

Trenes Argentinos
Operadora Ferroviaria

SISTEMA ATS LÍNEA ROCA

Síntesis, Conservación y Evaluación

**SEMINARIO TÉCNICO DE SISTEMA DE FRENADO AUTOMÁTICOS DE
TRENES EN EL MUNDO Y EN LA ARGENTINA**

ALAF Asociación Latinoamericana de Ferrocarriles
27 de Marzo de 2015
Buenos Aires Argentina

José E. Sánchez
Subgerente de Señalamiento
y Telecomunicaciones
Gerencia Ingeniería

INTRODUCCION



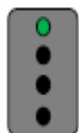
- La incorporación del Sistema ATS (Automatic Train Stop) en la Línea Roca ocurre con la llegada de la electrificación el 9 de noviembre de 1985, cumpliendo a la fecha casi 30 años de funcionamiento.

- La decisión de su implementación surge ante la necesidad de contar con un sistema de seguridad de apoyo a la conducción puesto que los trenes comenzaban a circular con elevada aceleración, velocidad de 120 Km/h e intervalos mínimos de 3 minutos regulados por el nuevo sistema de señalamiento.

GENERALIDADES DEL SISTEMA ATS

- ✓ Es un sistema de Control Puntual, permite una verificación continua de la velocidad que ha memorizado al paso de la señal transpuesta.
- ✓ El ATS actúa únicamente en Señales Principales.
- ✓ El sector electrificado de La línea Roca cuenta con un sistema de señalamiento de doble recubrimiento de cuatro aspectos, con una distancia de 500 m aproximadamente entre señales, cada aspecto representa un valor límite de velocidad operativa a respetar. En relación con el sistema ATS, los aspectos quedan separados en cinco etapas.
- ✓ Principio de Funcionamiento: Cuando un tren transpone una señal el sistema ATS de a bordo recibe la información del aspecto de la señal a través de la bobina de vía, la memoriza y la compara con la velocidad real del tren. Si la velocidad es menor a la de control, el tren continúa su marcha, si es mayor toma una acción, según corresponda, corte de tracción, freno de servicio o emergencia.

OPERACIÓN ATS SEGÚN EL ASPECTO DE SEÑAL



VERDE (V)

V_{lím op.} = 120 Km/h

V_{Corte Tracción} = 125 Km/h

VERDE (V): Por R.I.T.O. la velocidad máxima en trocha ancha y media es de 120 Km/h. El sistema ATS, a través del controlador, corta tracción a los 125 Km/h, cuando la velocidad se reduce a menos de 90 Km/h se restablece la tracción.



DOBLE ANARANJADO (NN)

V_{lím op.} = 80 Km/h

V_{Cotejo} = 85 Km/h

DOBLE ANARANJADO (NN): El tren deberá pasar por esta señal a una velocidad no mayor de 80 Km/h, una vez transpuesta la señal y haber transcurrido un tiempo establecido, se puede realizar el manejo como en el caso de una señal a verde (V).



ANARANJADO

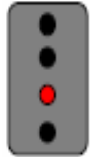
V_{lím op.} = 45 Km/h

V_{Cotejo} = 50 Km/h

ANARANJADO (N): El tren deberá pasar por esta señal a una velocidad no mayor de 45 Km/h, una vez transpuesta la señal y haber transcurrido un tiempo establecido, se puede realizar el manejo como en el caso de una señal a doble anaranjado (NN).

➤ *Cuando el tren pasa la señal NN ó N con velocidad superior a la de cotejo, 85 Km/h y 50 Km/h respectivamente, o si se acelera hasta velocidades superiores a las permitidas luego de transponer la señal se aplicarán los frenos de servicio, manteniendo esa situación hasta que el tren se detenga. El freno de servicio se libera con tren detenido presionando el pulsador de confirmación de ATS y al retornar la palanca de freno a la posición de afloje, pasando previamente por la posición de supresión o emergencia.*

OPERACIÓN ATS SEGÚN ASPECTO DE SEÑAL

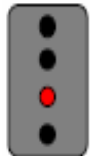


ROJO (R1)

V_{límite op.} = 15 Km/h

V_{Cortejo} = 20 Km/h

ROJO (R1): Se utiliza en señales automáticas (doble recubrimiento) y su significado indica parar ante la señal. Permite el paso del tren a una velocidad máxima de 15 Km/h. Se aplica emergencia si el tren pasa la señal a una velocidad mayor a la de control (20 Km/h) o la supera luego de haber pasado por la señal. El freno de emergencia se libera una vez que el tren se detuvo, presionando el pulsador de confirmación de ATS y llevando la palanca de freno, primero a la posición supresión o a emergencia y luego retornándola a la de afloje. La velocidad de 15 Km/h es almacenada en la memoria.

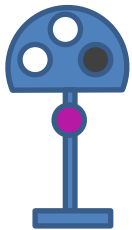


ROJO (R0)

V_{R0} = 0 Km/h

ROJO (R0): Se utiliza en señales de estación (comandadas) y en automáticas con la sección ocupada gobernada por la señal, su significado indica parar ante la señal. El freno de emergencia se aplica al pasar por la señal R0. Después que el tren se detuvo, presionando el botón de confirmación de ATS se pide reemplazar la señal leída R0 por R1, operándose luego de la misma manera que lo indicado para R1. El freno de emergencia se libera de igual manera que para R1.

En el caso de transponer una señal R0, presionando el botón de confirmación no se aplicará freno a una velocidad inferior a 10 Km/h.



MANIOBRA

V_{máx} = 25 Km/h

V_{Cortejo} = 30 Km/h

MANIOBRA: Se conmuta la llave de operación de “Vía Principal” a “Maniobra”, la velocidad queda limitada a 25 Km/h, en caso de superarse se aplica freno de servicio. Se restablece luego de que el tren pare, pulsando el botón de confirmación ATS y luego llevando la palanca de freno a la posición afloje luego de pasar por las posición de supresión o emergencia.

OPERACIÓN ATS SEGÚN ASPECTO DE SEÑAL

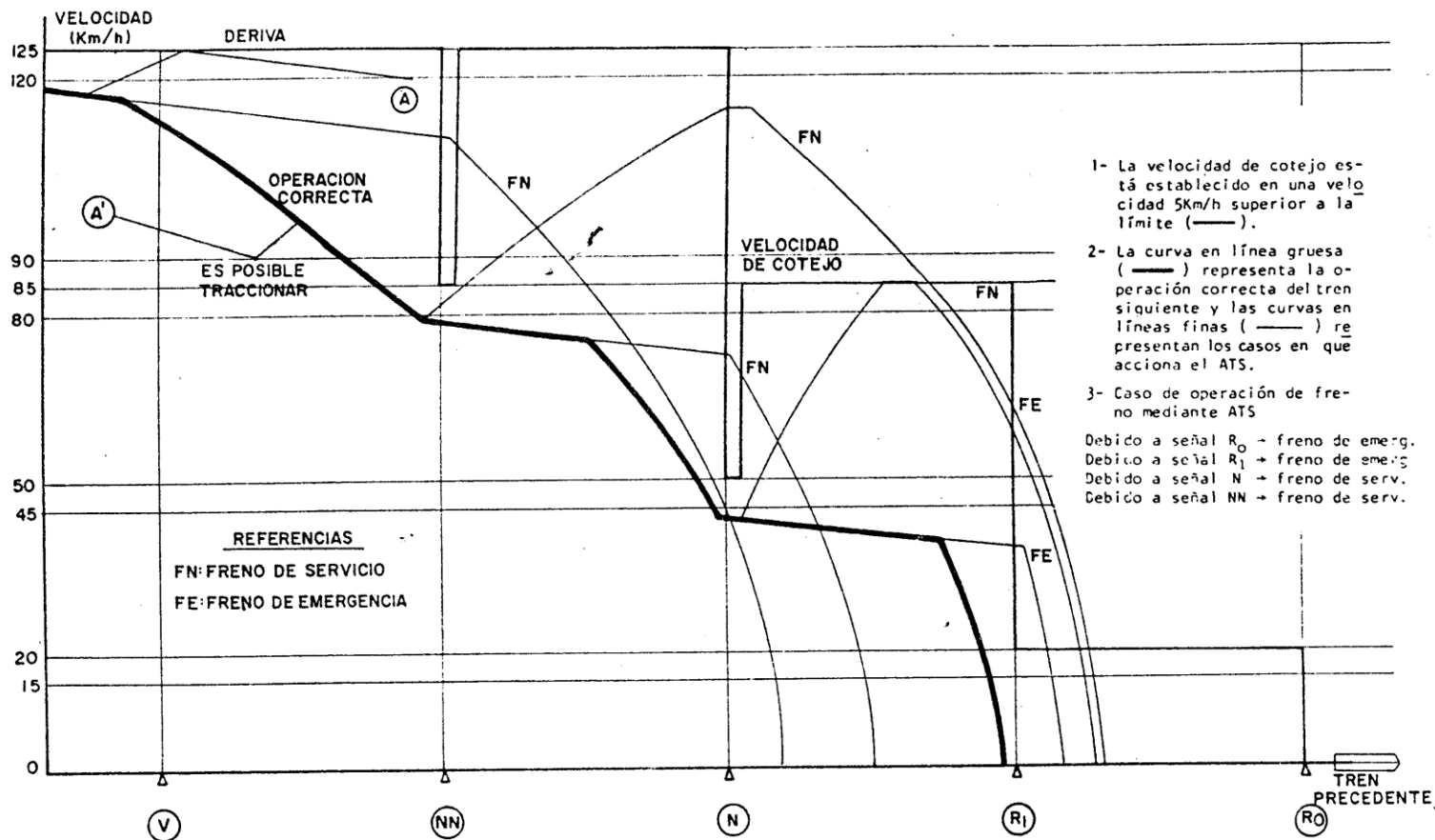


FIG.1(I) EJEMPLO DE CONTROL DE VELOCIDAD MEDIANTE SEMAFOROS DE BLOQUEO
 (CASO DE OPERACION A 120 Km/h)

OPERACIÓN ATS SEGÚN ASPECTO DE SEÑAL

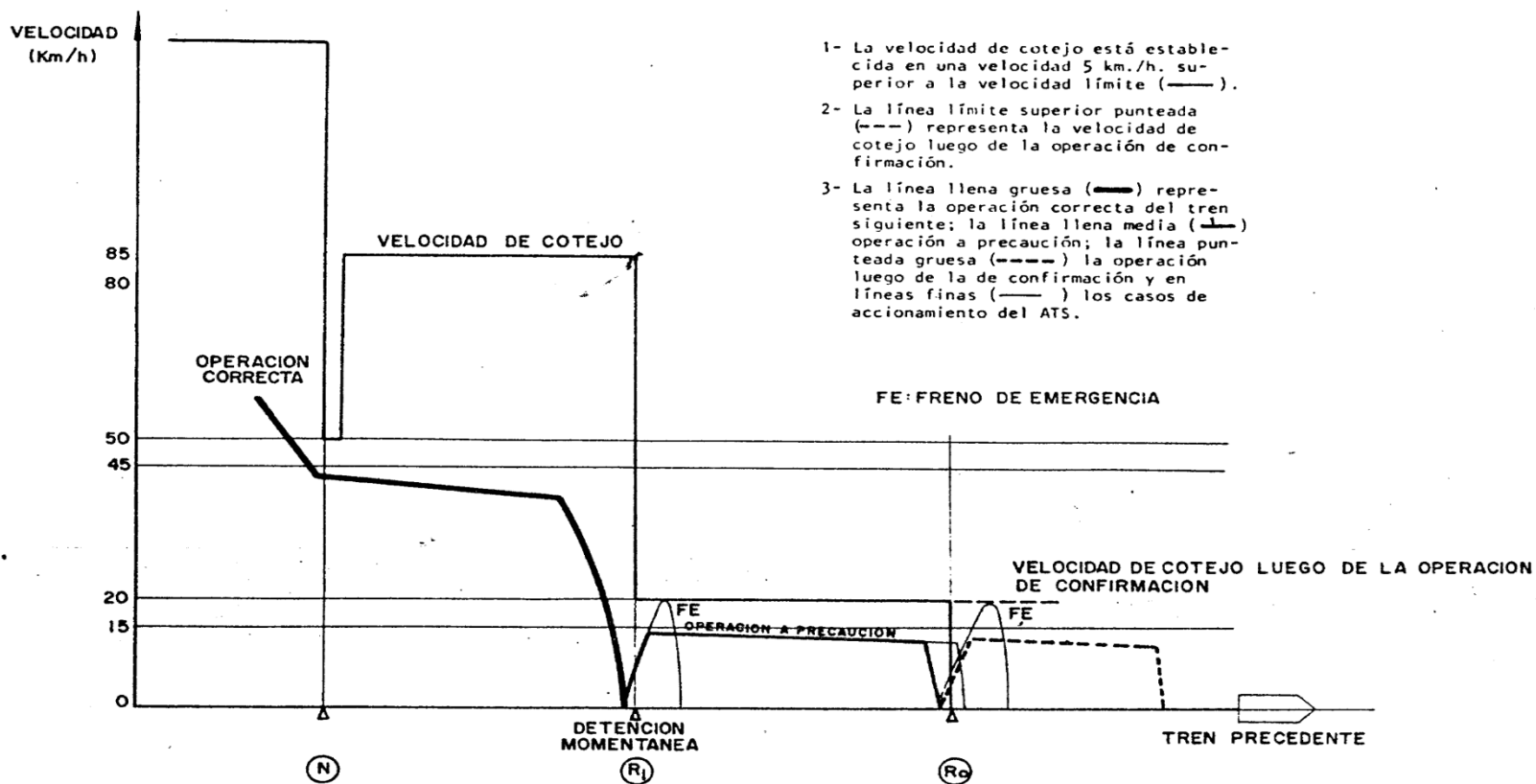


FIG.1(2)-EJEMPLO DE CONTROL DE VELOCIDAD MEDIANTE SEMAFOROS DE BLOQUEO (R₁ Y R₂)

COMPONENTES DEL SISTEMA ATS

EQUIPO DE A BORDO

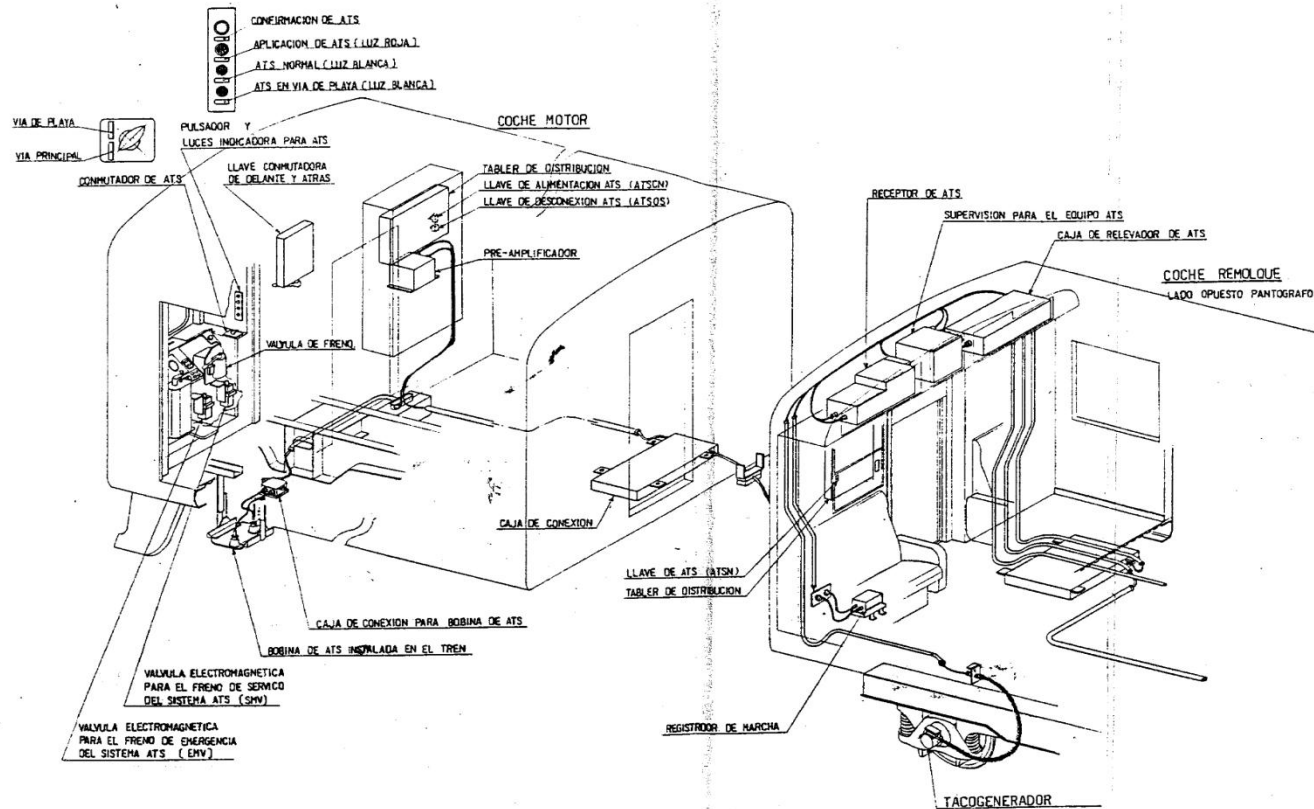


FIG. 4A-2 : DISPOSICION DE EQUIPOS DE ATS INSTALADO EN EL TREN

COMPONENTES DEL SISTEMA ATS

EQUIPO DE A BORDO

BOBINA RECEPTORA



Es una bobina de inducción que recibe la información proveniente de las bobinas de Vía. Tiene un primario y un secundario constituyendo un circuito oscilante realimentado por el receptor.

PREAMPLIFICADOR

Se compone de un amplificador para mejorar la relación S/N y el circuito de realimentación para la oscilación. La oscilación normal es de 78 KHz. Cuando la bobina pasa sobre una bobina asociada a una señal, se produce un acoplamiento llevando la frecuencia del oscilador del preamplificador a la frecuencia de resonancia del circuito oscilante fijo.



COMPONENTES DEL SISTEMA ATS

EQUIPO DE A BORDO

RECEPTOR ATS



Es un sistema de frecuencia modulada que recibe señales relacionadas con el aspecto de los semáforos a través de las bobinas asociadas y envía una señal a la parte de control del ATS. Posee cinco amplificadores sintonizados a la frecuencia de las señales de control del ATS.

COMPONENTES DEL SISTEMA ATS

EQUIPO DE A BORDO

CONTROL DE VELOCIDAD



El Control de velocidad o cotejador es la parte más importante del sistema ATS. Determina los límites de velocidad a través de la información proveniente del receptor del ATS, de la velocidad del Tacogenerador, y de los estados de operación asignados por el conductor del tren, los procesa y envía señales de control para los frenos.

Además, incorpora el registrador de eventos en memoria RAM, Odómetro y Contador de Operaciones.

COMPONENTES DEL SISTEMA ATS

EQUIPO DE A BORDO

CAJA DE RELEVADORES



Incorpora la fuente de alimentación estabilizada y la interface entre los dispositivos de control y el sistema de freno

VELOCÍMETRO



El sistema medidor de velocidad convierte la corriente alterna de salida del tacogenerador en corriente continua para activar el velocímetro. El tacogenerador es del tipo de inducción accionado por la rotación de las ruedas, se encuentra instalado en el extremo del eje no motriz.

COMPONENTES DEL SISTEMA ATS

EQUIPO DE A BORDO

PANEL DE CONFIRMACIÓN E INDICACIÓN



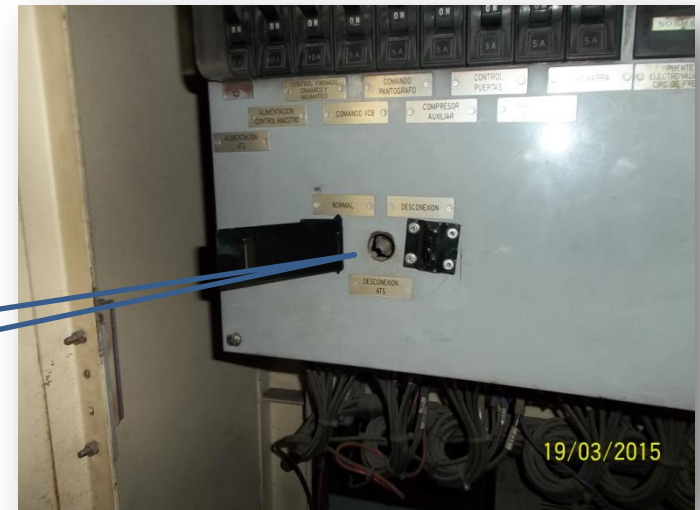
Botón de Confirmación de Actuación ATS

Aplicación ATS – Luz Roja

ATS Normal – Luz Blanca

ATS En Vía de Playa – Luz Blanca

Llave de Desconexión ATS



COMPONENTES DEL SISTEMA ATS

EQUIPOS EN VÍA

Caja de Relevadores de control.



Bobina de Vía



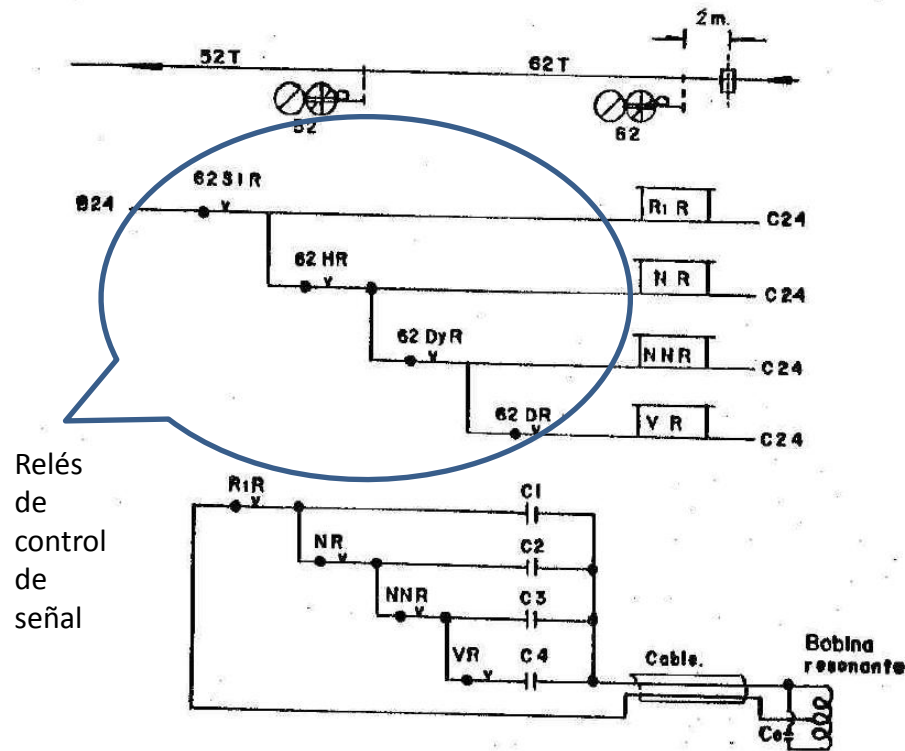
COMPONENTES DEL SISTEMA ATS

PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE LA BOBINA DE VÍA

ASPECTOS DEL SEMAFORO	FRECUENCIA DE RESONANCIA [KHz]	Q EN FRECUENCIA RESONANTE	RELACION ENTRE LA VELOCIDAD DEL TREN Y LA APLICACION DE LOS FRENOS
R0	130	> 150	Aplicación de Freno de emergencia
R1	122	> 130	Se aplica el freno de emergencia si la velocidad es mayor de 15 Km/h
N	114	> 130	Se aplica el freno de servicio si la velocidad es mayor de 45 Km/h
NN	106	> 130	Se aplica el freno de servicio si la velocidad es mayor de 80 Km/h
V	98	> 130	Se corta tracción

COMPONENTES DEL SISTEMA ATS

FUNCIONAMIENTO DE LA BOBINA DE VÍA

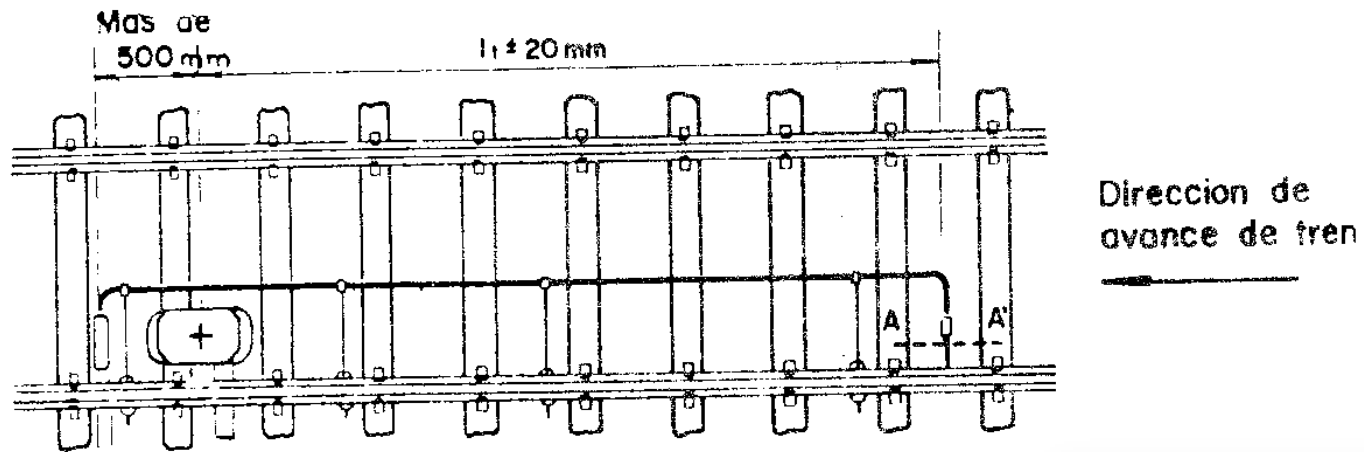


La frecuencia resonante dependerá del aspecto de la señal. A través del control de la señal se controlan los relés de control del ATS.

Cuando el tren ocupa el CV 62T, la señal 62 pasará a R₀ y todos los relés se desenergizarán, por lo tanto la bobina toma la frecuencia natural de resonancia de 130 KHz. A medida que el tren avanza, se desocupará el circuito de vía de control de la Señal 62, energizando el relé R₁R a través del contacto 62SIR, adicionando el capacitor C1 en paralelo con la bobina, el cual modifica la frecuencia de resonancia a 122 KHz (R₁), y así sucesivamente.

COMPONENTES DEL SISTEMA ATS

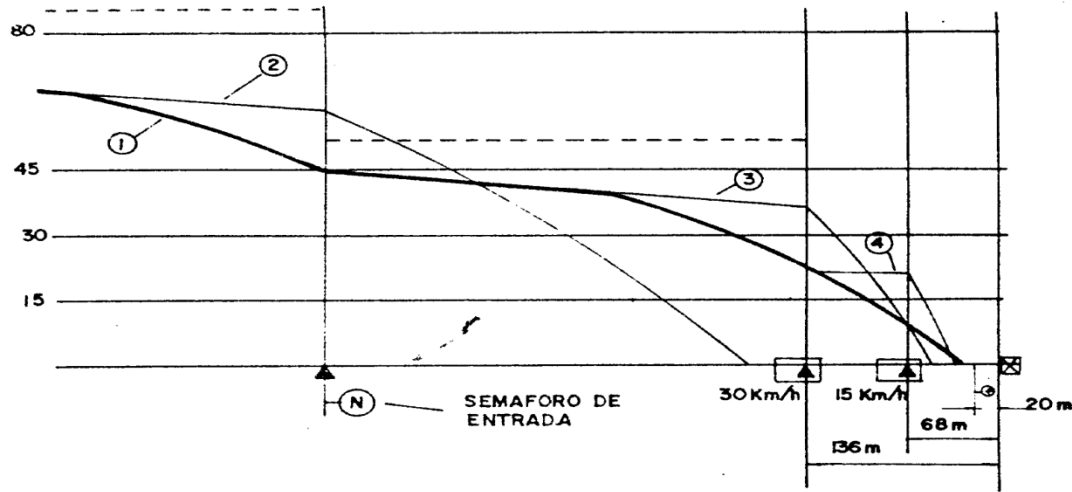
COTEJADOR DE VELOCIDAD PARA ESTACIONES TERMINALES CON PARAGOLPES



Verifica que la velocidad del tren no sea superior a 30 Km/h a una distancia de 136 metros respecto a la posición de detención y a 68 m de 15 Km/h. Si el tren supera dichas velocidades, se aplica emergencia. Para aflojar frenos, el conductor debe confirmar la activación y proceder como en todos los casos, luego podrá continuar por debajo de 15 Km/h.



OPERACIÓN ATS SEGÚN ASPECTO DE SEÑAL



DISPOSITIVO DE PARADA EN VIAS CON PARAGOLPES

CLASIFICACION	FUNCIONAMIENTO	VELOCIDAD DEL TREN AL LLEGAR A LA BOBINA RESONANTE	ASPECTO
DETECCION 30 Km/h	SE MIDE EL TIEMPO QUE TARDA LA BORINA DEL TREN, DESDE QUE INGRESA A LA BOBINA LAZO DEL DISPOSITIVO DETECTOR HASTA QUE LLEGA A LA BOBINA RESONANTE	$V \geq 30 \text{ Km/h}$	R _o
		$V < 30 \text{ Km/h}$	V
DETF A 15 Km/h		$V \geq 15 \text{ Km/h}$	R _o
		$V < 15 \text{ Km/h}$	V

FIGURA 3 - CONTROL DE LA CONDUCCION CON EL DISPOSITIVO DE PARADA EN VIAS CON PARAGOLPES

CONSERVACIÓN DEL SISTEMA ATS

EQUIPAMIENTO DE A BORDO

Durante los casi 30 años de servicio el mantenimiento de los equipos de a bordo no representaron un factor de riesgo para la conservación. El único módulo afectado es el registrador de eventos, por discontinuarse la fabricación de ciertos componentes, como las memorias RAM. Las razones principales de este buen resultado son las siguientes:

- ✓ EL contrato incluyó la transferencia de la información necesaria y herramientas para mantener el sistema.
- ✓ EL sistema se compone de elementos discretos de adquisición en el mercado nacional.
- ✓ Las fallas en general son producidas por elementos que sufren envejecimiento, por ejemplo los capacitores.
- ✓ Solo son requeridos al proveedor original los elementos tales como los tacogeneradores y bobinas, aunque de esta última hubo un desarrollo nacional.

CONSERVACIÓN DEL SISTEMA ATS

EQUIPAMIENTO DE VÍA

Bobinas de Vía y cajas de Control

Sin duda el elemento crítico del sistema ATS fue la bobina de vía. Podemos separar los motivos en ajenos y propios:

Ajenos:

- ✓ Rotura de la bobina por hierros a la rastra del Material Rodante
- ✓ Rotura de la bobina por vandalismos
- ✓ Roturas por obras de renovación de vías
- ✓ Robos de cajas de control y cables de conexión con el control de señales. Las bobinas no fueron causa de robo debido al escaso material de Cu y a lo complicado de su extracción.

Se adoptaron medios de protección para prevenir los daños ajenos, los cuales dieron buenos resultados:

- Ocultamiento de la bobina de vía por medio de un cobertor de plástico reforzado
- Enterrado y hormigonado del cable de control

Propios:

- ✓ Si bien la bobina original demostró estabilidad por largos años, la pérdida de Q (factor de mérito) por envejecimiento de sus materiales fue la más importante, en especial por el capacitor interno. En la actualidad aun se encuentran instaladas bobinas originales.

CONSERVACIÓN DEL SISTEMA ATS

EQUIPAMIENTO DE VÍA

Bobinas de Vía y cajas de Control

La conservación de los elementos de vía fue una tarea compleja desde el punto de vista de la provisión de la propia bobina y caja de control:

✓ Al momento de la concesión de la Línea Roca por el año 1995 ya se contaba con un faltante cercano a 60 bobinas de vía de un total de 204 unidades instaladas. A tal efecto, se licitó la compra de esa cantidad más 30 cajas de control, siendo la empresa nacional APEX la firma adjudicataria. No obstante, la empresa APEX a esa fecha no contaba con la homologación de los elementos licitados, por lo cual la licitación no progresó.

✓ Por el año 1999, el concesionario sale a la compra de dichos elementos, contratándose para la provisión a la Firma Marubeni. Contando los tiempos administrativos, de fabricación, traslado e importación, el equipamiento llega al país a fines del 2001. En esa instancia, el concesionario debe hacer frente a la crisis financiera y el material queda en depósito de aduana.

CONSERVACIÓN DEL SISTEMA ATS

EQUIPAMIENTO DE VÍA

Bobinas de Vía y cajas de Control

✓ Luego de la crisis y gracias al impulso del compra nacional, se retomó contacto con la empresa APEX y se acordó con la CNRT el proceso para la homologación del producto, siendo el INTI quien ensayaría los materiales y el CENACAF quien avalaría la condición funcional.

Establecidos los procesos de ensayos, se probó un prototipo en la vía por el término de aproximadamente un año, al cual se le efectuaron mediciones periódicas de sus parámetros. Por el año 2006 se adquieren los primeros lotes de bobina y cajas de relé nacionales, los cuales se instalaron funcionando hasta la fecha.

✓ En gestión de UGOFE se efectuó una compra importante de bobinas y cajas de control a la firma APEX necesarias para normalizar las instalaciones que al momento sumaban alrededor de 120 bobinas fuera de servicio. Por otro lado, la electrificación de las vías 1 y 2 Plaza C. – Temperley incluyó la provisión e instalación de las bobinas ATS de vía con su correspondiente caja de control.

CONSERVACIÓN DEL SISTEMA ATS

DESARROLLO NACIONAL BOBINA ATS Y CAJA DE CONTROL

Caja de Control en mesa vibratoria en Laboratorio del INTI



Medición de parámetros de Bobina ATS



CONSERVACIÓN DEL SISTEMA ATS

EQUIPAMIENTO DE VÍA

Bobinas de Vía y cajas de Control

✓ A la fecha se encuentra funcionando la totalidad de las bobinas de vía.

Equipo Cotejador de Velocidad para estaciones terminales con paragolpes:

✓ Estos equipos presentaron un funcionamiento noble a lo largo de los años. Algunos equipos presentaron fallas luego de varios años de uso, reemplazándolos por equipos de repuesto, o reparándolos, ya que están contruidos con electrónica discreta, generalmente la falla se produce por capacitores fuera de valor por envejecimiento.

EVALUACION DEL SISTEMA ATS

VIRTUDES

- ✓ El sistema ATS en la Línea Roca a desempeñado un rol importante en la prevención de accidentes durante los casi 30 años de su utilización.
- ✓ Es un sistema flexible, se adapta a nuevas configuraciones de vías y trayectos. No posee programas almacenados ni registros de ubicación de balizas (bobinas).
- ✓ Se logró mantenerlo desde su implementación al contar con la documentación técnica necesaria y estar construido con tecnología accesible en el país, sin dependencia del fabricante.
- ✓ La empresa Nippon Signal a través de Marubeni Argentina, comercializa equipos compatible con el sistema ATS instalado en la Línea Roca.
- ✓ Al operar en un sistema con doble recubrimiento, el sistema ATS brinda una condición segura para la protección de los trenes.
- ✓ Es un sistema económico frente a otras soluciones (Su costo de implementación representa aproximadamente un 20% de un ETCS L1, aunque un sistema ETCS L1 representa un grado de protección superior.

EVALUACION DEL SISTEMA ATS

DESVENTAJAS

✓ Si bien el sistema ATS se encuentra construido basándose en criterios de seguridad, (por ejemplo: si se corta la comunicación con la bobina del tren o del taco generador el sistema aplica freno de emergencia), no posee un registro de la ubicación de cada bobina instalada en la Vía, solo se remite a leer el estado de cada bobina sin información adicional. Si por algún motivo una de las bobinas es retirada de la vía, el sistema de a bordo no leerá la condición que se encuentra la señal, generando una situación de inseguridad en la operación del Tren. En este aspecto, el sistema no se comporta Fail Safe.

Esto toma riesgo importante ante la falta de la bobina en condición R1 (automática) o R0 (doble recubrimiento) de estación.

La condición anterior podría haber sido salvada mediante un dispositivo que como ejemplo disponga la señal a peligro y dé aviso al personal de Control Trenes y Mantenimiento ante la pérdida de una bobina.

CONTINUIDAD DEL SISTEMA ATS

Con el advenimiento de la electrificación Avellaneda - La Plata con financiamiento del BID, la cual incluye la instalación de un nuevo Señalamiento de última generación ERTMS – ETCS L1, induce a pensar cual será el destino del sistema ATS existente en la Línea Roca.

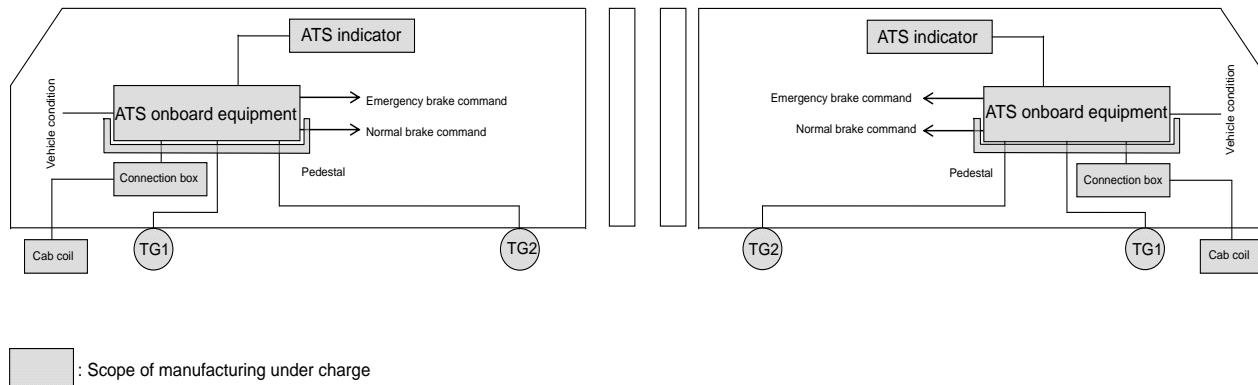
Lógicamente el nuevo sistema a instalar sienta las bases definitorias para el futuro señalamiento. No obstante, existirá una etapa de transición, tanto para la obra del nuevo señalamiento como para la implementación en el resto de la Línea, que se deberá salvar mediante la continuidad del sistema ATS.

En tal sentido, se ha contratado a la firma Marubeni el siguiente equipamiento:

- ✓ 94 equipos ATS de a bordo para equipar los nuevos trenes Chinos CSR para que puedan circular protegidos en el actual sector electrificado de la línea Roca
- ✓ 10 unidades de equipos ATS Cotejadores para equipar las plataformas de Plaza C. del sector diesel y las de La Plata.
- ✓ 121 bobinas de vía ATS con su correspondiente caja de control para acondicionar el señalamiento existente en los corredores a electrificar.

DETALLE DEL NUEVO SISTEMA ATS

Es un sistema actualizado en el cual se introduce el procesamiento de espectro ensanchado "Spectrum spread" y tiene compatibilidad funcional con el equipamiento de vía instalado en la Línea Roca. Su disposición en el MR es la siguiente:



DETALLE DEL NUEVO SISTEMA ATS

CURVAS DE OPERACIÓN

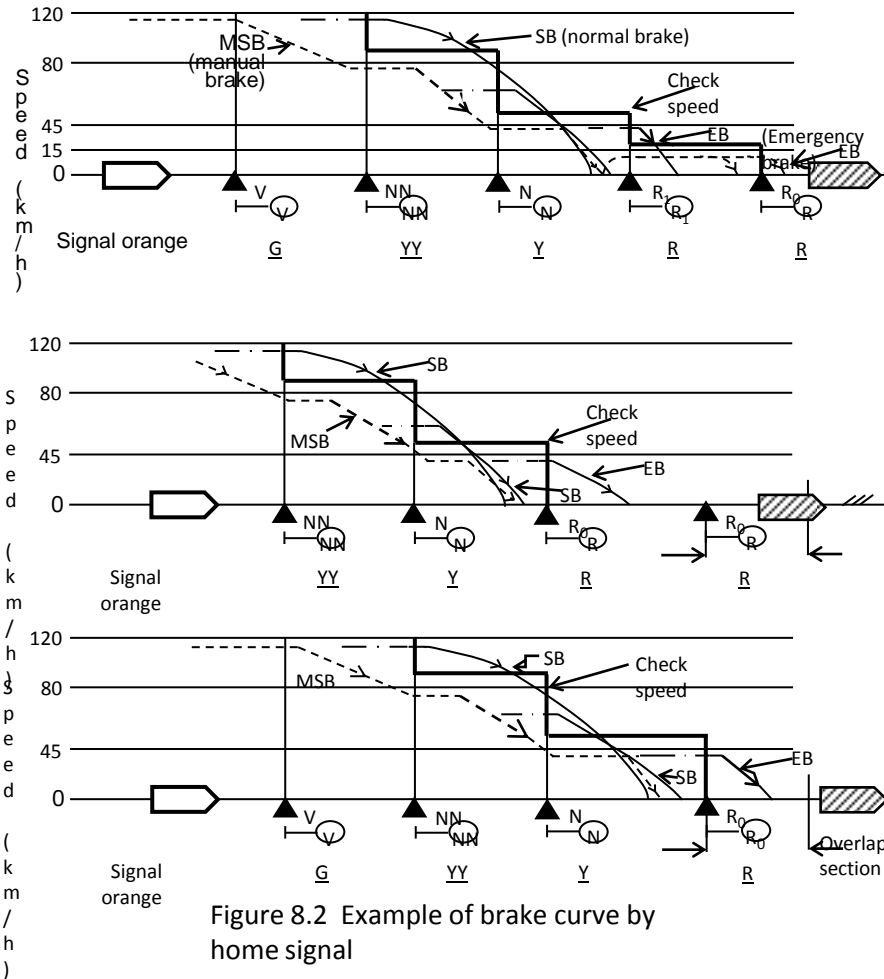


Figure 8.2 Example of brake curve by home signal

COMENTARIO FINAL

- ✓ El sistema ATS instalado en la Línea Roca ha demostrado su efectividad para prevenir accidentes a lo largo de casi 30 años de servicio, con un bajo costo operativo, mantenido por el personal del propio ferrocarril.
- ✓ Al ser un producto que tiene continuidad en el mercado, es una opción válida para equipar otras líneas ferroviarias de la Argentina que no justifique un sistema de mayor jerarquía y se encuentren en un programa de mejora de Lay Out.

FIN