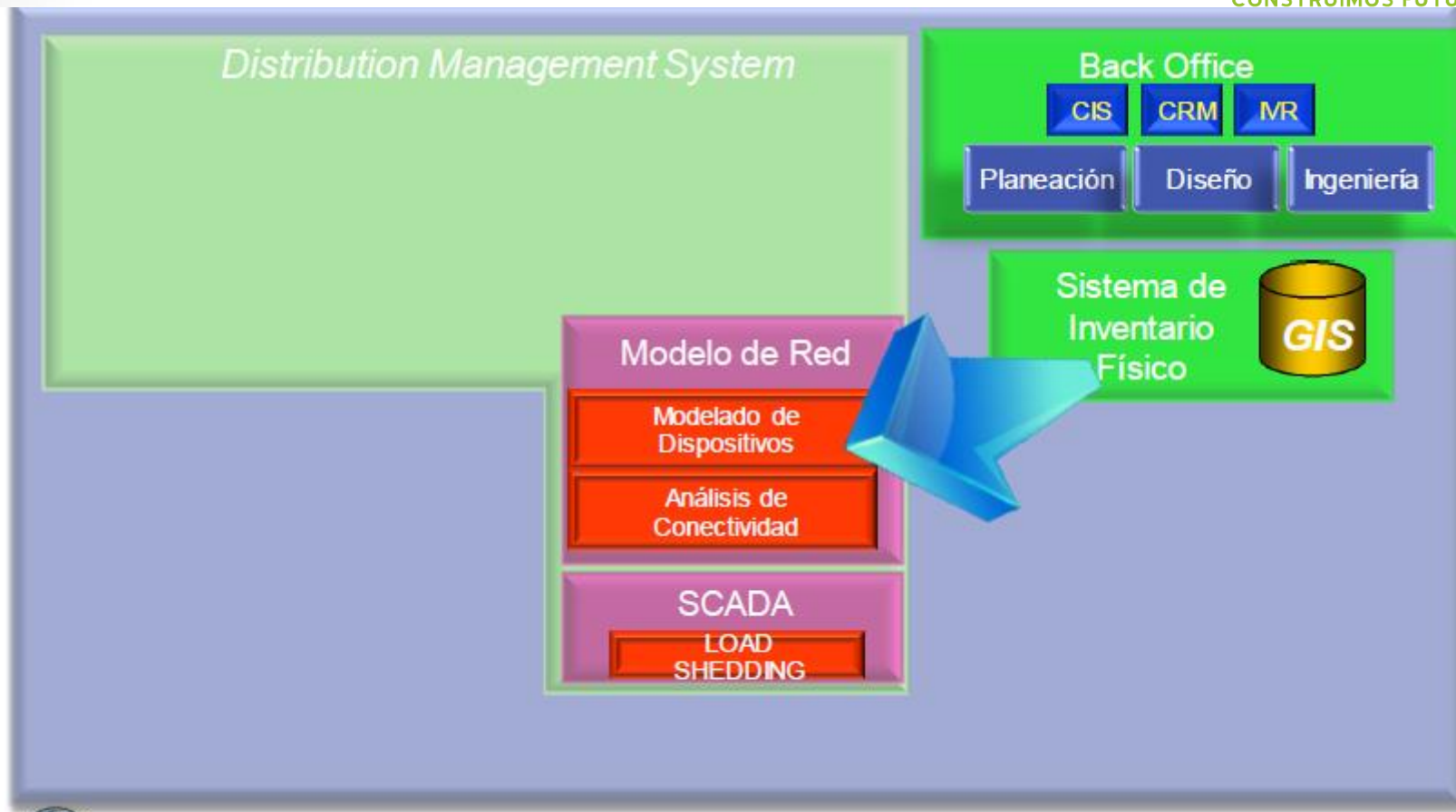
Funciones de la Automatización



Universidad
Industrial de
Santander



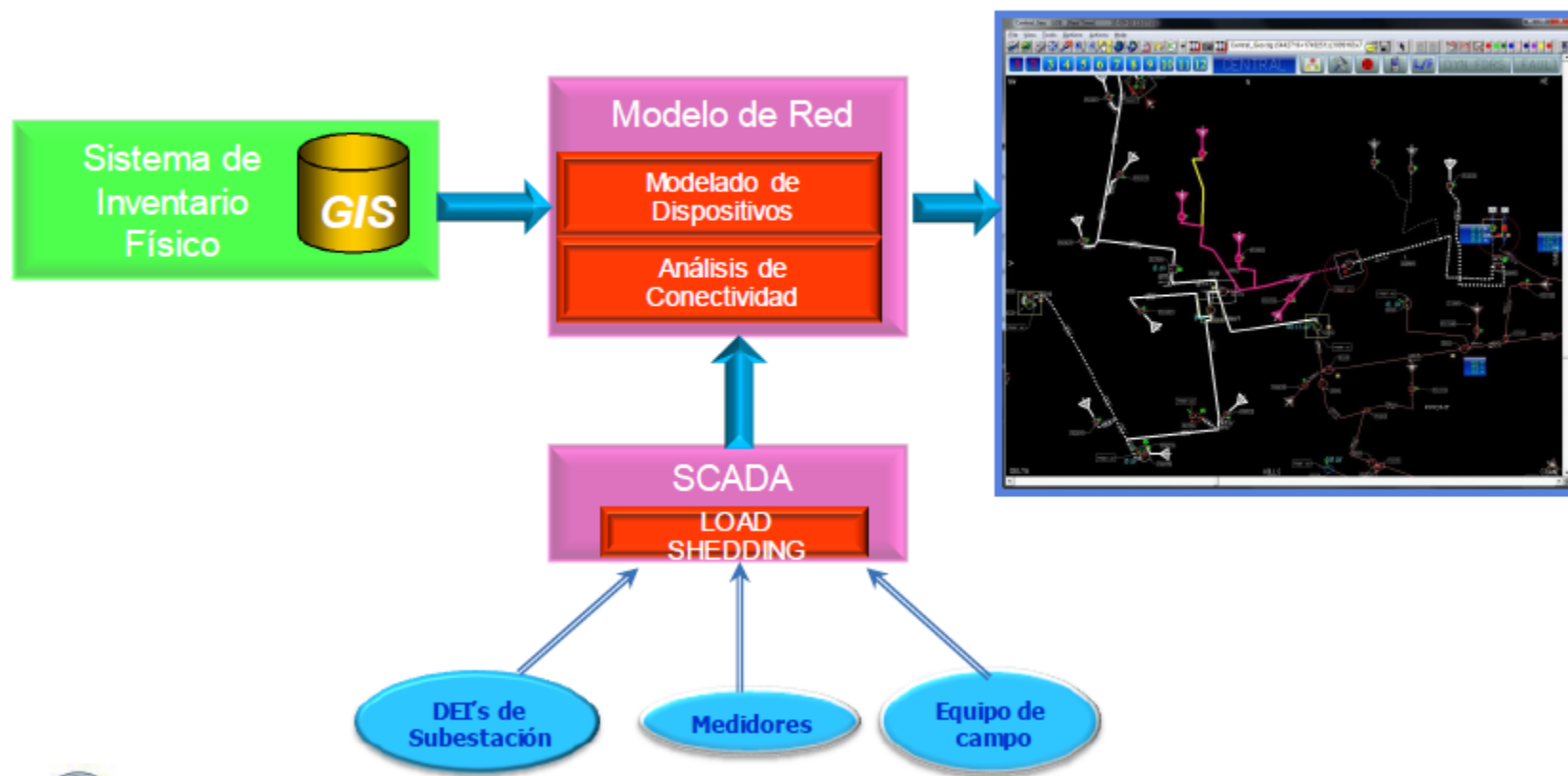
CONSTRUIMOS FUTURO



Funciones de la Automatización



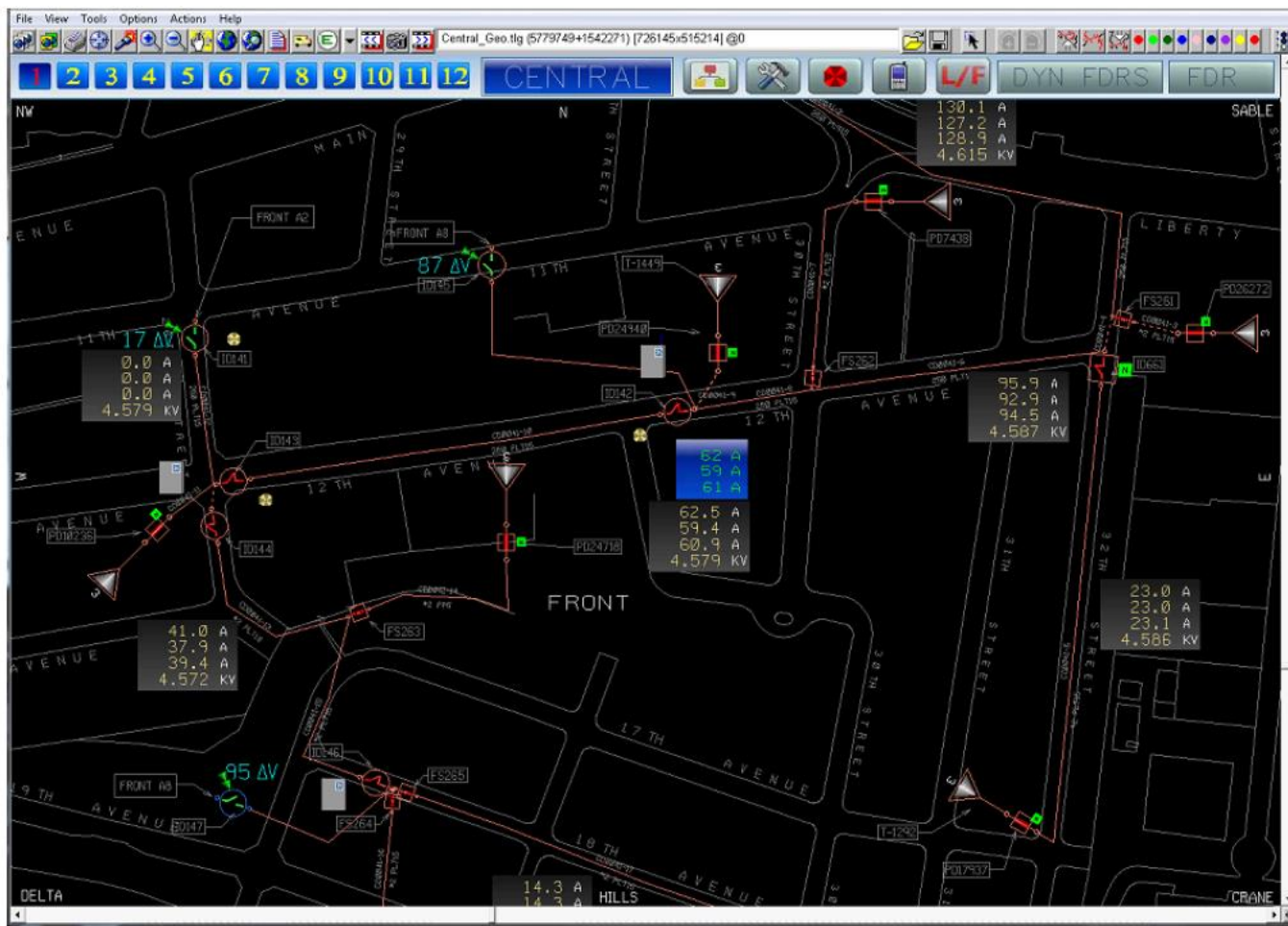
CONSTRUIMOS FUTURO



Funciones de la Automatización



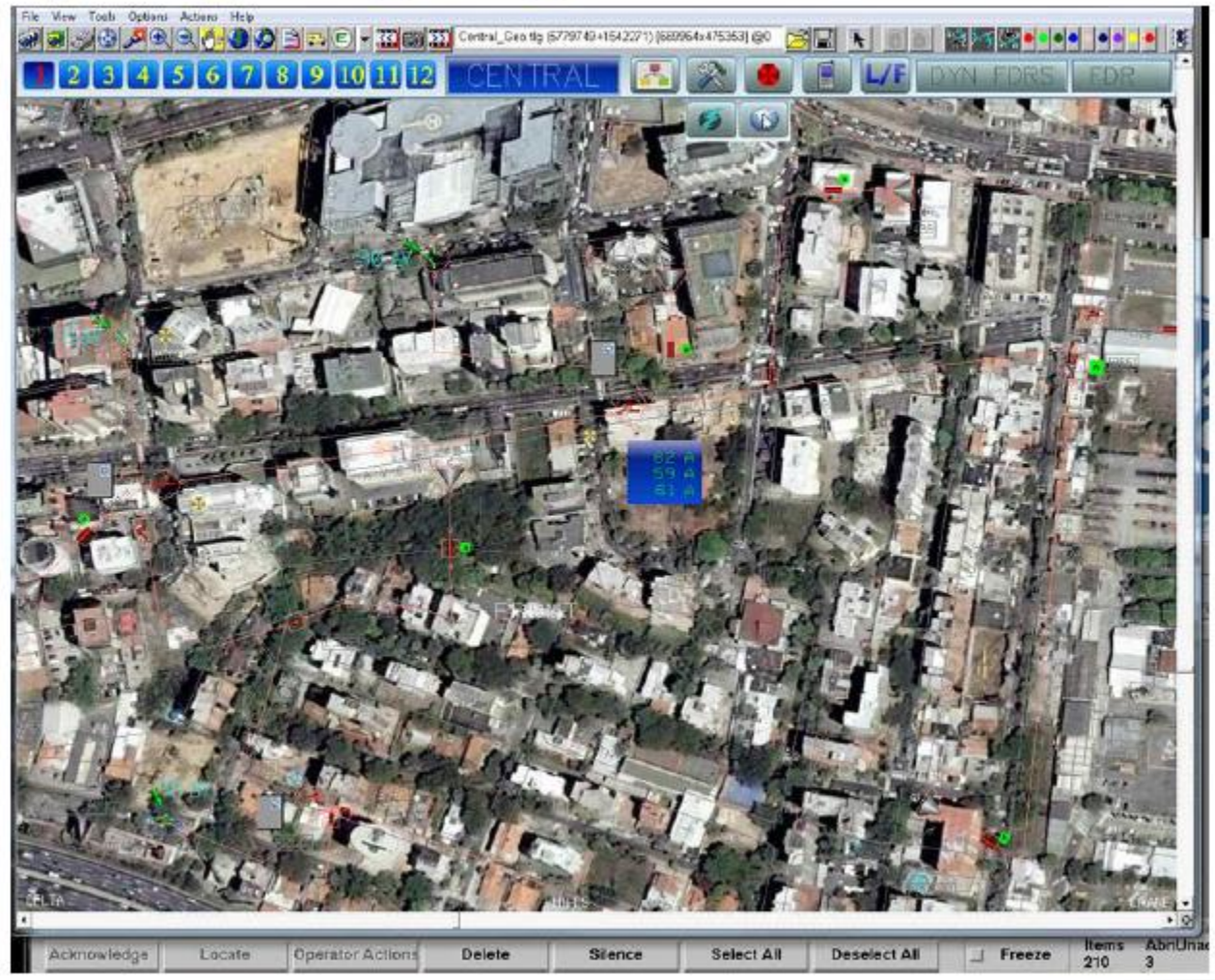
CONSTRUIAMOS FUTURO



Funciones de la Automatización



CONSTRUIMOS FUTURO



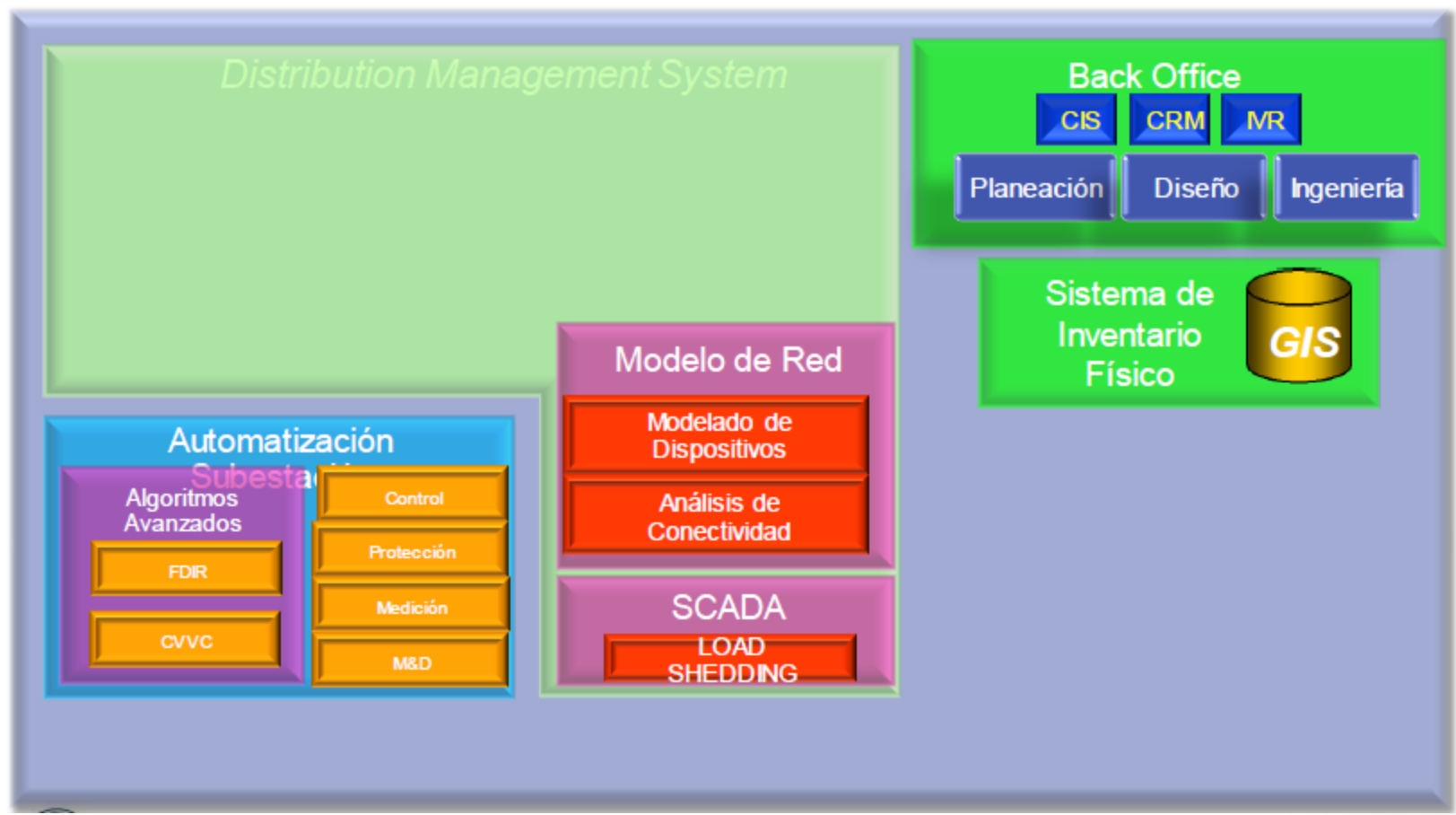
Funciones de la Automatización



CONSTRUIMOS FUTURO

- Automatización de las Subestaciones
- Automatización de la línea de distribución
 - Puntos de seccionamiento
 - Reconectores (Reclosers)
 - Reguladores de voltaje
 - Bancos de capacitores
- Monitoreo de activos y líneas
- Medición de la energía
- Implementación de algoritmos avanzados
 - Control de VARs en la línea de distribución
 - Control de voltaje en la línea de distribución
 - FDIR

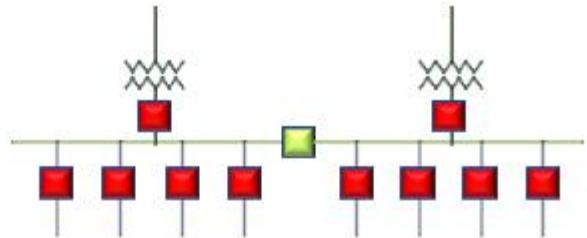
Funciones de la Automatización





Funciones de la Automatización

Arquitectura básica



Centro de Control

- Visualización en distintos formatos (unifilares, tabulares, tendencias, etc.)
- Mandos de Control
- Sesiones remotas
- Manejador de base de datos
- Generador de reportes
- Autodiagnóstico al arranque
- Watch-dog
- Reloj tiempo real

Consola de Control Remoto



- Funciones de la CCL
- Configuración, monitoreo de DEIs
- Alta/Baja de DEIs
- Desarrollo y mantenimiento de base de datos, reportes, despliegues,
- Configuración de la CCL, Controlador de Subestación, control de bahía y DEIs

Controlador de Subestación



Consola de Control Local



Consola de Control Ingeniería



Firewall

- Concentrador de información tiempo real de Controladores de bahía y DEIs
- Independiente de CCL y CCI
- Capacidad de operar en redundancia hot-standby
- Puertos seriales y Ethernet
- Soportar distintos protocolos

LAN de Subestación



BAHÍA

DEI's



TRANSFORMADOR



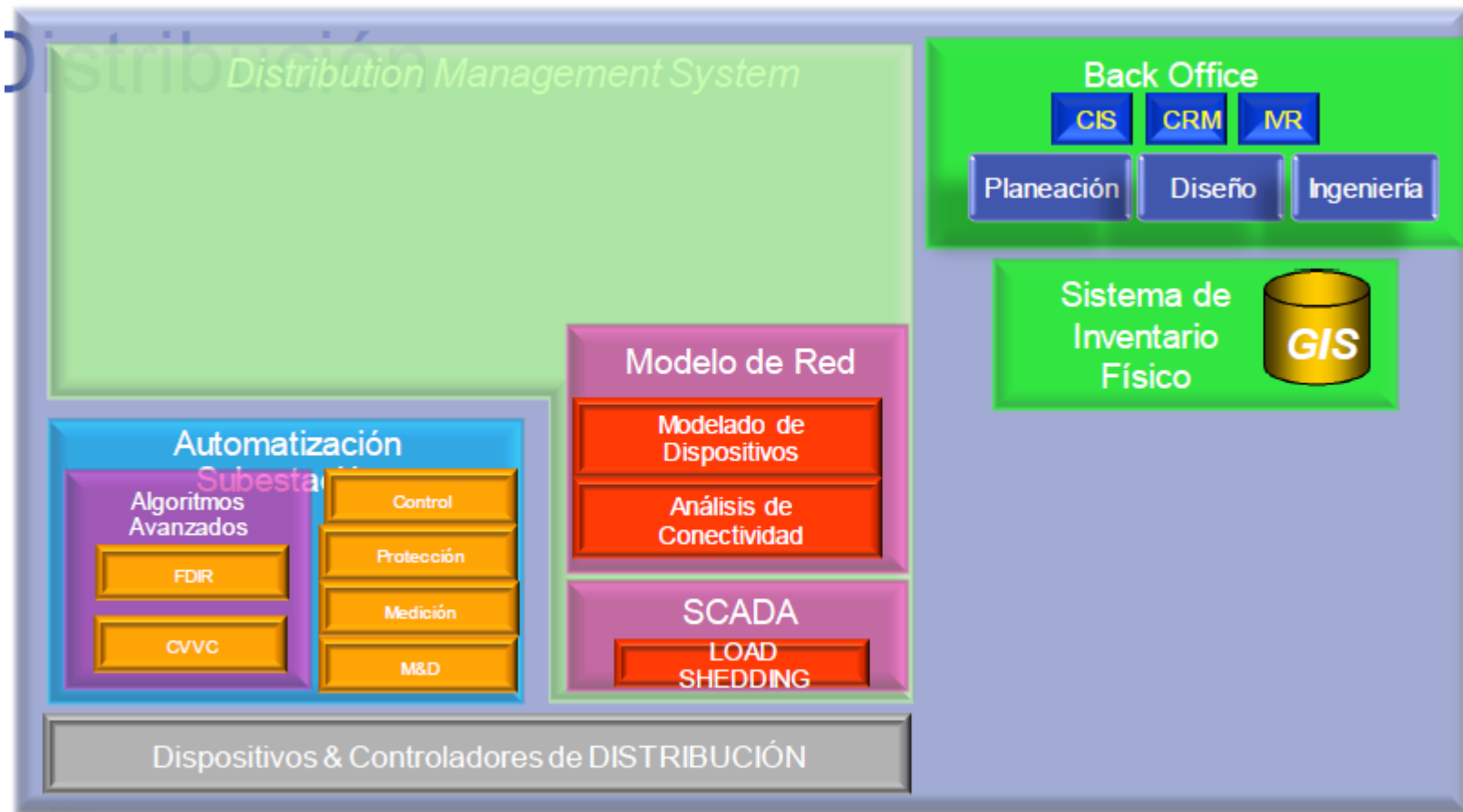
MEDICIÓN

Funciones de la Automatización



CONSTRUIMOS FUTURO

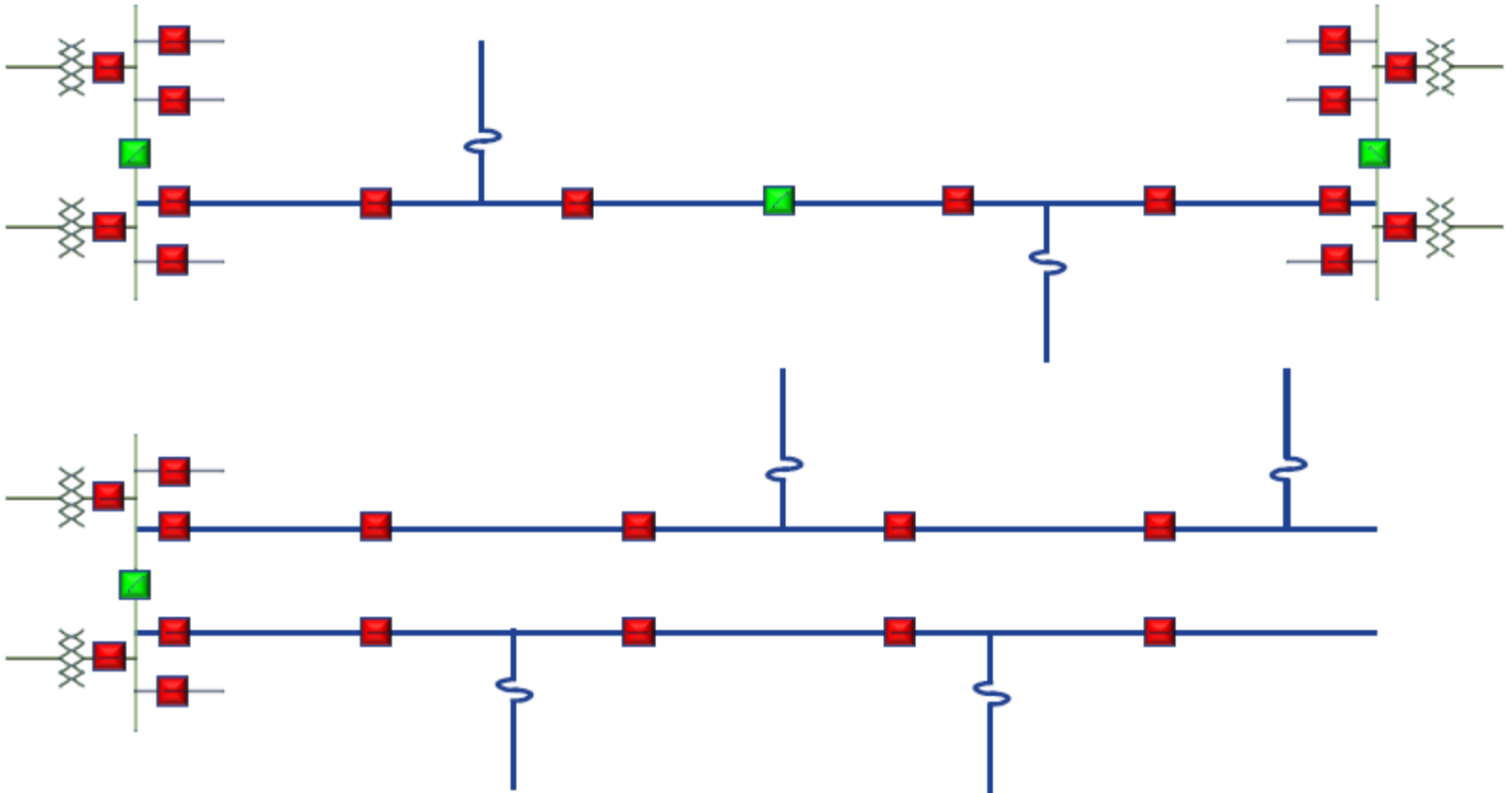
Automatización de la red



Funciones de la Automatización



Beneficios Automatización de la red



Funciones de la Automatización

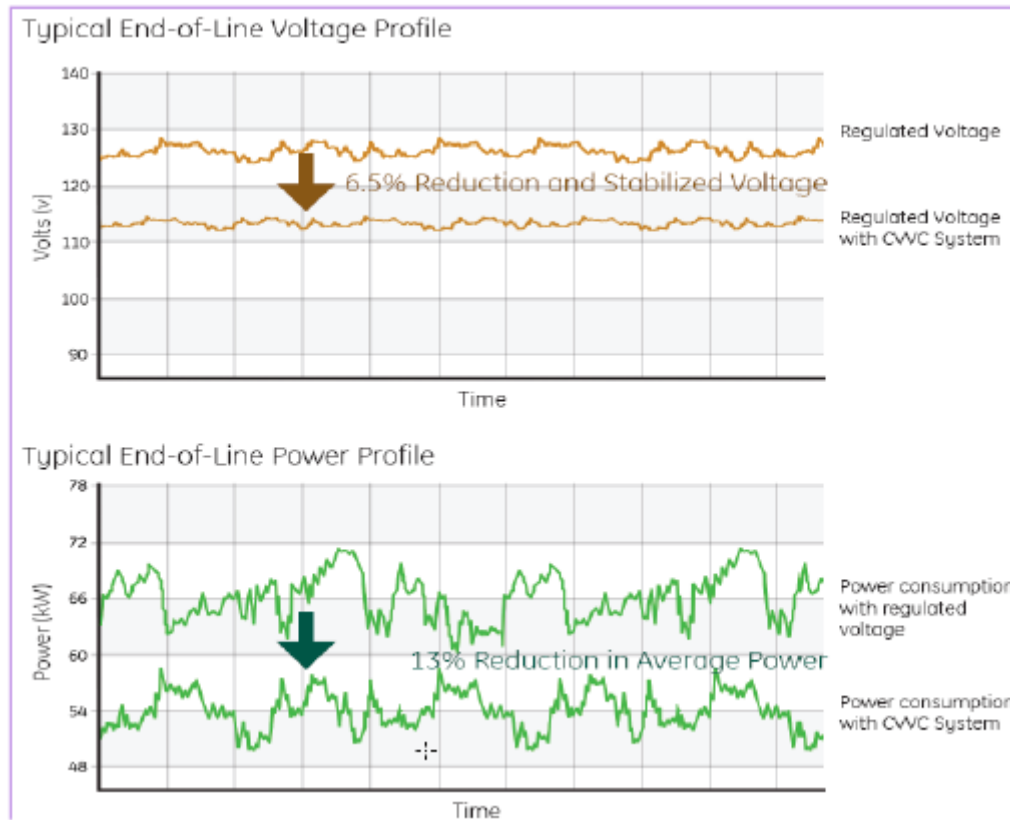


Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIAMOS FUTURO

Beneficios Automatización de la red

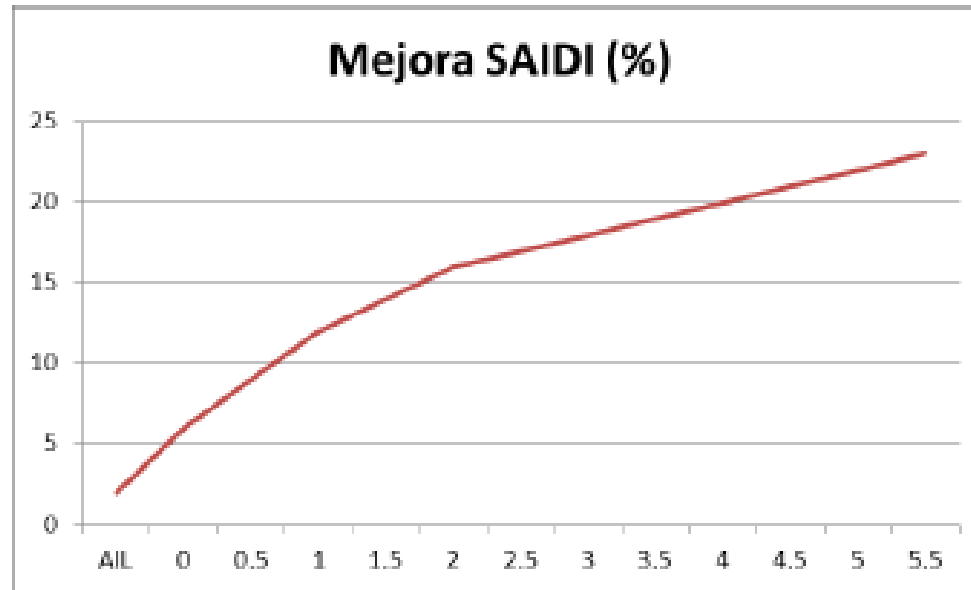


Funciones de la Automatización



CONSTRUIMOS FUTURO

Beneficios Automatización de la red



- Usualmente 2 1/2 switches por alimentador es un buen Nivel de Intensidad de Automatización (AIL)
- Se pueden agregar más cuando se tienen cargas críticas y configuraciones especiales.

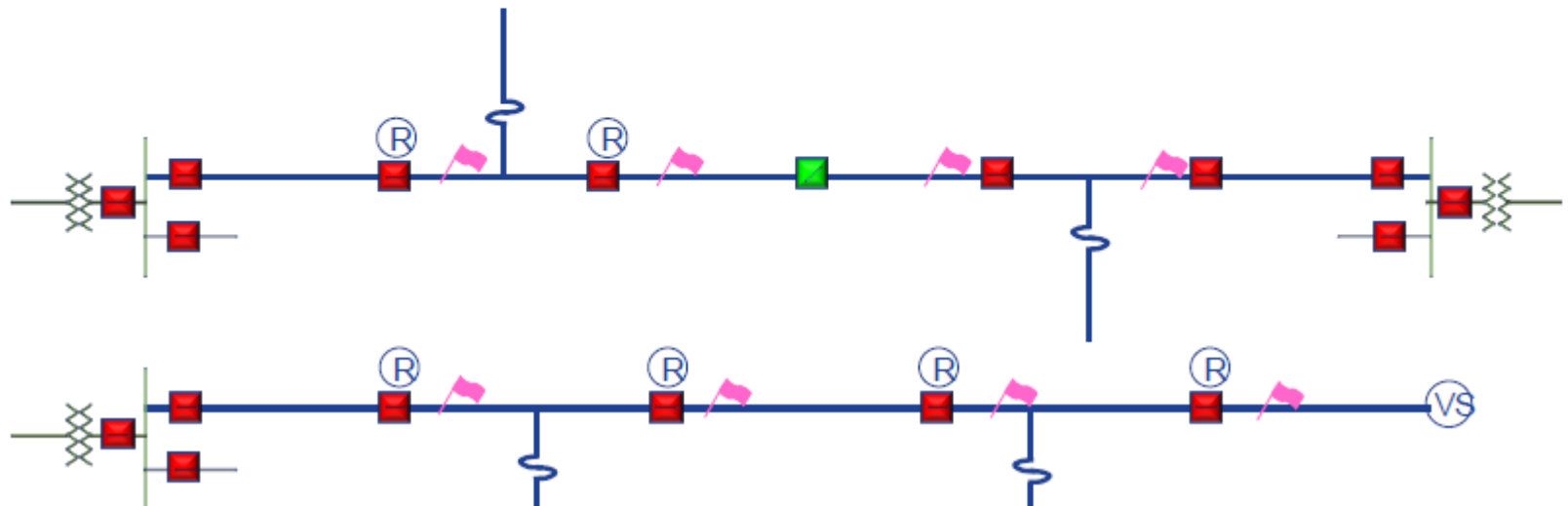
Funciones de la Automatización



CONSTRUIMOS FUTURO

Dispositivos básicos para Automatización de la red

- Reconectadores
- FPIs (Fault passage Indicators)
- EOLVS (End-of-line Voltage Sensor) en circuitos radiales



Funciones de la Automatización



CONSTRUIMOS FUTURO

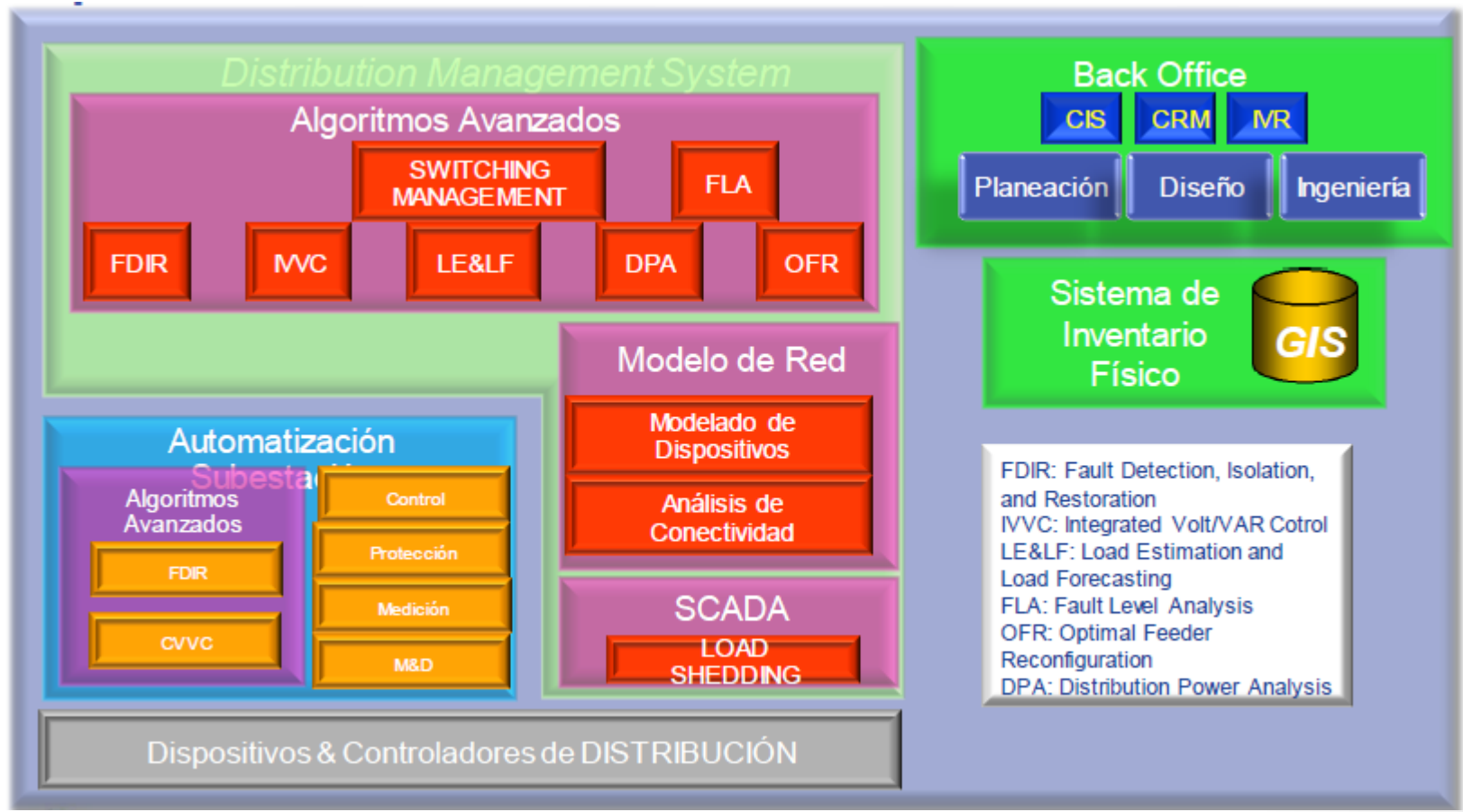
Algoritmos avanzados para Automatización de la red

- Control de tensión
- Control Volt/VARs
- Control Integrado Voltaje/Volt-Var
- Control Integrado Voltaje/Volt-Var/Carga en Emergencia
- FLM: Manejo de carga del alimentador
- FR: Reconfiguración de alimentadores
- FDS and AS: Conmutación y seccionalización automática.
- Monitorización de calidad de onda y de servicio
- Reporte de fallas de suministro
- Localización y aislamiento de falla

Funciones de la Automatización



Algoritmos avanzados para Automatización de la red



Funciones de la Automatización



Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Control Volt/VARs para Automatización de la red

- IVVC es el control coordinado de voltaje y potencia reactiva por medio del control simultáneos de los bancos de capacitores y los taps de transformadores
- Optimiza voltaje ante la variación de la carga
- Opera el sistema de distribución lo más eficientemente posible sin violar las restricciones de carga y voltaje
- Soporta las necesidades de potencia reactiva de todo el sistema bajo condiciones de emergencia
- Asegura una alimentación adecuada (voltaje de fin de línea) a los consumidores
- Reduce requerimientos de generación para soportar la demanda y pérdidas en la línea



Funciones de la Automatización



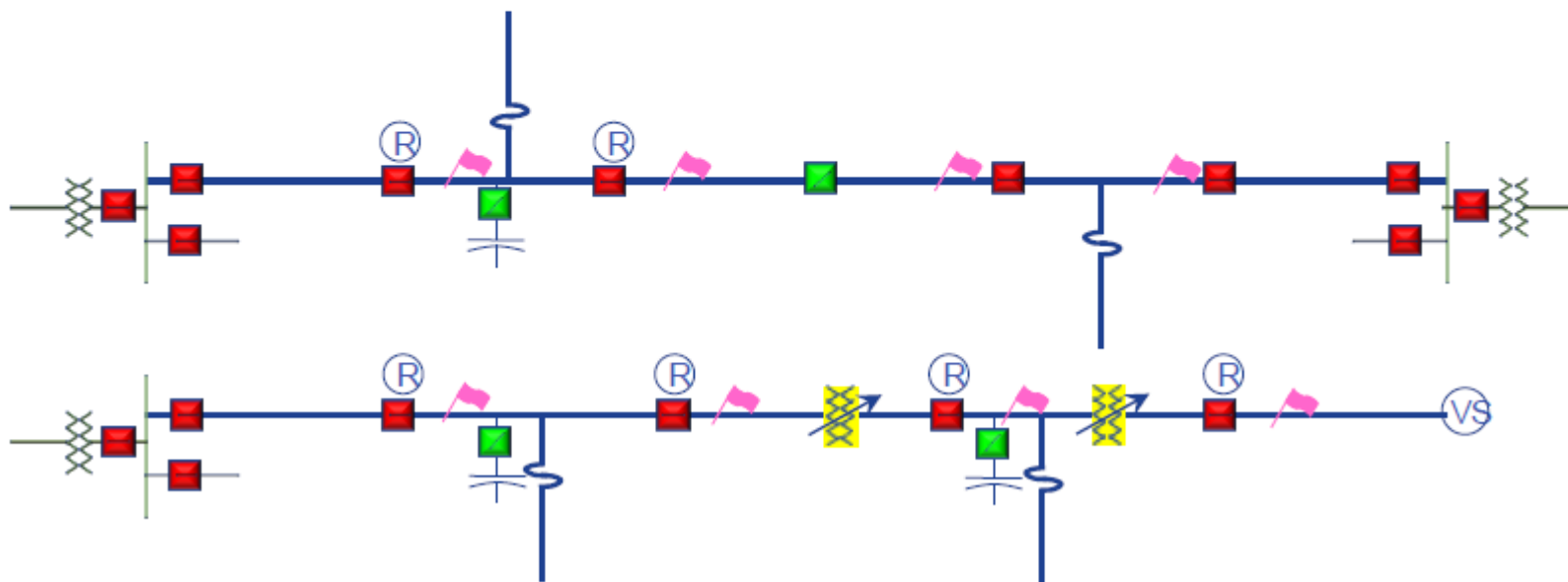
Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Dispositivos para Control Volt/VARs para Automatización de la red

- Reguladores de voltaje
- Bancos de capacitores

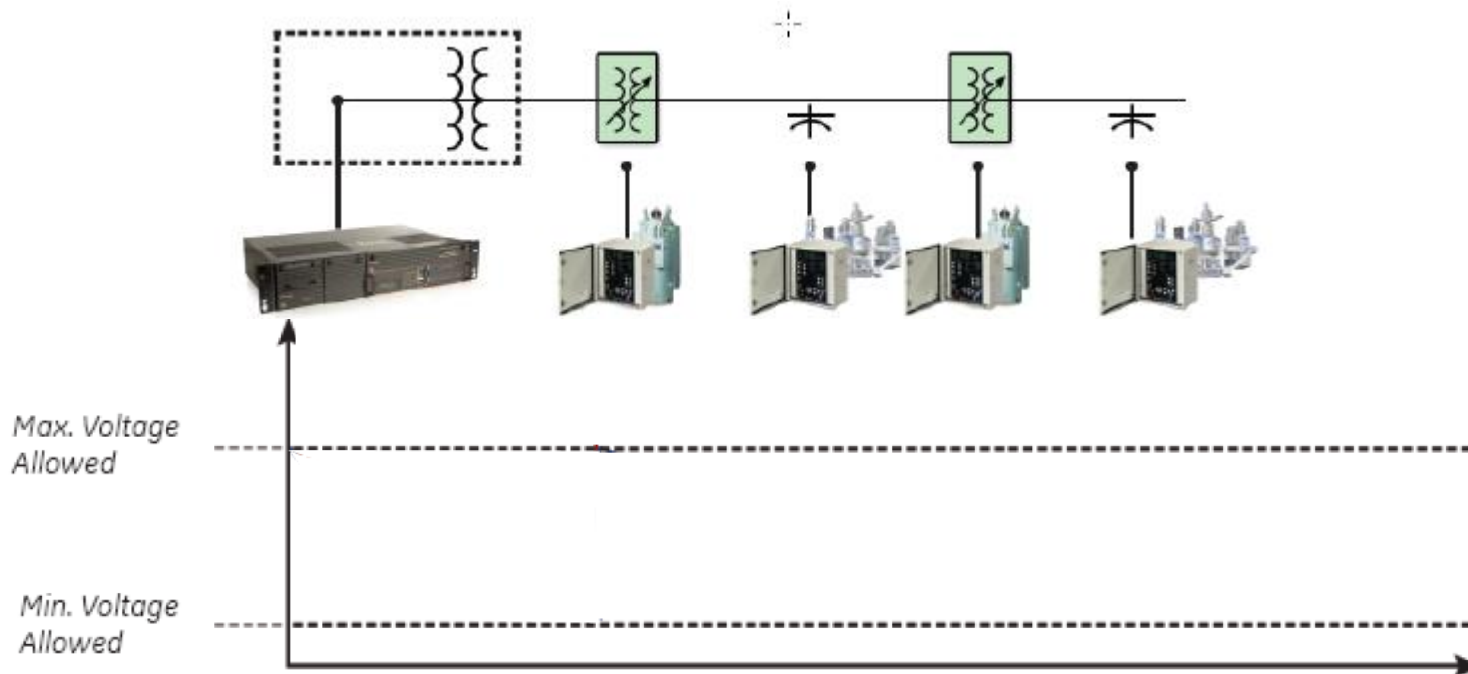


Funciones de la Automatización



CONSTRUIMOS FUTURO

Dispositivos para Control Volt/VARs para Automatización de la red



- El sistema Volt/VAR facilita la reducción de la tensión en la red y reduce la generación requerida para satisfacer la demanda

Funciones de la Automatización



Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Detección , aislamiento y restauración de fallas (FDIR) para automatización de redes

- Un sistema FDIR permite a la empresa eléctrica la reconfiguración de la red eléctrica remotamente o automáticamente en respuesta a una interrupción del servicio (outage)



Beneficios de FDIR :

- Mantiene el servicio aislando la falla y reconectado las partes no afectadas aguas arriba y aguas abajo.
- Mejora la eficiencia al reducir los tiempos de reparación/restauración del servicio
- Rápidamente identifica la ubicación y tipo de falla que permite un despacho de cuadrillas más expedito
- Mejora la confiabilidad medida por los indicadores de la empresa eléctrica (SAIDI, SAIFI, CAIDI)

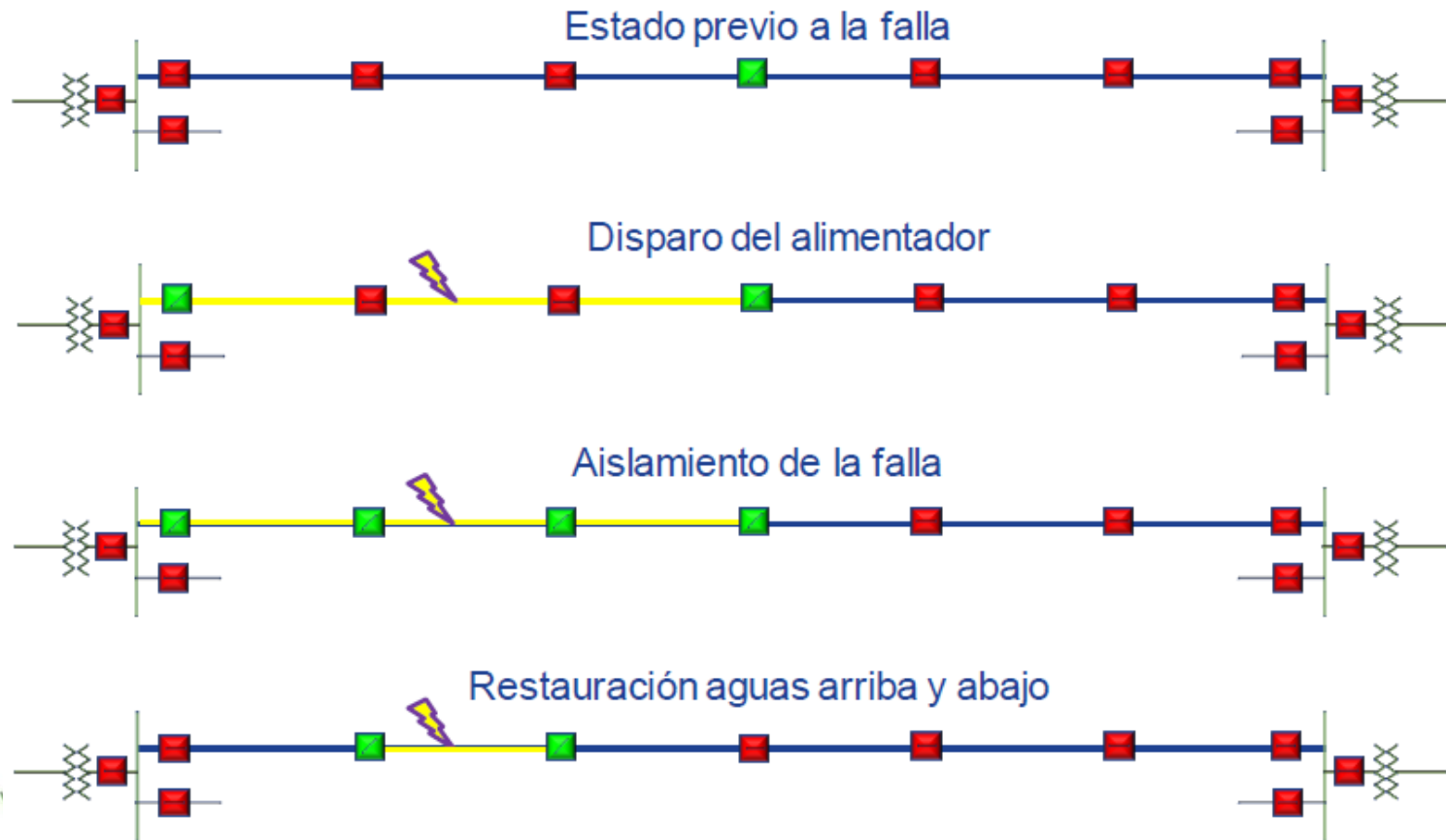
Funciones de la Automatización



CONSTRUIMOS FUTURO

Detección , aislamiento y restauración de fallas (FDIR) para automatización de redes

<http://www.youtube.com/watch?v=o4rreQlavkw>

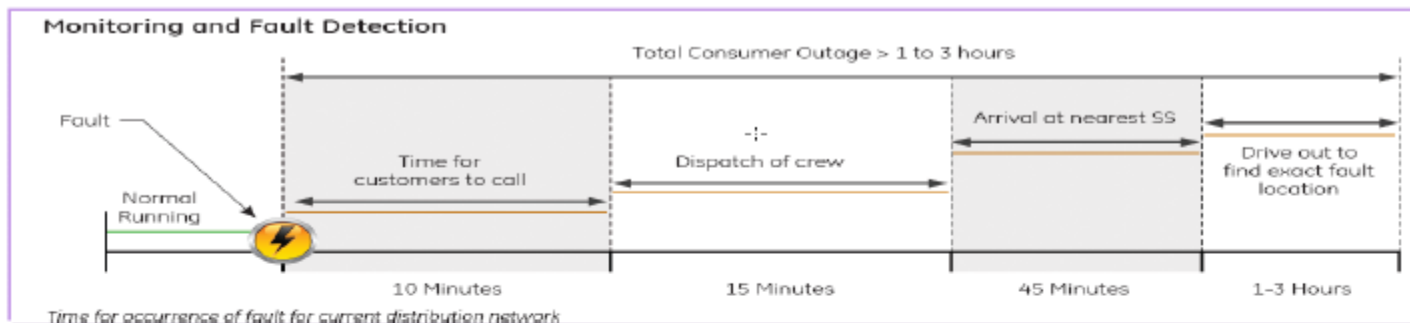


Funciones de la Automatización

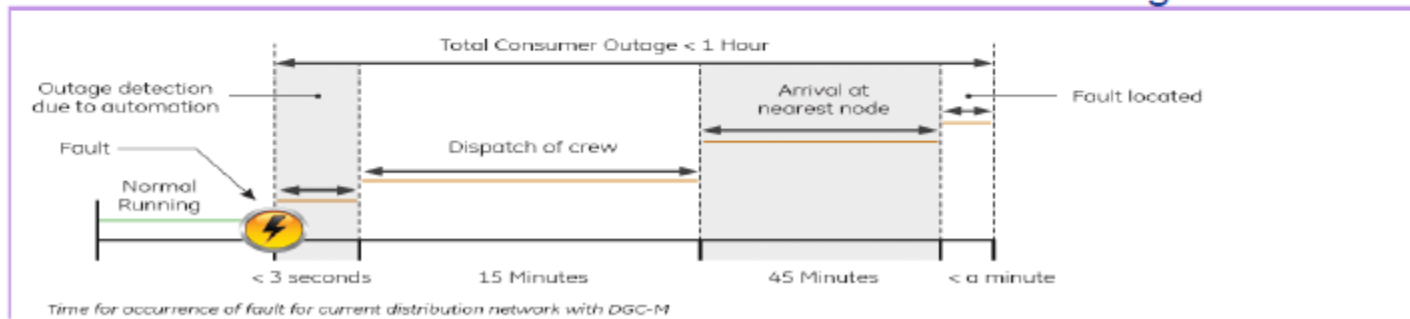


CONSTRUIAMOS FUTURO

Detección, aislamiento y restauración de fallas (FDIR) para automatización de redes



Reducción significativa del tiempo de interrupción gracias a una identificación “inteligente” de la falla

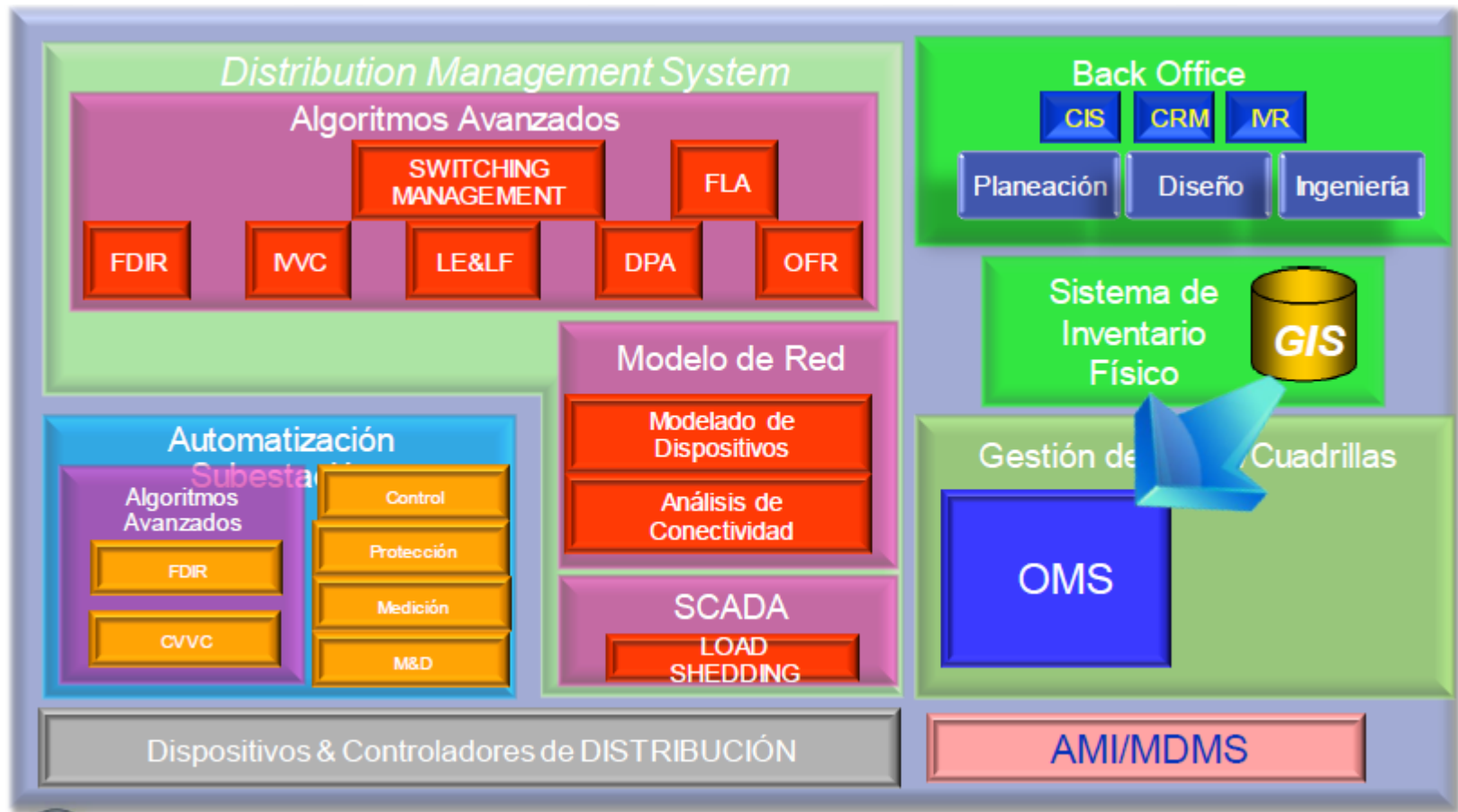


Funciones de la Automatización



CONSTRUIAMOS FUTURO

Sistema de Gestión de Interrupciones (OMS)

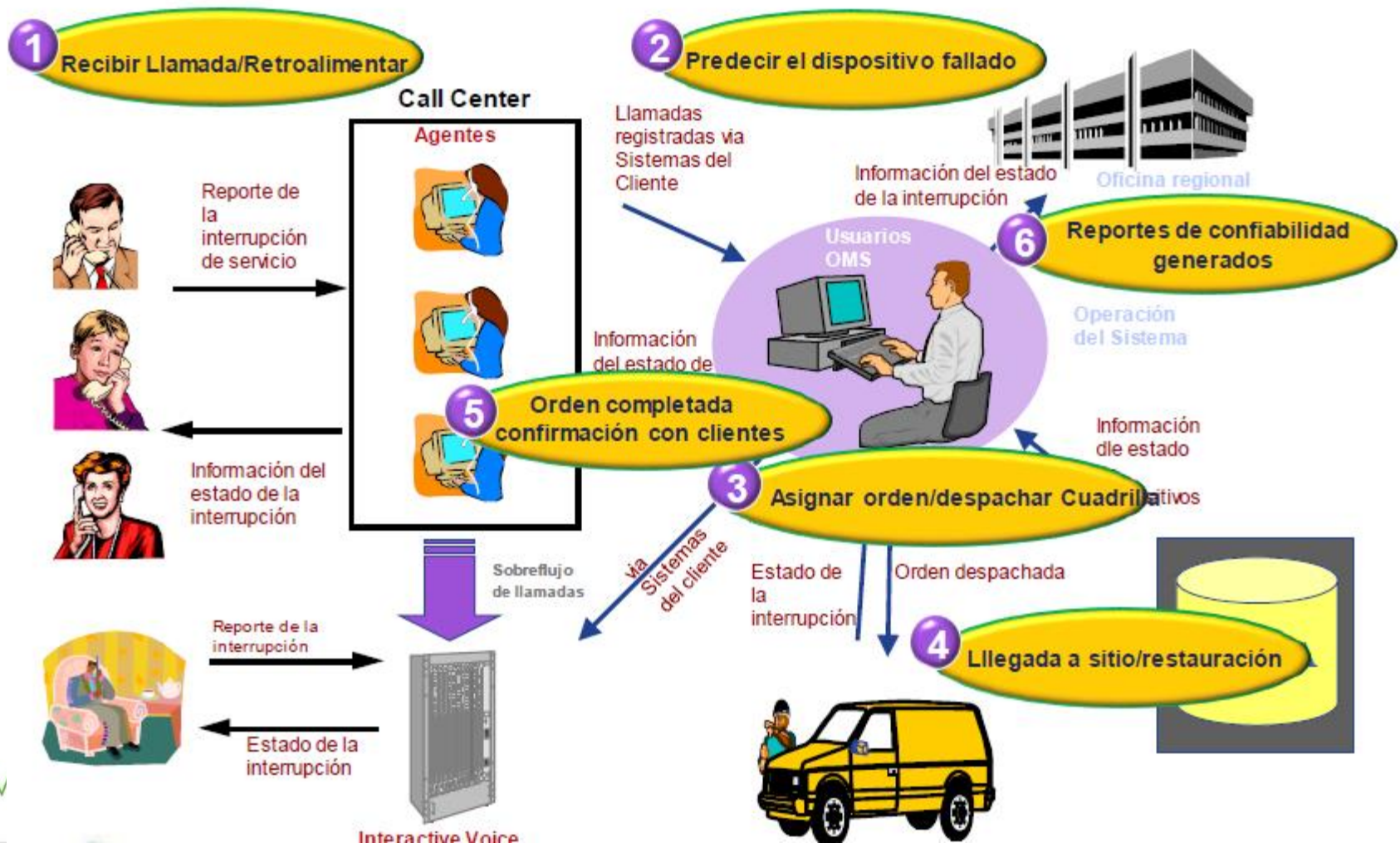


Funciones de la Automatización



CONSTRUIAMOS FUTURO

Sistema de Gestión de Interrupciones (OMS)

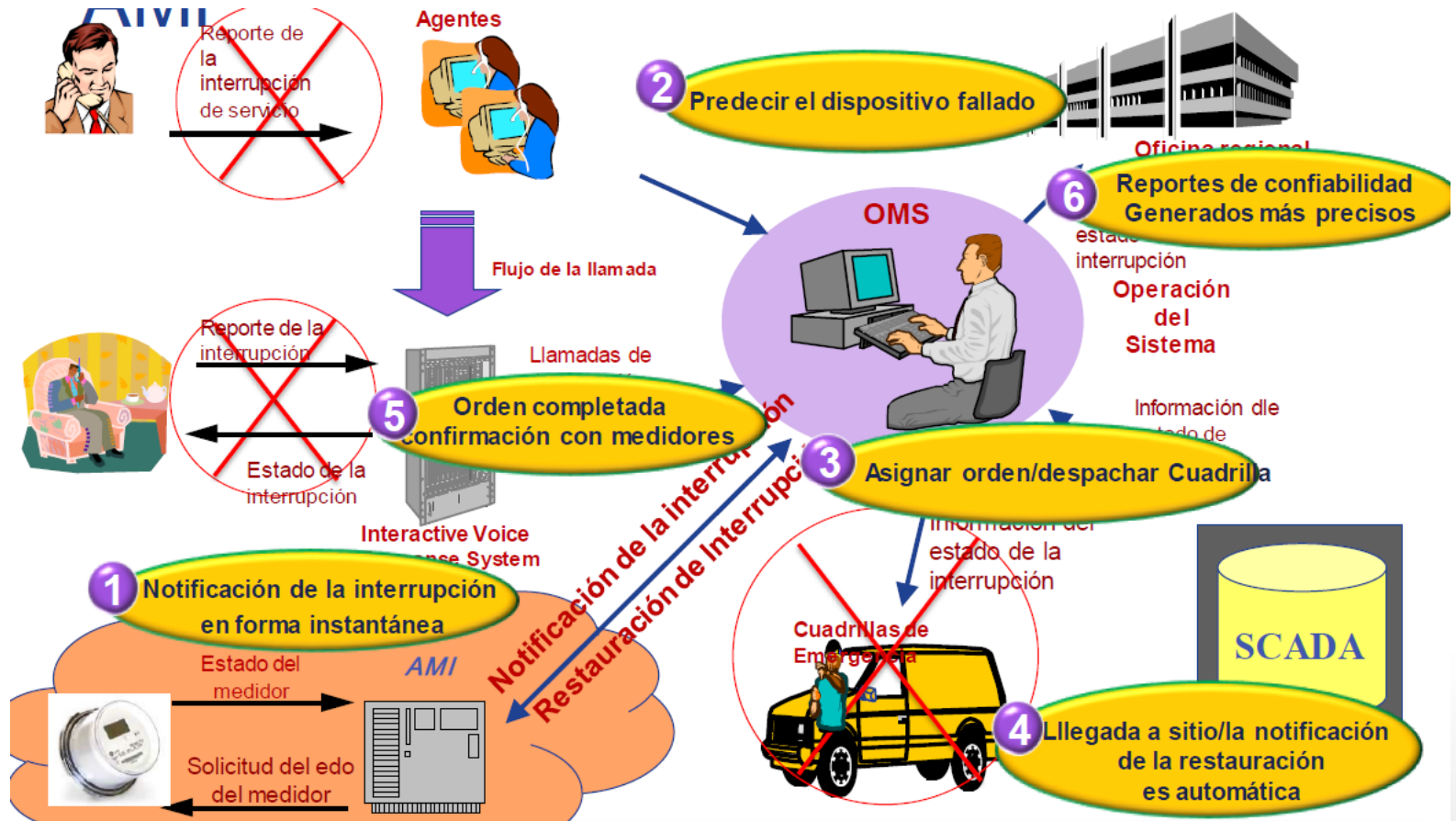


Funciones de la Automatización



CONSTRUIAMOS FUTURO

Sistema de Gestión de Interrupciones (OMS y AMI)

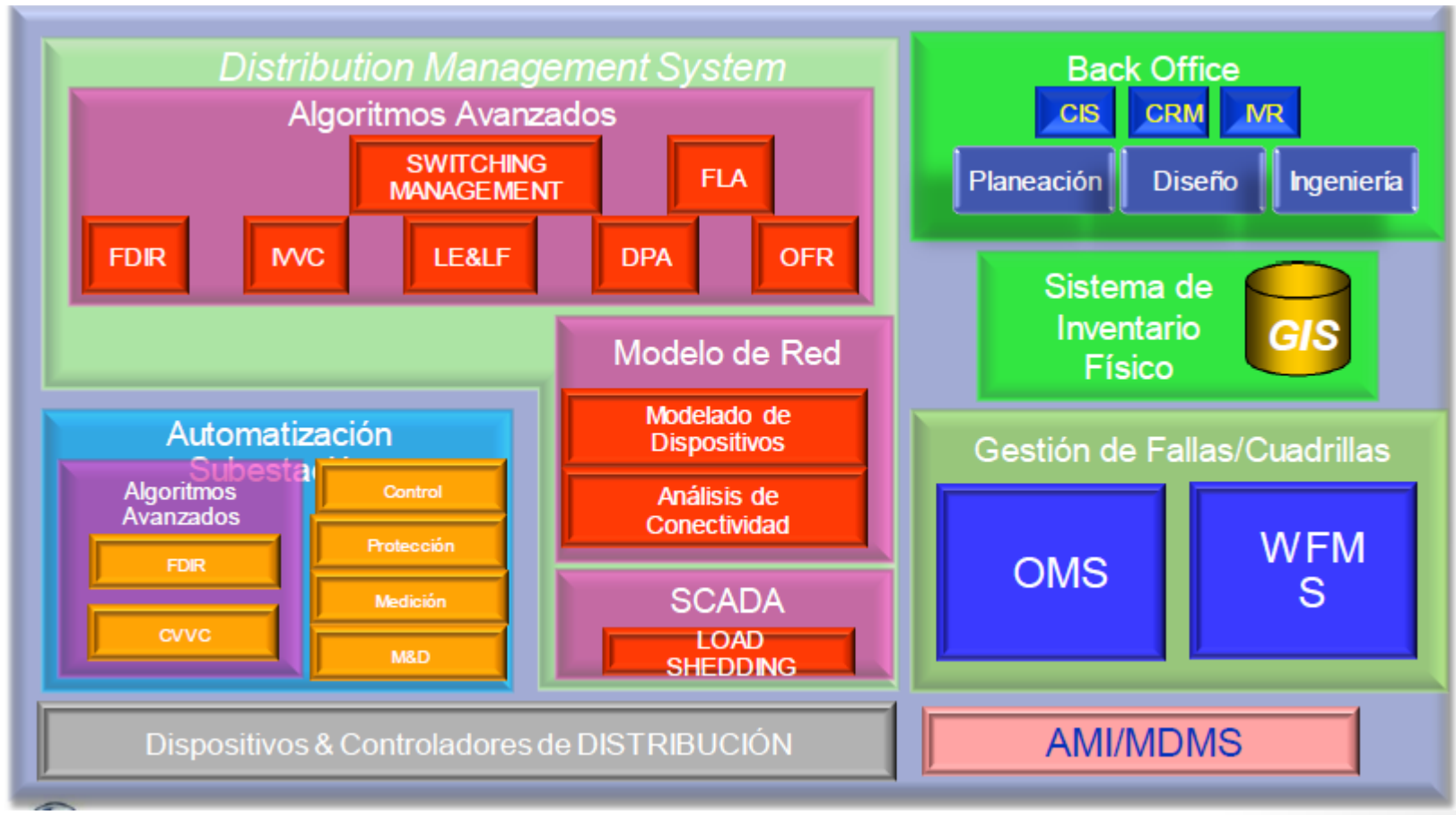


Se elimina la dependencia en el cliente para reportar la interrupción y en la cuadrilla para reportar el tiempo de restauración

Funciones de la Automatización



Sistema de Gestión de Órdenes de trabajo (WFMS)



Funciones de la Automatización



CONSTRUIAMOS FUTURO

Sistema de Gestión de Órdenes de Trabajo (WFMS)



Introducción a los DASs



Agenda:

- Definiciones
- Pirámide de la Automatización
- Desarrollo de un proyecto de Automatización
- Integración con la empresa
- Funciones de la Automatización
- **Arquitecturas de Control**

Arquitecturas de Control

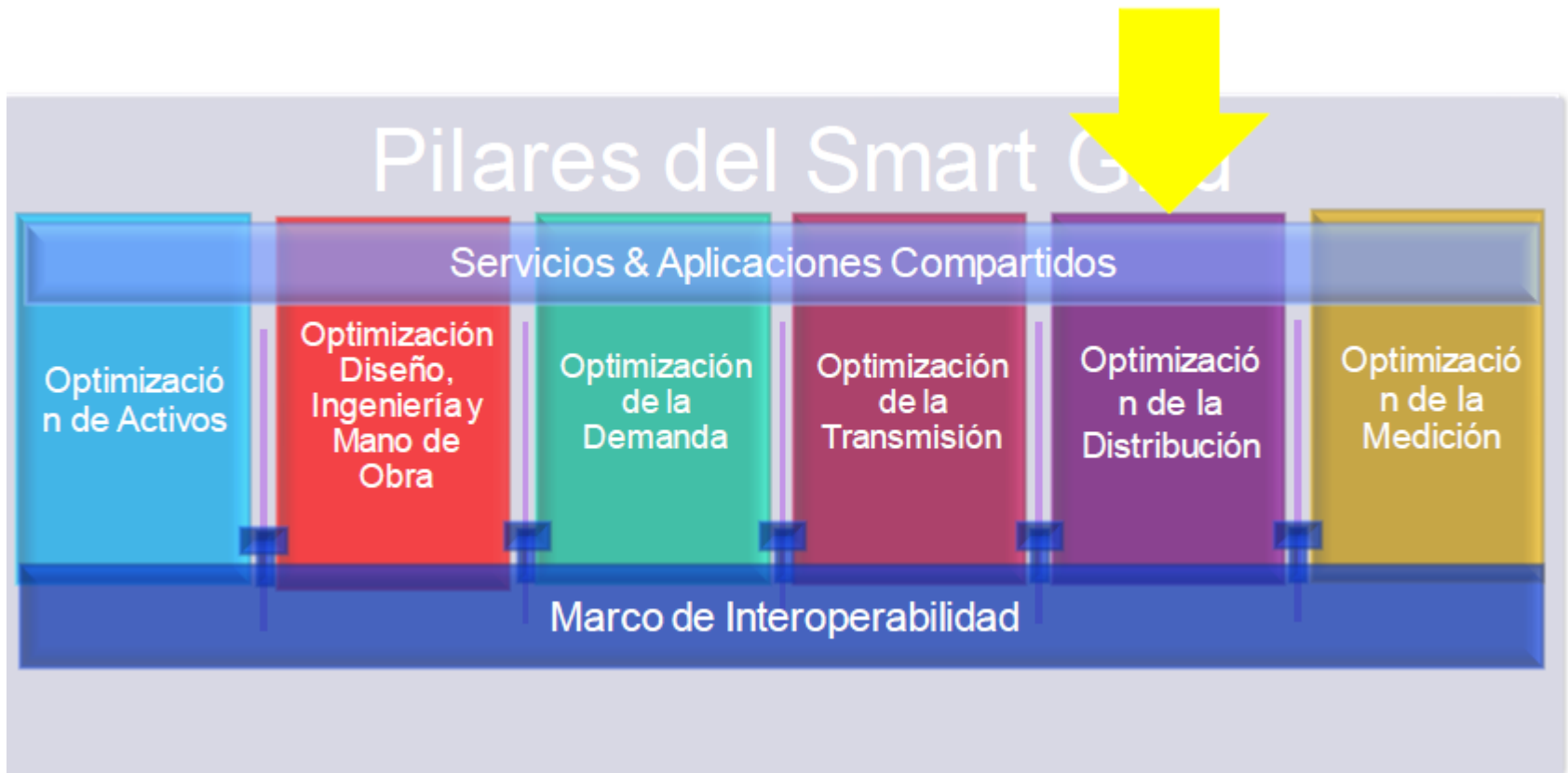


Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Pilares de la automatización en proyectos Smart Grid



Arquitecturas de Control



CONSTRUIAMOS FUTURO

Se requiere interoperabilidad



Arquitecturas de Control



CONSTRUIMOS FUTURO

Modelo EPRI independiente de la tecnología .

CIM: Common Information Model

Objetivo:

Desarrollar un conjunto de guías o especificaciones que permitan la creación de aplicaciones en el ambiente del Centro de Control «plug&play» de manera a evitar el desarrollo de interfaces entre diferentes aplicaciones de distintos fabricantes

Arquitecturas de Control

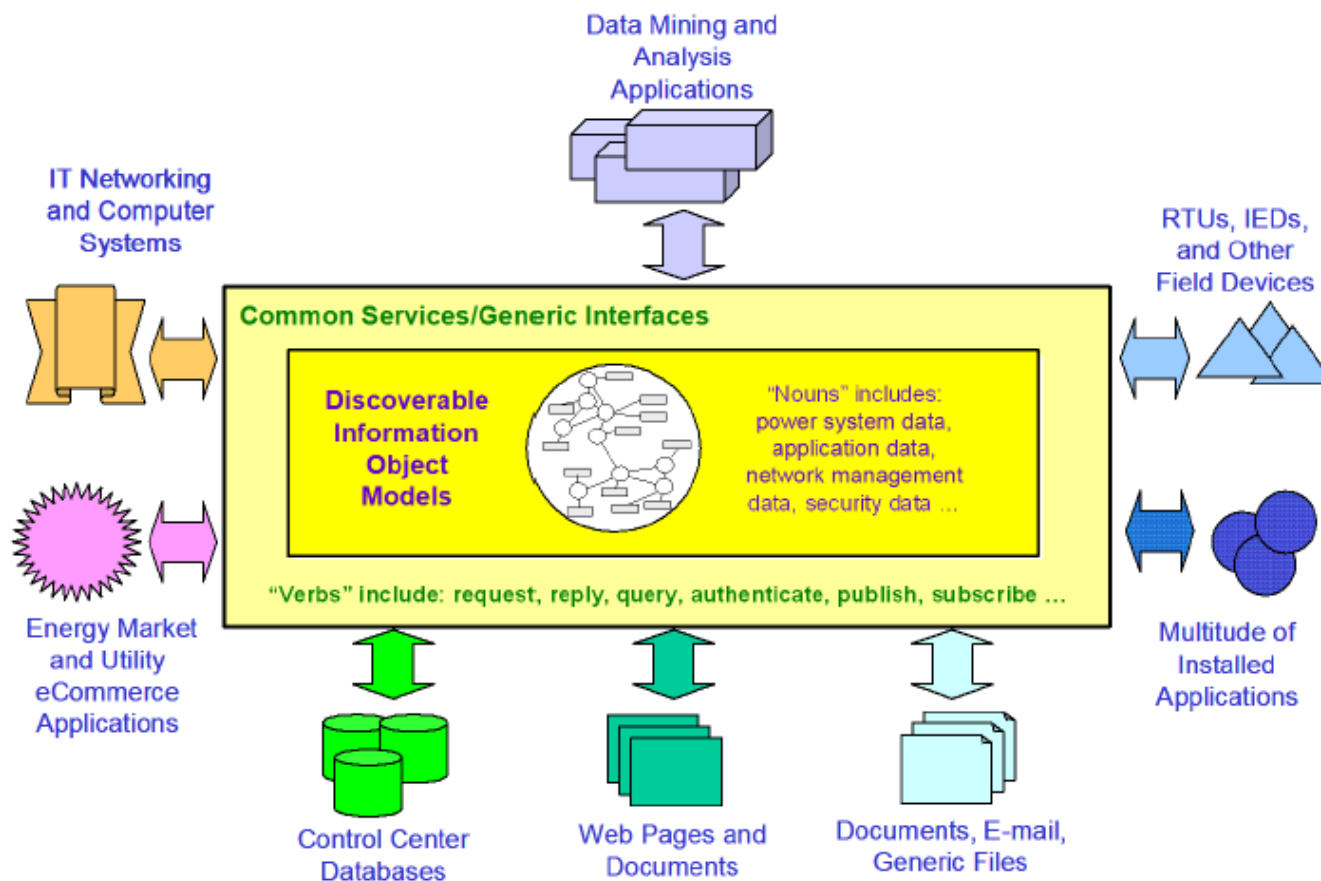


Universidad
Industrial de
Santander



CONSTRUIMOS FUTURO

Modelo EPRI independiente de la tecnología .
CIM: Common Information Model



Arquitecturas de Control



Universidad
Industrial de
Santander

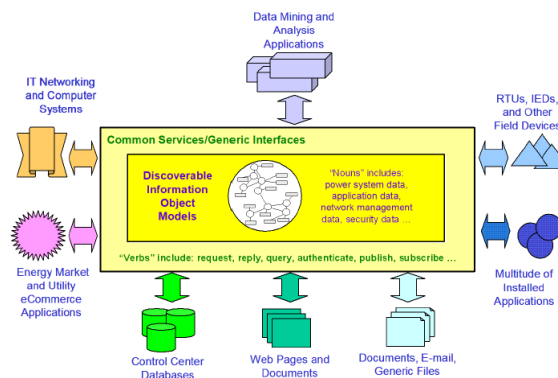


CONSTRUIAMOS FUTURO

Modelo EPRI independiente de la tecnología .

CMI: Common Information Model

- CMI es un estándar abierto para representar componentes del sistema de potencia
- Desarrollado para EPRI por el WG13 del IEC TC57 como parte del desarrollo de una API para EMS de centros de control.



Actividad de clase



- **Realizar un resumen del artículo asignado y presentarlo ante el grupo**
 - Resumen de la introducción
 - Síntesis de nuevos conceptos o aspectos relevantes
 - Presentación de la síntesis de los resultados mediante las tablas y figuras.

Actividad de clase



CONSTRUIAMOS FUTURO

• Lecturas

- Perez Duarte, D.; Kagan, N.; Gouvea, M.R.; Labronici, J.; Cezar Maia, F.; Barreto Neto, A., "Diagnosis of advanced distribution automation in the Brazilian electric sector distribution," Electricity Distribution (CIRED 2013), 22nd International Conference and Exhibition on , vol., no., pp.1,4, 10-13 June 2013
- Moreira, R.; Silva, Nuno; Leite, H., "Technical and economic assessment for deployment of distribution automation equipments - enabling self-healing strategies," Innovative Smart Grid Technologies (ISGT Europe), 2011 2nd IEEE PES International Conference and Exhibition on , vol., no., pp.1,8, 5-7 Dec. 2011
- A. Espinoza, S. González y B. Sierra, “Automatización de la distribución: Presente y Futuro”, 2011.
- L. Gallegos, C. Picasso y J. Gómez, “Tendencias en automatización de la distribución”, 2011.