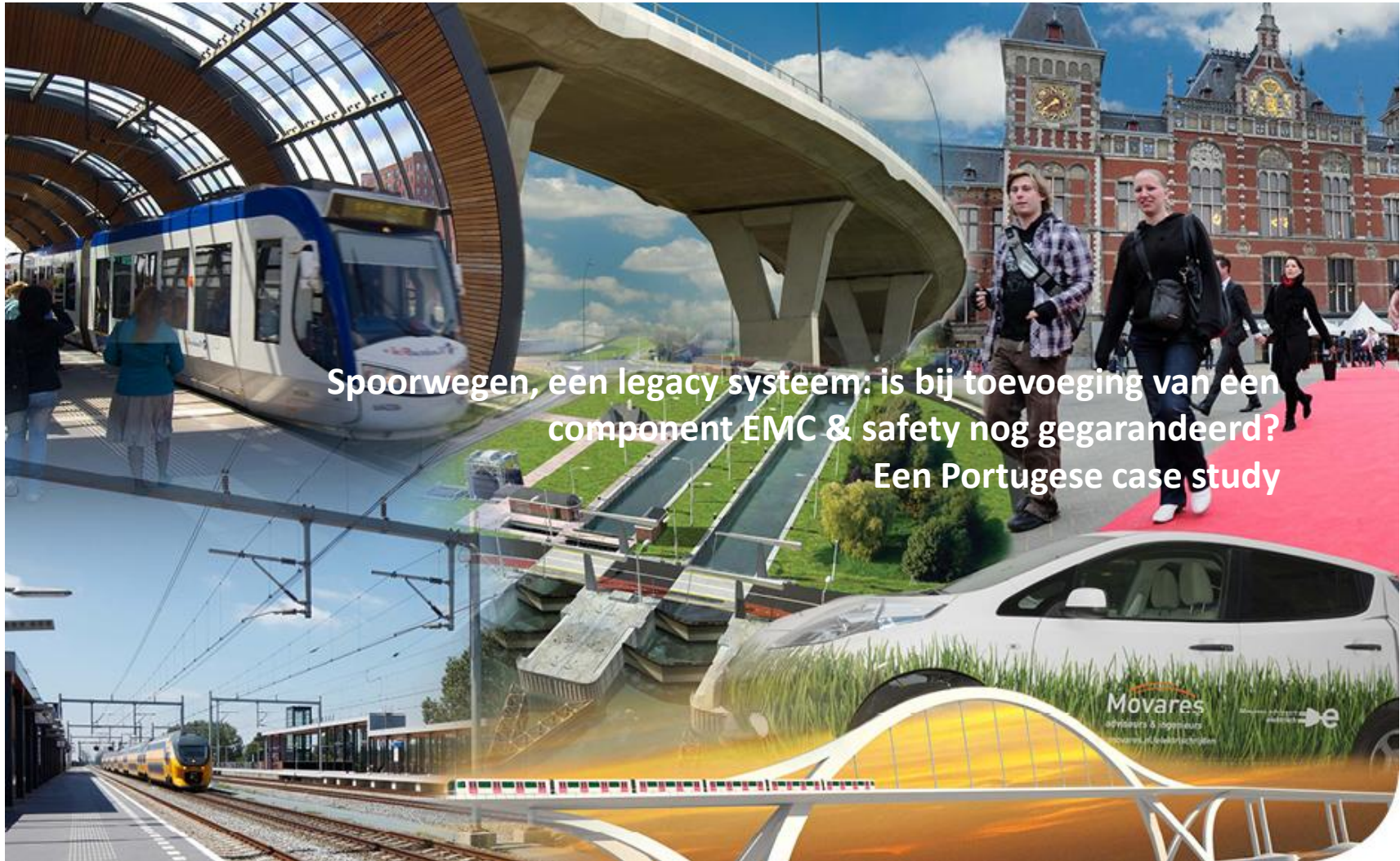


*Erwin Smulders, 4 november 2014, Amsterdam*



Spoorwegen, een legacy systeem: is bij toevoeging van een component EMC & safety nog gegarandeerd?  
Een Portugese case study

- Introductie Movares
- EMC in spoorwegland
  - Legacy systeem
  - Normkader
  - Safety
- Portugal
- Refurbishment UTE
  - Harmonischen
  - Resonanties
- Homologatie LE4700
  - Treindetectie
- Conclusies
- Vragen

- Bureau van adviseurs & ingenieurs
- Omzet 2013 ca. 150 miljoen euro
- 1200 fte werkzaam
- Onze ambitie:  
*Wij willen hét bureau zijn van vormgevers voor een bereikbare en leefbare omgeving*

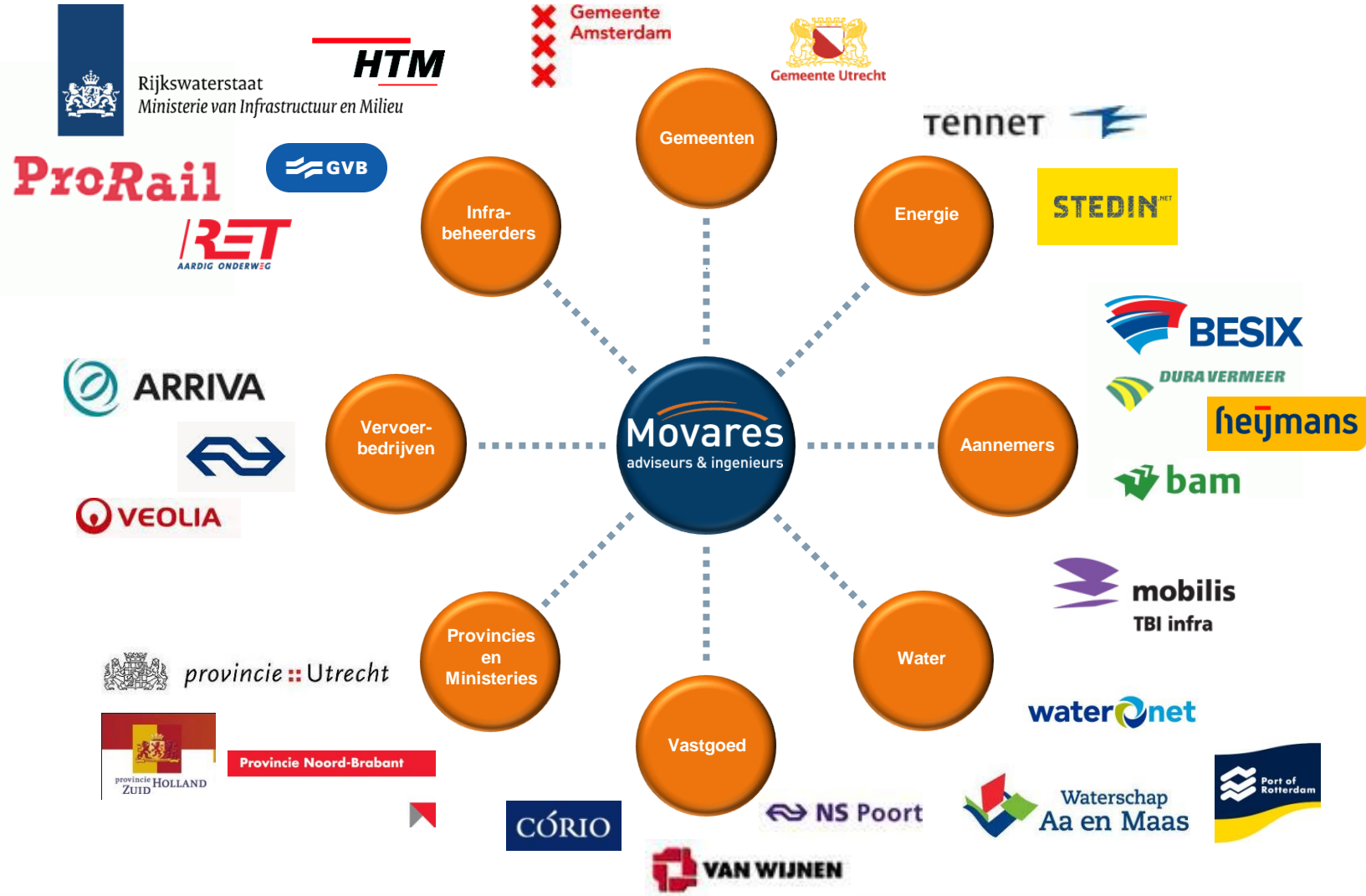


## TOP 50 2013 INGENIEURSBUREAUS

Bedrijfsopbrengsten en bedrijfsresultaat in miljoenen euro's. Omzet en loon per werknemer in duizenden euro's.

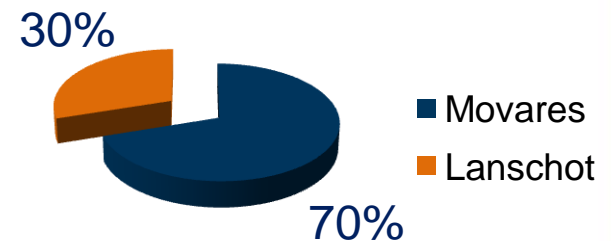
	bedrijfsopbrengsten 2012	bedrijfsopbrengsten 2011	% verandering	werknemers 2012 in fte	werknemers 2011 in fte	omzet per werknemer 2012	omzet per werknemer 2011	bedrijfsresultaat 2012	bedrijfsresultaat 2011	www	
1	Fugro, Leidschendam	2953	2578	15	14391	13749	205	45	417,3	349,3	fugro.com
2	Arcadis, Amsterdam	2544	2017	26	20283	16486	125	62	151,5	139,0	arcadis.com
3	Grontmij, De Bilt	890	917	-3	8364	8579	106	50	-6,1	-40,3	grontmij.com
4	Royal HaskoningDHV, Amersfoort	704			7074		100	47	-16,3		royalhaskoningdhv.com
5	Oranjewoud, Gouda*	443	440	1	3471	3350	128	48	13,1	14,2	oranjewoud.nl
6	Tebodin, Den Haag	229	191	20	3441	2946	67	36	20,7	14,0	tebodind.com
7	Movares, Utrecht	129	159	-18	1114	1442	116	65	8,1	6,2	movares.nl
8	Iv-Groep, Papendrecht	115	118	-3	897	903	128	64	8,4	6,3	iv-groep.nl
9	Tauw Group, Deventer	114	113	1	998	1034	37	37	-3,5	1,6	tauw.nl





## Onze kernwaarde 'betrokken'

- Betrokken bij de wereld waar we in leven
- Betrokken bij de vraagstelling van de klant
- Samenwerking met partners
- Bewust MVO
- Movares Foundation
- Meerderheid aandelen in handen van medewerkers



## Onze kernwaarde 'vernieuwend'

- Innovatie zit in de genen van Movares
- Innovatiestudio's
  - Zo veel mogelijk met klanten
  - Divisieoverstijgend en met externe partners
  - Bussinessgerelateerd
- Grensverleggend, creatief, verrassend



## Onze kernwaarde 'duurzaam'

- Betrokken bij een toekomstbestendige samenleving
- Duurzaam ondernemend
  - 5<sup>e</sup> trede CO<sub>2</sub>-ladder
  - ISO 9001
  - ISO 14001
  - 100% neutrale CO<sub>2</sub>-organisatie
- Sociale innovatie (proeftuinen)



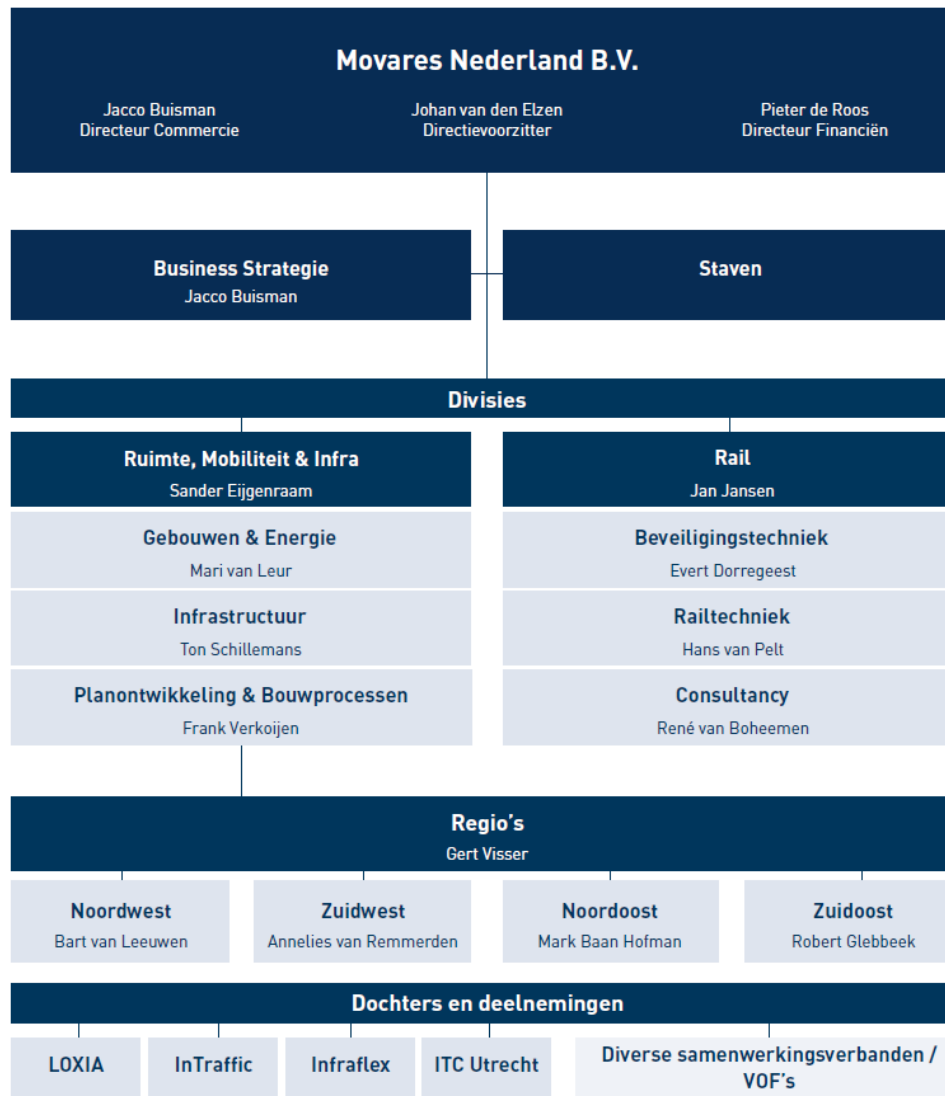
**Duurzameleverancier.nl**

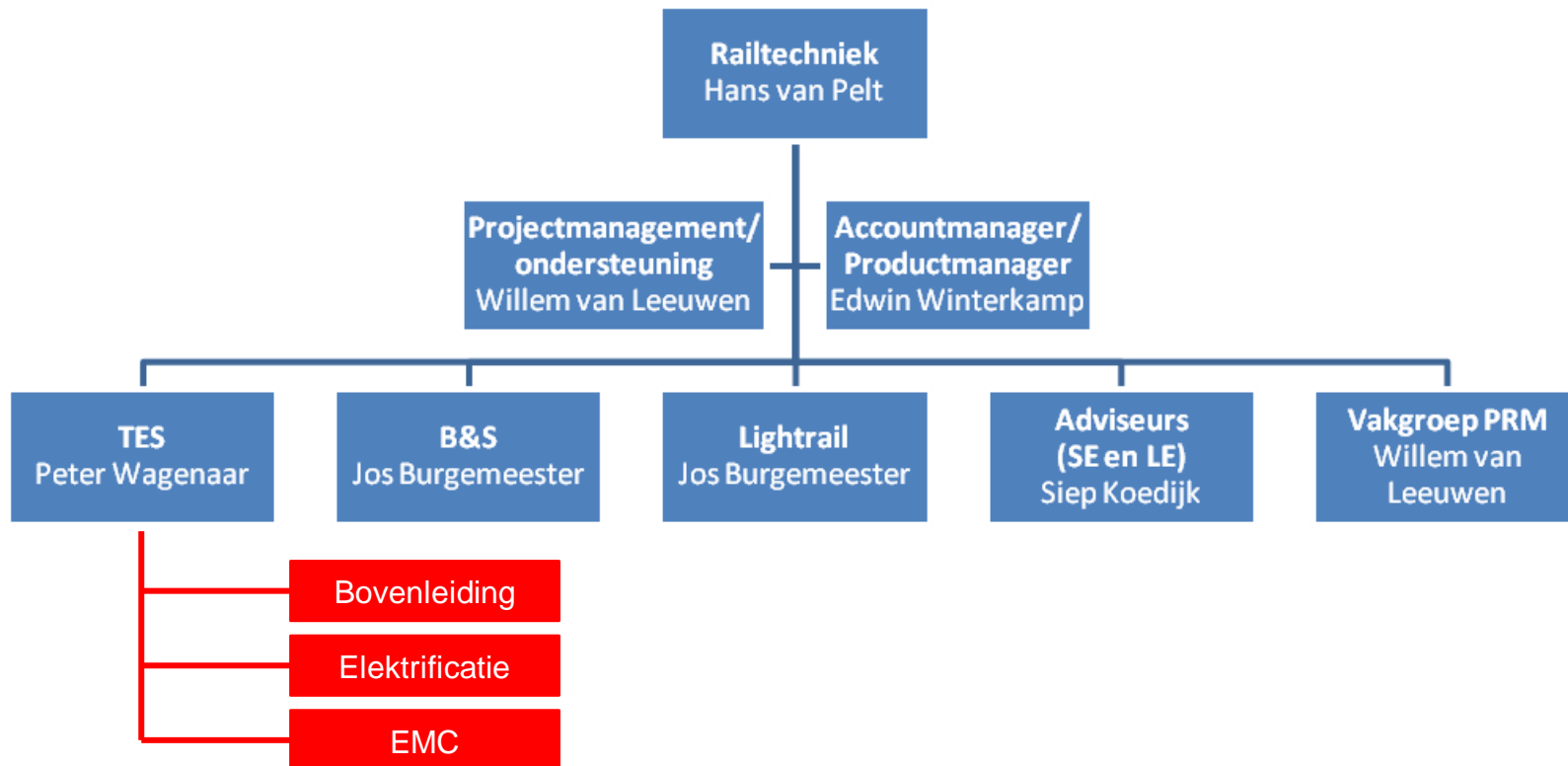


- Integraal, specialistisch bureau; alle deskundigheid onder één dak
- Veel ervaring in 'bouwen met de winkel open'
- Sterk in raakvlakmanagement
- Excellent kennisnetwerk
- Regionale kennis en context









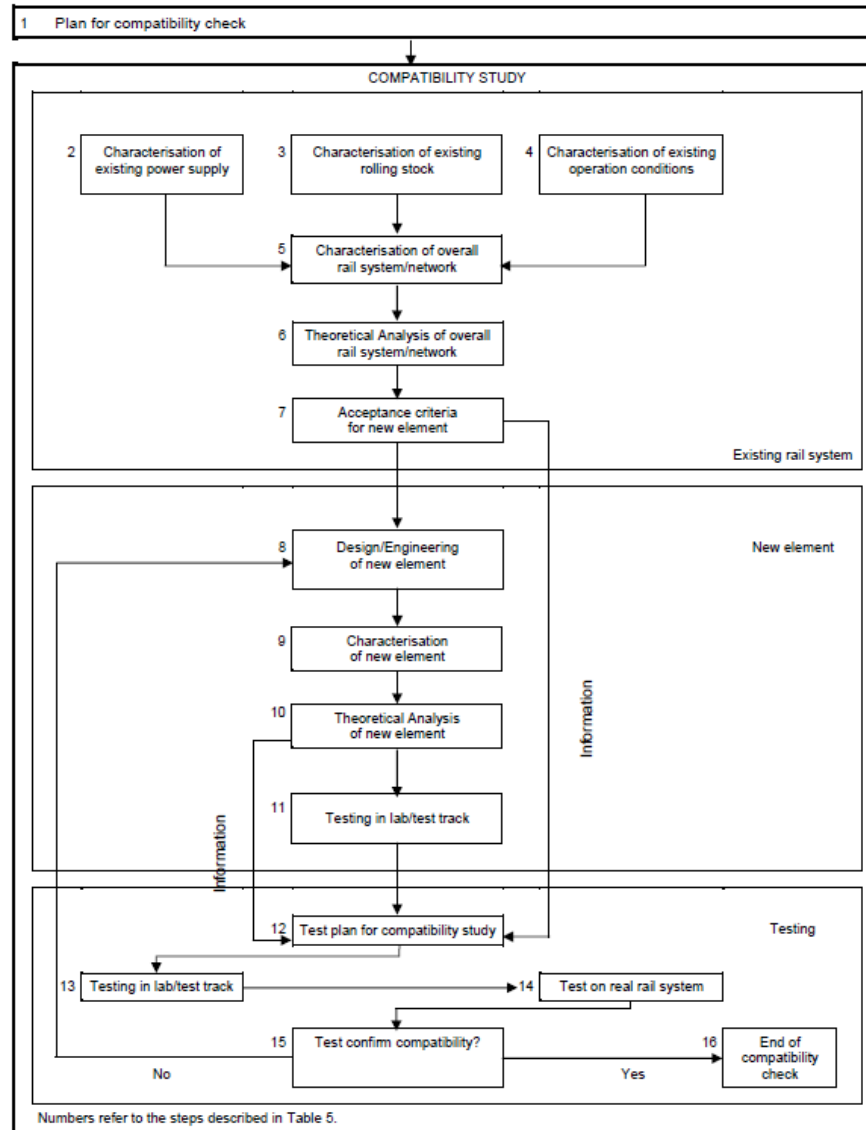
- Spoorwegen stammen uit 19<sup>e</sup> eeuw
- Complex systeem
- Continu nieuwe systemen toegevoegd
- Safety van groot belang
  - SIL-4 systemen: THR  $10^{-8}$  –  $10^{-9}$  /h
- Sinds liberalisering van de markt veel partijen:
  - Overheid (NL Ministerie I & M)
  - NoBo
  - ISA
  - TOC
  - Infrastructuurbeheerder
  - Leverancier
  - Ingenieursbureau
  - Testlaboratorium

- Normen
- EN 50121-1 t/m 5
  - Radiated emission
- EN 50122-1 & 2
  - Infra, geen materieel
- EN 50238
  - Interactie materieel – treindetectie
  - Procesnorm
- EN 50388
  - Voedingssysteem
  - Interactie materieel – voedingssysteem
  - Procesnorm



# Portugal, case study

## EMC in Spoorwegland



EN 50388:

Proces is beschreven

Maar:

Niemand doet het !

### Safety

- Mens
  - Aanraakveiligheid
- Systemen
  - Radiated emission
  - Conducted emission
- Systeem interactie
  - Treindetectie
  - Treinbeïnvloeding
  - SIL-4 systemen
  - Tractie-energievoorziening
  - Overspanningen

- Refurbishment UTE Silicio



- Introductie (homologatie) LE 4700

# Portugal, case study

## Refurbishment UTE Silicio

- Bestaand materieel
- Nieuw interieur
- Nieuwe cabine
- Airco
- Nieuwe tractie installatie
- Homologatie proces niet noodzakelijk geacht,...



# Portugal, case study

## Refurbishment UTE Silicio

Maar:

- Prototype lijkt OK
- Volledige introductie
- Overspanningen
- Defecten in Infra (transformatoren, overspanningsafleiders)
- Defecten in ander materieel
- Resonanties

Na lang aarzelen:

- Metingen
- Gestructureerde studie

Transformator  
Pendoluso



# Portugal, case study

## Refurbishment UTE Silicio



Spanningstransformatoren  
BVL, 25 kV



# Portugal, case study

## Refurbishment UTE Silicio

Oplossing:

- Kies andere schakelfrequentie
- Maar welke?
- Wellicht andere onderstations met problemen?
- Studie voor het hele Portugese net is gewenst
- Simulaties

Maar:

- Kloppen de simulaties?
- Metingen



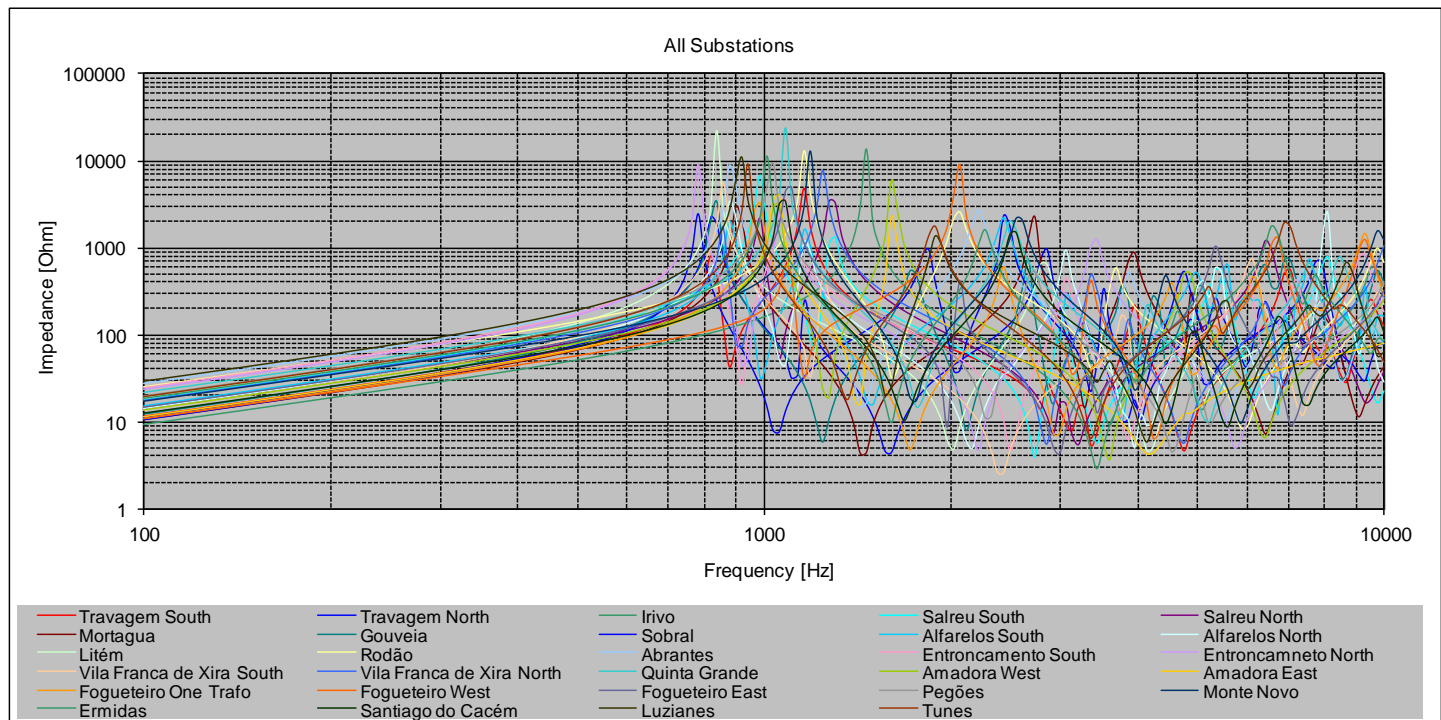
# Portugal, case study

## Refurbishment UTE Silicio

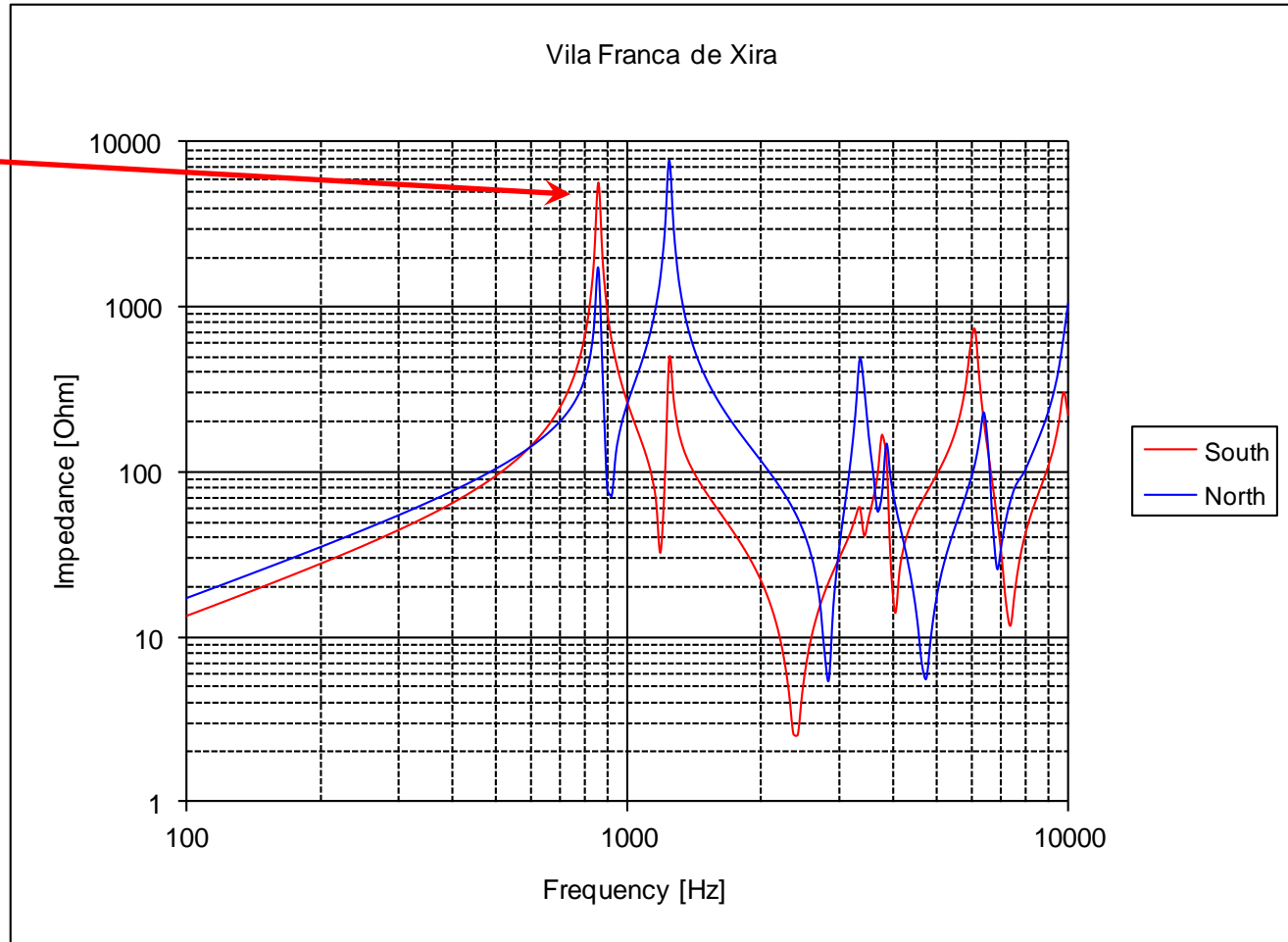
### Simulaties

- SimspoG
- Multi conductor line model
- Carson-Pollaczek vergelijkingen
- Ontwikkeld voor 50 Hz
- Capaciteiten meenemen → hogere frequenties

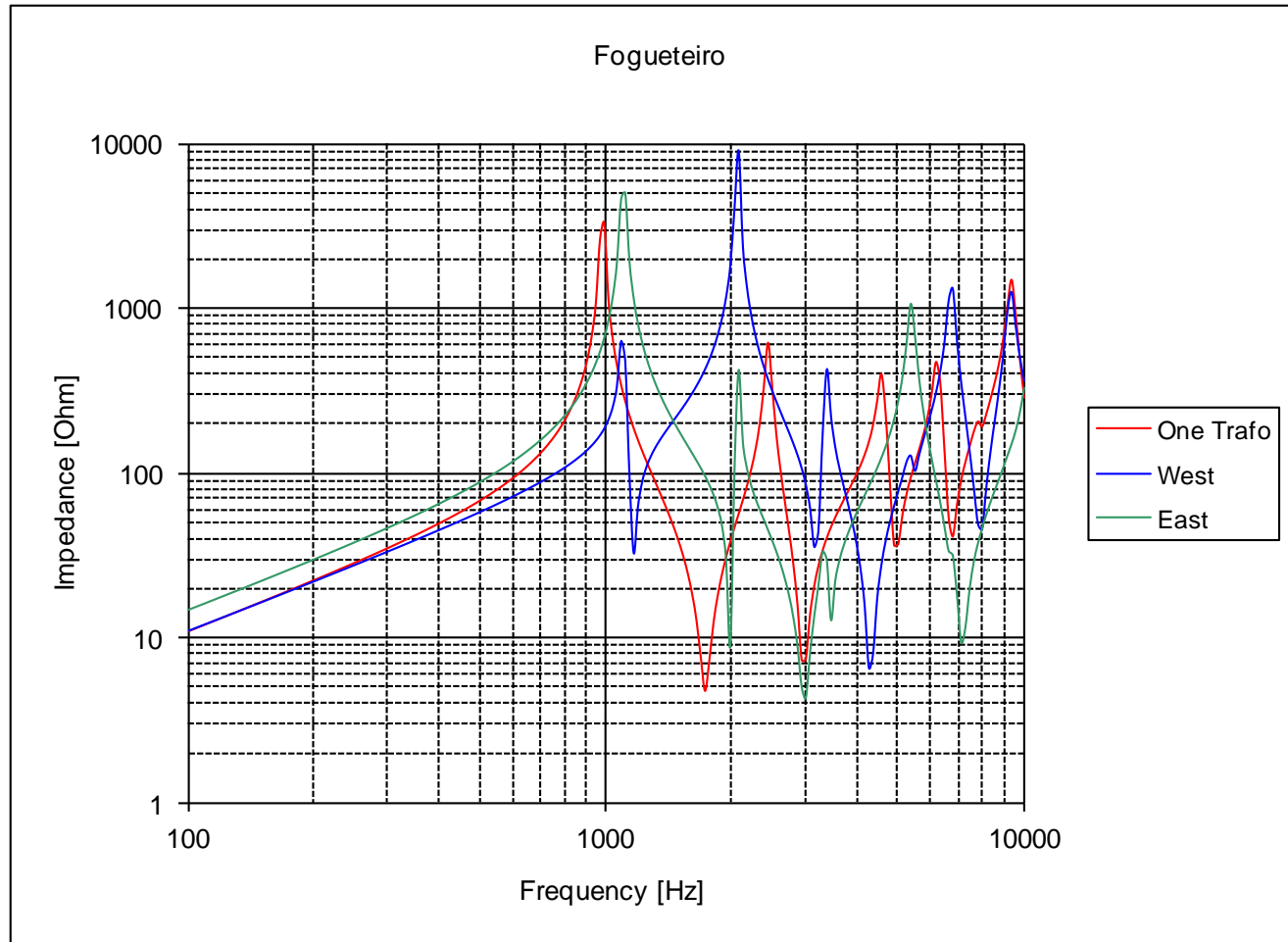
- Complete Portugese net doorgerekend
- 21 onderstations
- ST, RT & AT-systeem



Problem



OK!





# Portugal, case study

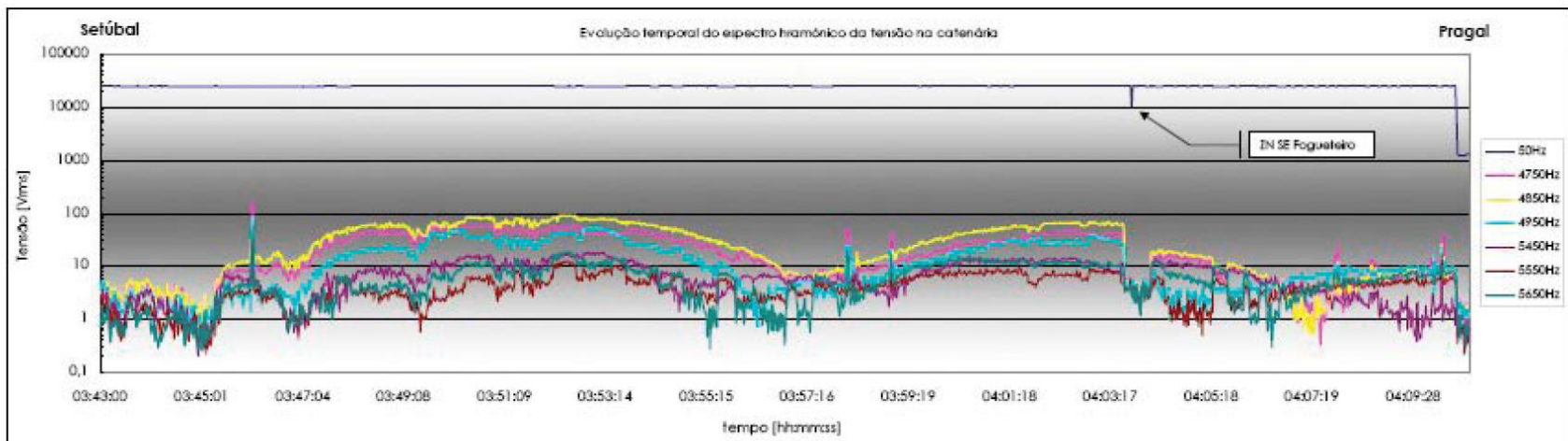
## Refurbishment UTE Silicio

### Metingen

- Met rollend materieel
- Injectie, off-line
- Injectie, on-line

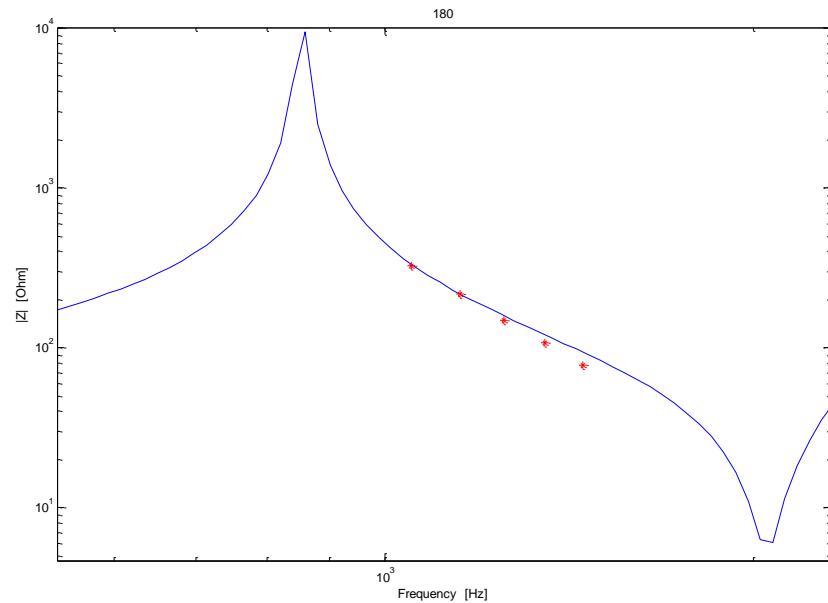
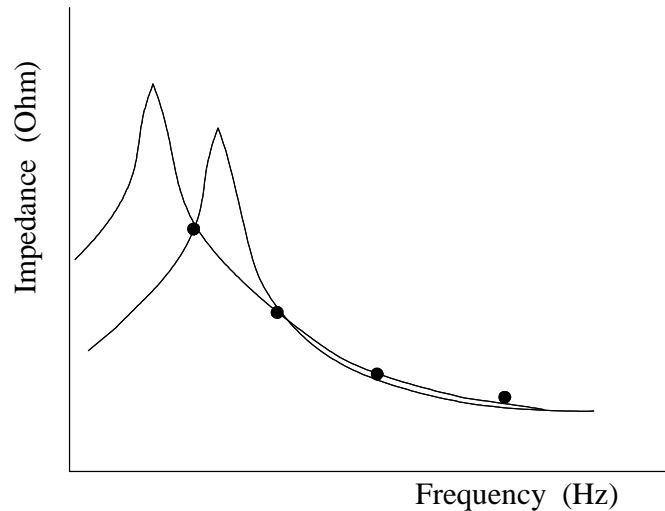
### Metingen met rollend materieel

- Voordelen:
  - Simpel
  - Goedkoop
- Nadelen:
  - Geen controle over frequenties



Metingen met materieel

- Geen duidelijke vergelijking mogelijk
- Geeft wel vertrouwen in simulaties



OS Litem

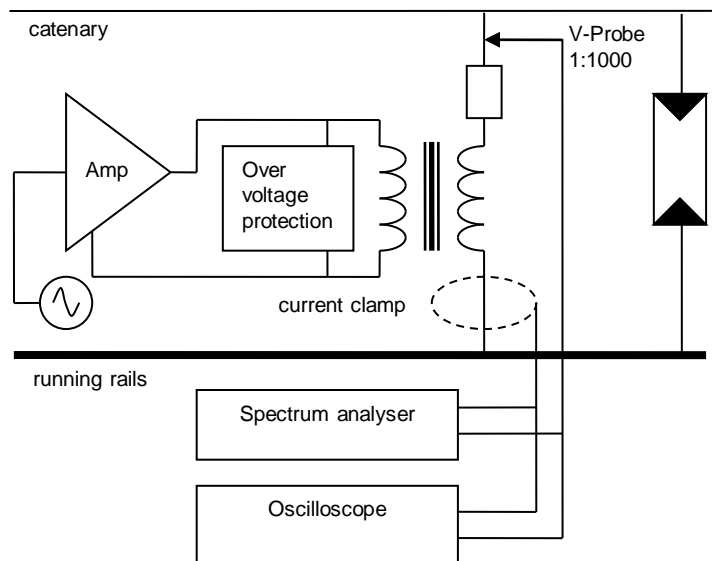
# Portugal, case study

## Refurbishment UTE Silicio

### Off-line metingen

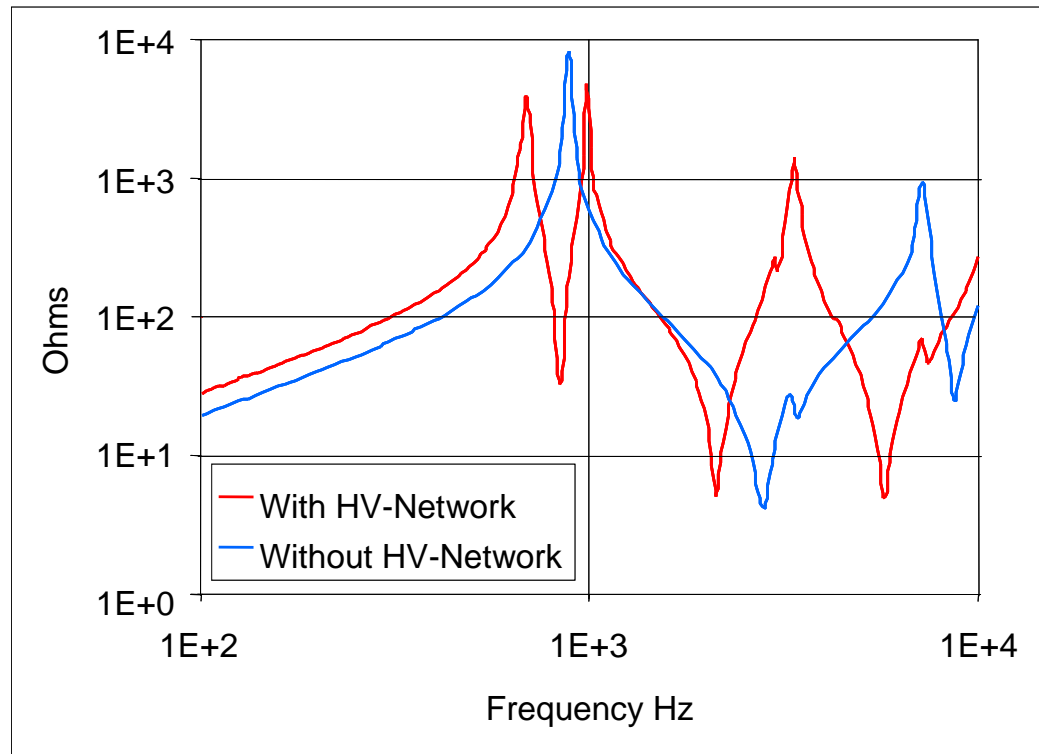
- Voordelen
  - Simpel
  - Frequentie goed instelbaar
- Nadelen
  - Buitendienststelling
  - Invloed HV-net

### Off-line metingen





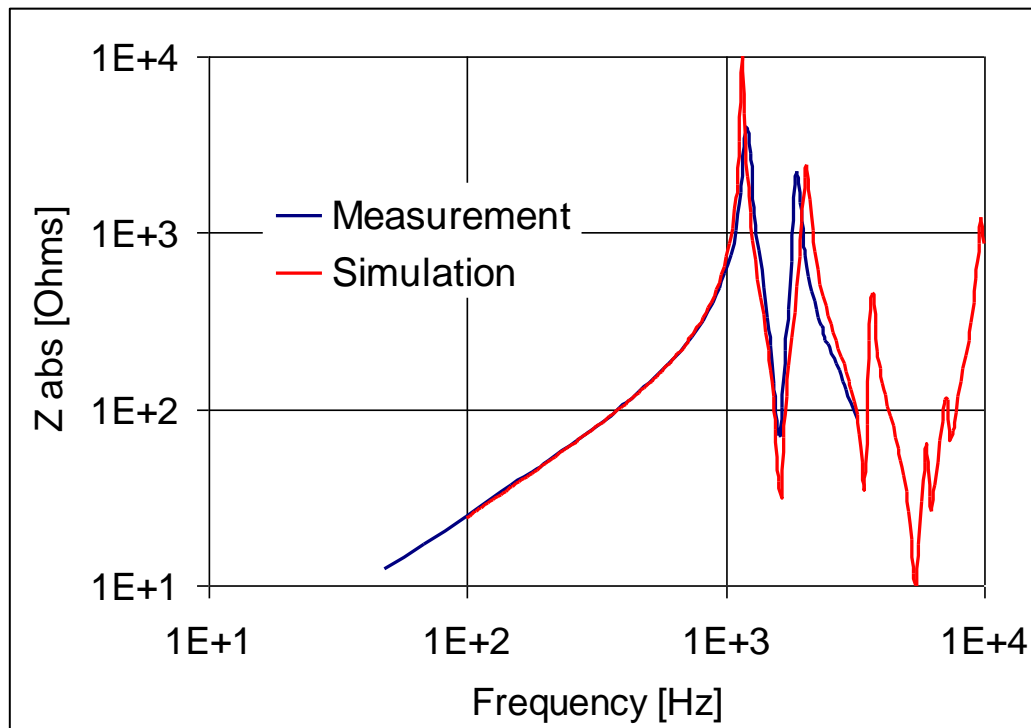
### Off-line metingen: Invloed HV-net



OS gevoed met 63 kV: invloed op 1<sup>e</sup> resonantie frequentie

### Off-line metingen

- OS gevoed met 150 kV en 220 kV: goede match



OS Rodão, 150 kV

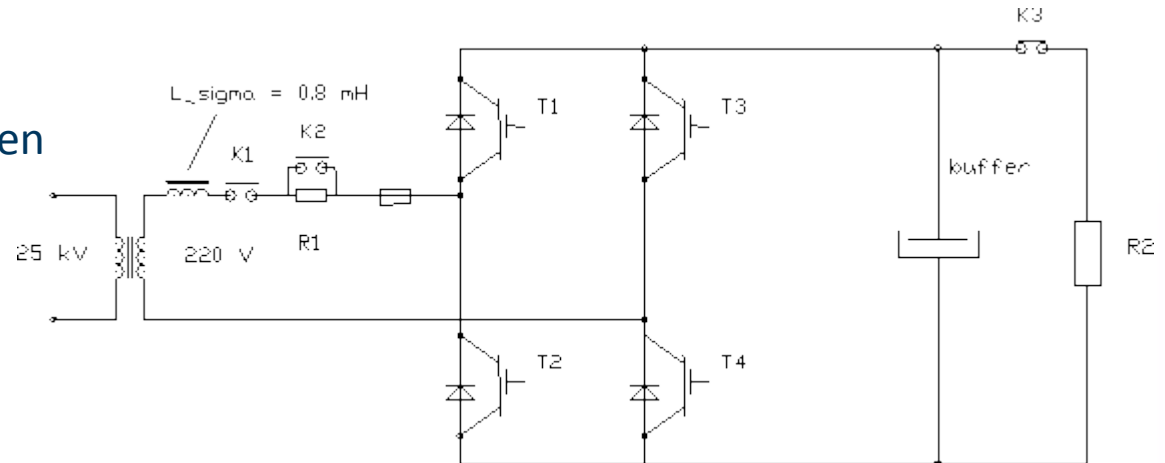
# Portugal, case study

## Refurbishment UTE Silicio

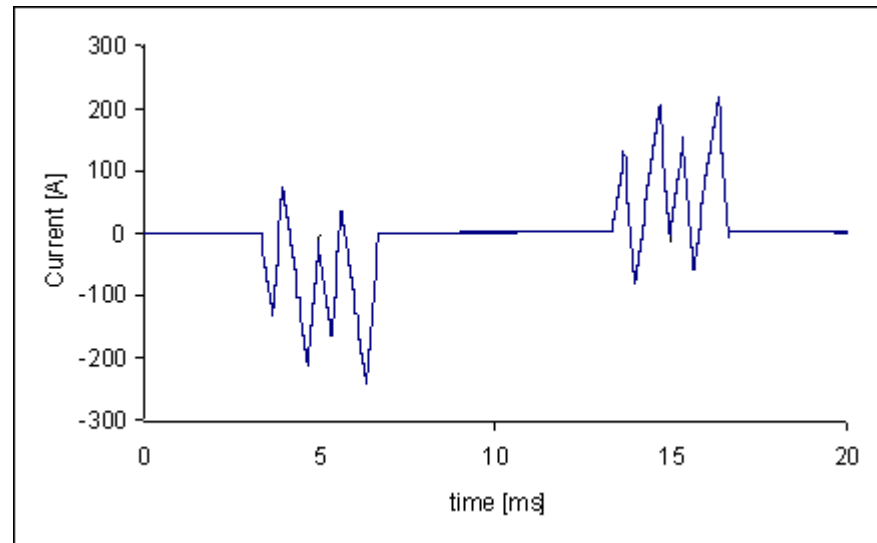
### On-line metingen

- Voordelen
  - Invloed HV-net meetbaar
- Nadelen
  - Hoogspanning
  - Complex
  - Moelijker interpreteerbaar
  - 50 Hz uitfilteren

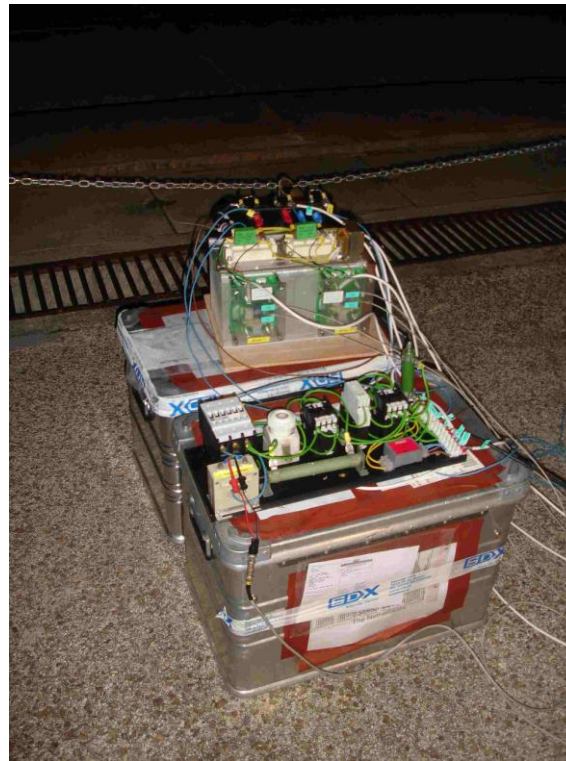
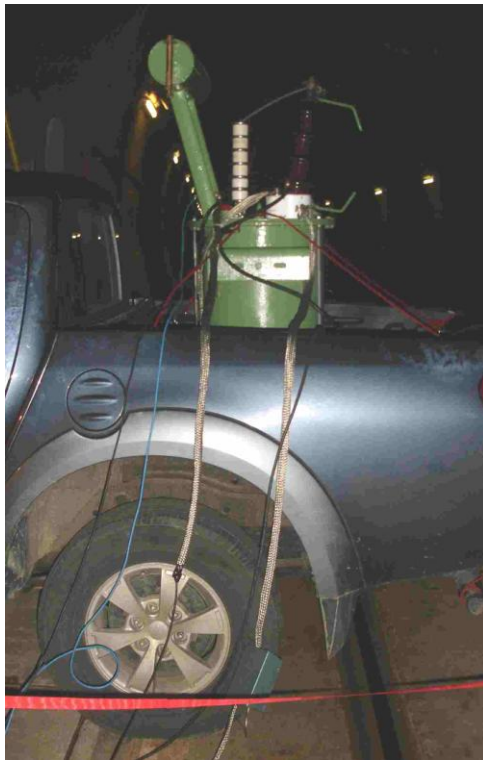
On-line metingen



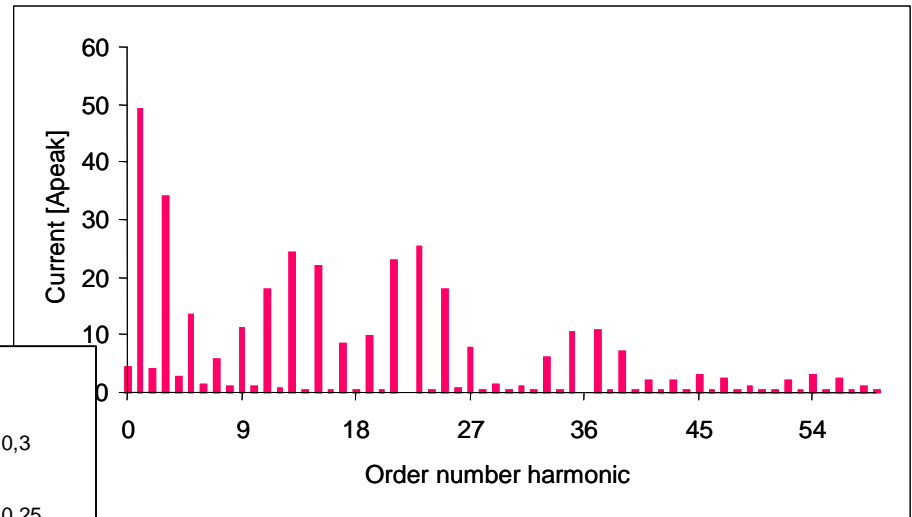
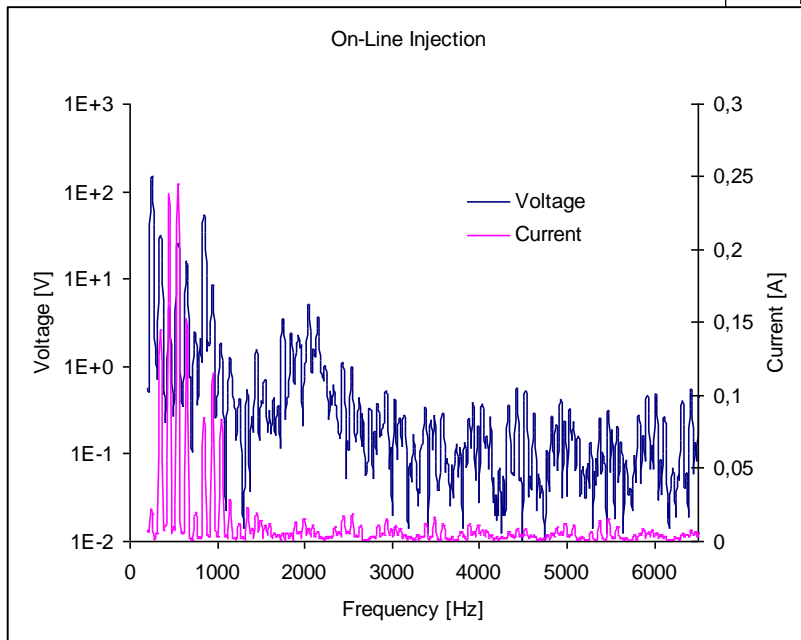
Frequentie & duty cycle  
regelbaar



### On-line metingen

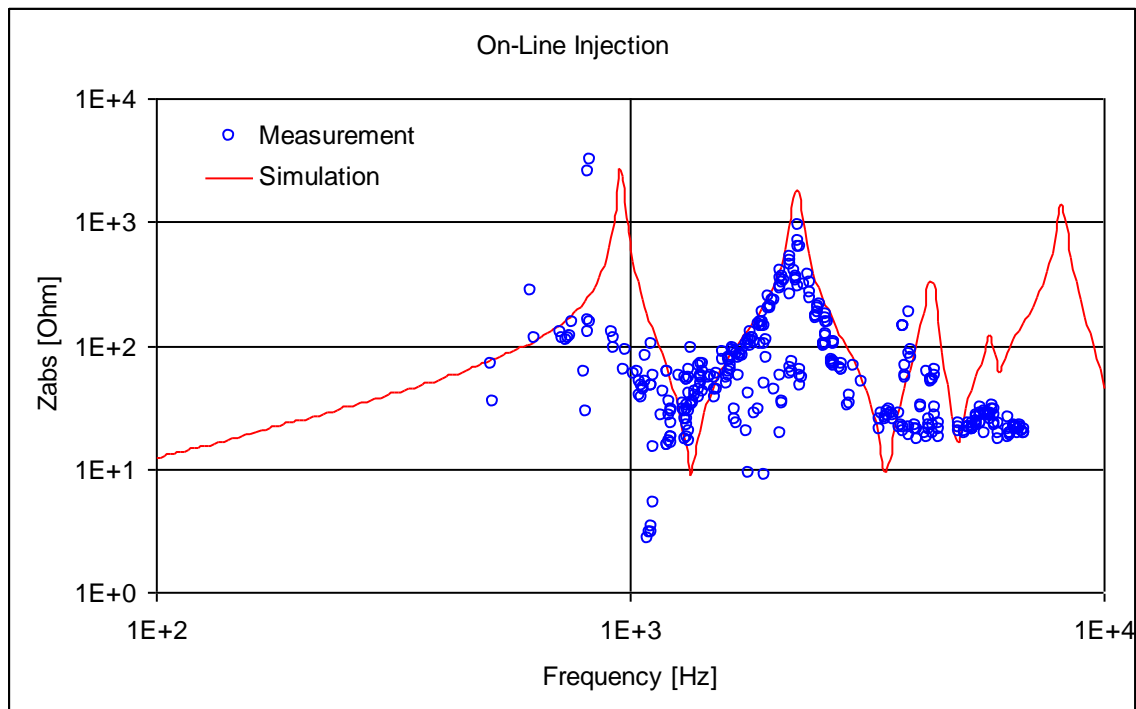


### On-line metingen

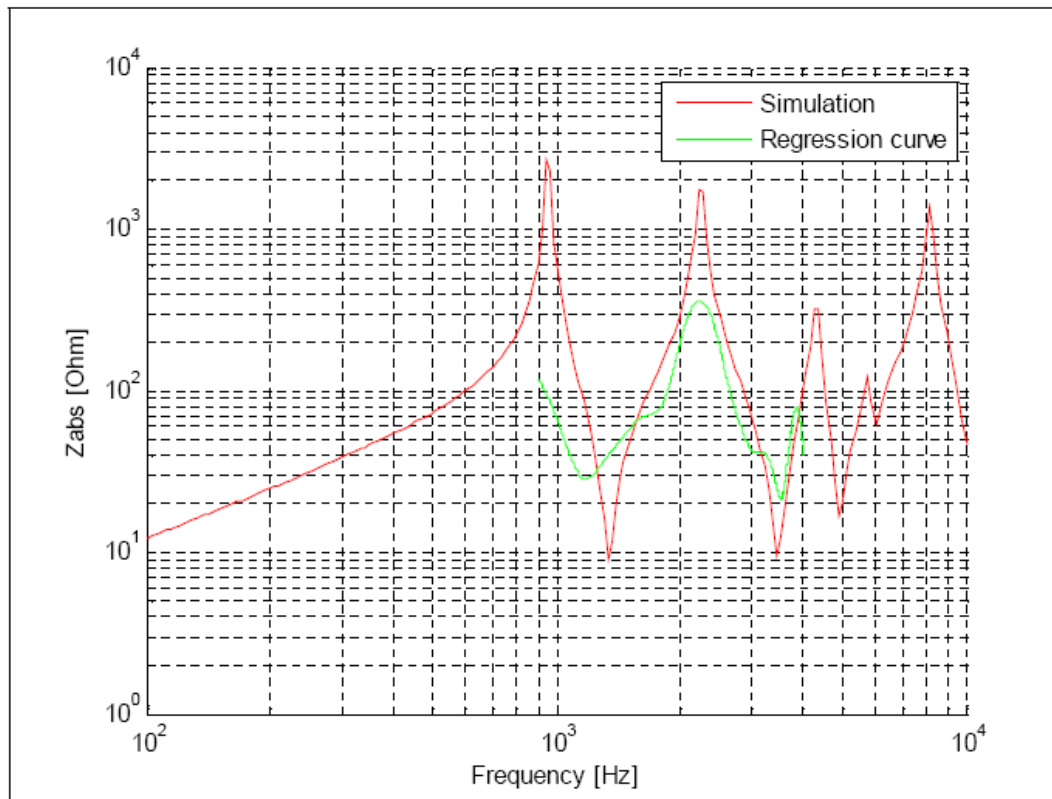




### On-line metingen



### On-line metingen



### Conclusies

- Simulaties zijn betrouwbaar
- 650 Hz is goede schakelfrequentie
- Ingevoerd
- Probleem opgelost!

Off-line gemeten

On-line gemeten

<i>Substation</i>	<i>Supply Voltage [kV]</i>	<i>Installed Power [MVA]</i>
Abrantes	63	10
Alfarelos	63	2 × 16.2
Amadora	63	2 × 16.2
Entroncamento	63	2 × 10
Ermidas	150	12
Fogueteiro	150	20
Gouveia	220	16.2
Irivo	220	20
Litém	63	10
Luzianes	150	12
Monte Novo	150	12
Mortagua	220	16.2
Pegões	150	16.2
Quinta Grande	150	16.2
Rodão	150	16.2
Salreu	63	2 × 16.2
Santiago do Cacém	63	12
Sobral	220	16.2
Travagem	63	2 × 16.2
Tunes	63	12
Vila Franca de Xira	63	2 × 16.2

# Portugal, case study

## Refurbishment UTE Silicio

AT. Jack Roosevelt Mendes  
AT. Joao Pereira  
Caminos de Ferro Portugueses  
Avda. Infante D. Henrique, 73  
1900-263 Lisboa  
Portugal

Madrid, 28 de Agosto de 2006

**ASUNTO:** CERTIFICADO SOFTWARE 650 HZ – UTE-SI

Estimados Señores:

En respuesta a su comunicación de referencia 190022/EN de fecha 18/8/06, y como continuación y confirmación de los ensayos realizados conjuntamente el pasado 25 de Agosto de 2006,

ALSTOM CERTIFICA tal y como pudo ser comprobado en el marco de los situados ensayos, que

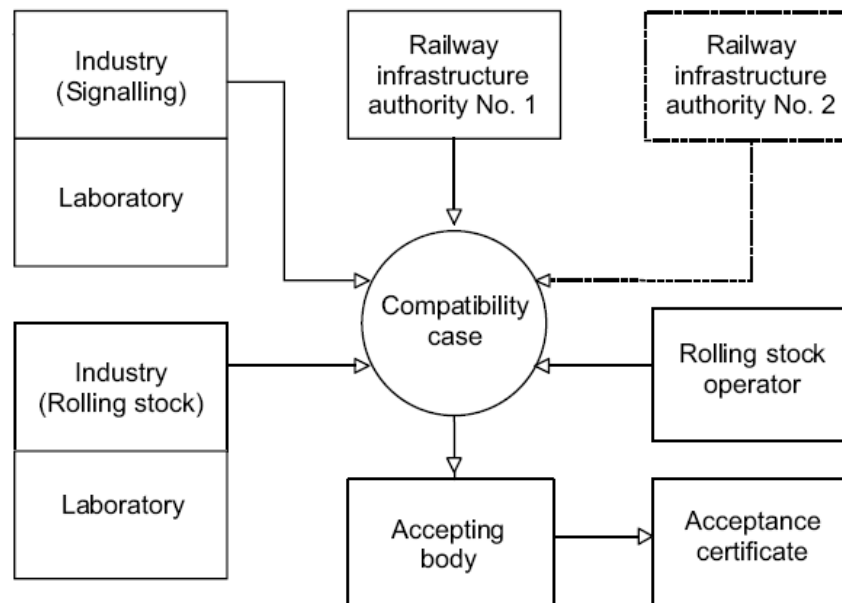
la versión de software de tracción 4.0.0 conjuntamente con la versión de software de gestión del TCMS v.5.0.0 mantiene las características de funcionamiento y operación anteriormente demostradas en lo que respecta a la temporización de cierre de disyuntor para desfasar la conexión de los diferentes transformadores principales en cualquiera de las configuraciones posibles de mando múltiple.

Por tanto se concluye que siguen siendo totalmente válidos los estudios realizados en cuanto a la compatibilidad con los circuitos de vía de corriente continua (DRS) realizados en el marco del anterior proceso de aceptación de este material.

Atentamente  


Antonio Valiente

- Introductie van LE 4700 op REFER netwerk
- Multi inzetbare loc (NL BR 189)
- Reeds toegelaten in EU landen, DE, NL,...
- Volledige homologatie
- Eisen spec
- Testplannen
- Testen
- ISA
- NoBo



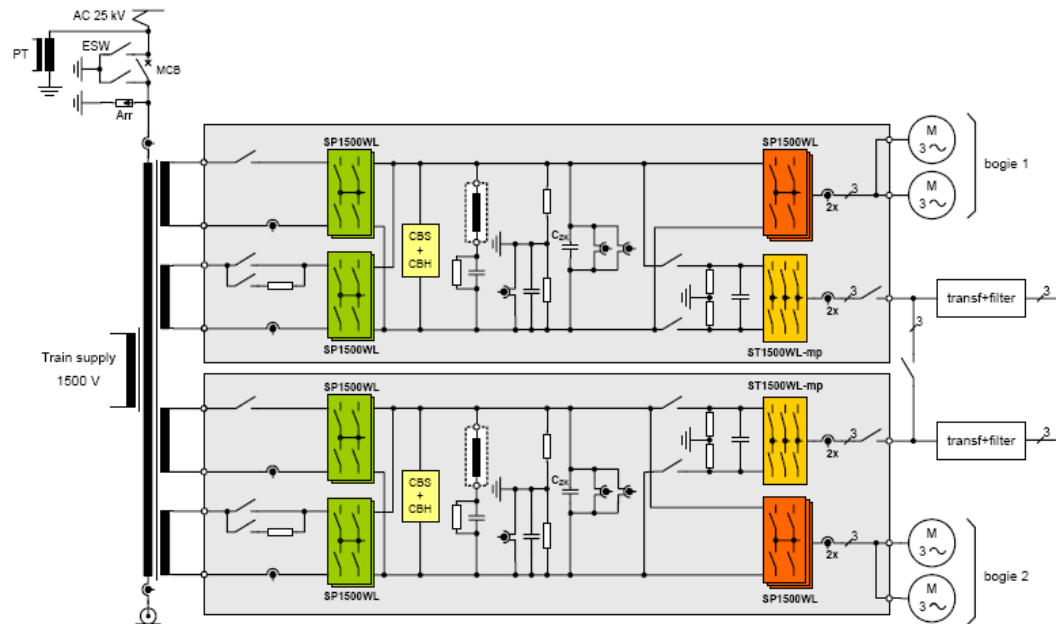
### Eisen pakket

Req.	Description	Main checking authority	Scope of ISA
<b>1</b>	EMC / Compatibility with Track Circuits	REFER	yes
<b>2</b>	Radiated Emissions, Magnetic Fields, Immunity	REFER	yes
<b>3</b>	Harmonic Content Injected on the Primary Network	REFER	yes
4	4 Convel TOC	TOC/Manufacturer	No
5	Train radio TOC	TOC/Manufacturer	No
<b>6</b>	EMC / Telecommunications	REFER	yes
<b>7</b>	EMC / Voltage on the panto when braking with recuperative energy	REFER	yes
<b>8</b>	Substation, EN 50388, resonances	REFER	yes
9	Compatibility between Pantograph and Catenary	REFER	yes
10	Running Behaviour	TOC/Manufacturer	No
11	Forces on track	TOC/Manufacturer	No
12	Dynamic Gauge	TOC/Manufacturer	No
13	Primary and Secondary suspension	TOC/Manufacturer	No
14	Wheel Profile	TOC/Manufacturer	No
15	Track Gauge	TOC/Manufacturer	No
16	Weight of locomotive	TOC/Manufacturer	No
17	Anti-Slip/ Slide Protection	TOC/Manufacturer	No
18	Other requirements	REFER	Yes if used
19	Not used		
20	Brake Distance	TOC/Manufacturer	No
21	Noise Emission	TOC/Manufacturer	No

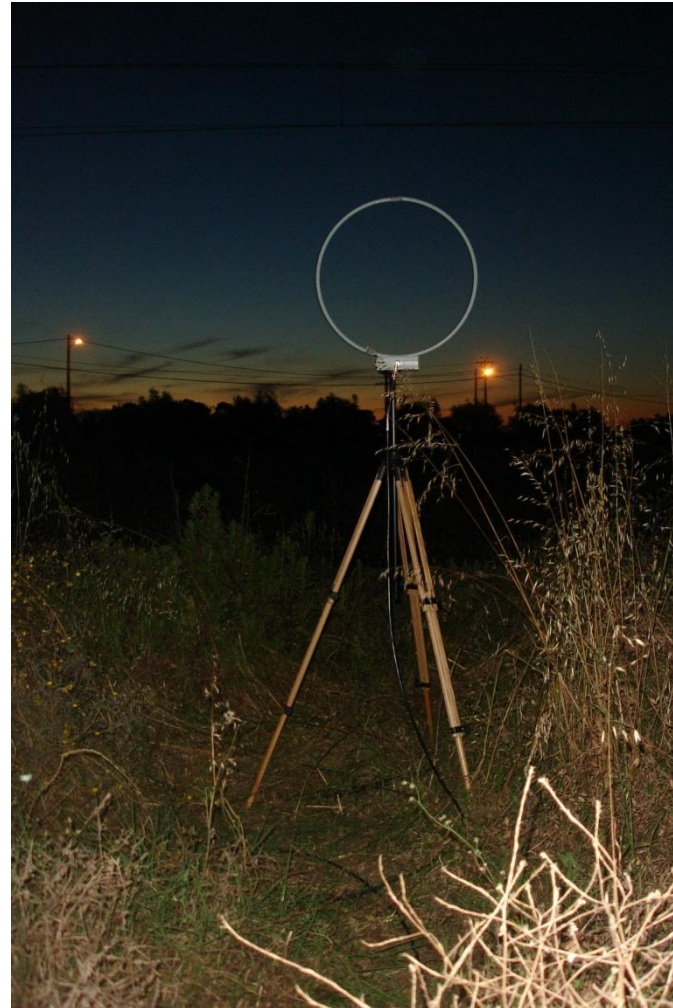


### Configuraties:

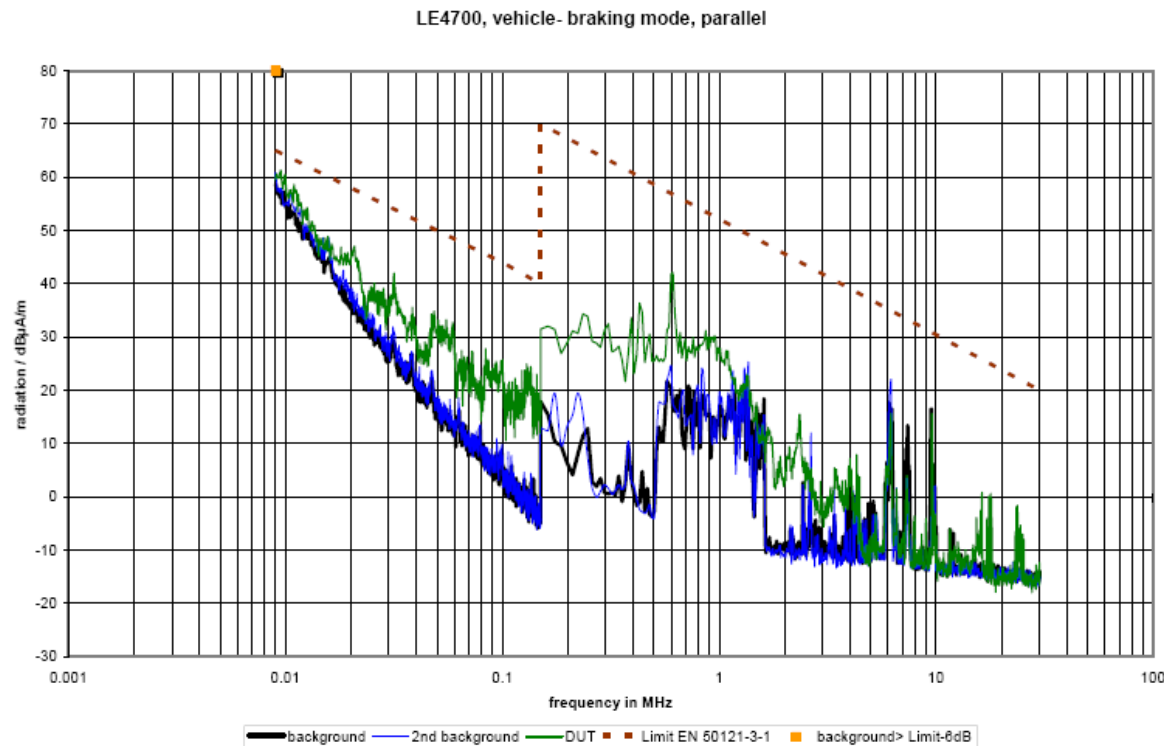
- Enkel en dubbel tractie
- Normal mode
- 25 degraded modes



- Radiated emission  
cf EN 50121-3
- H-veld
- E-veld



- Radiated emission
- Quasi peak 150 kHz – 1 GHz



Passed

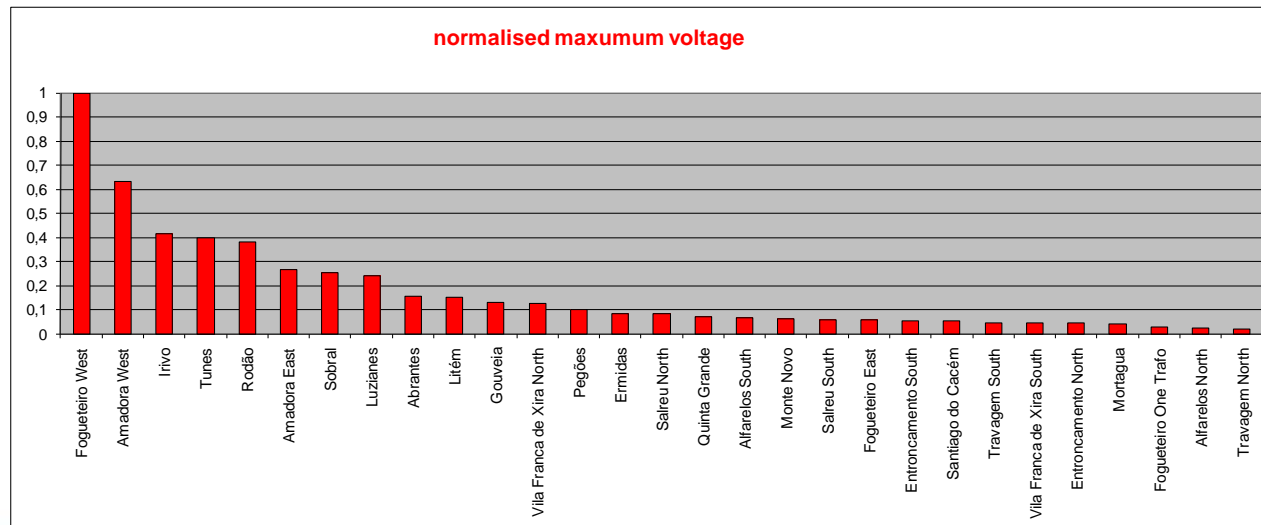
### System stability

- Fogueteiro;
- Amadora;
- Irivo;
- Tunes;
- Rodão

Besluit TOC & leverancier: geen studie cf. EN 50388  
Eis ISA: dan compatibiliteit aantonen middels testen

**Getest & OK**

**Rodão overschrijdt limiet REN**



### Treindetectie

No.	Name	Remarks	No.	Name	Remarks
1	FTGS 4/6	Audio frequency, coded, asymmetrical	7	ITE	Symmetrical
2	FTGS 9/17	Audio frequency, coded, asymmetrical	8	ER428	Level crossings
3	Siemens 125 Hz	Asymmetrical	9	CSEE 8700 Hz	Level crossings
4	Ericson 125 Hz	Asymmetrical	10	Axle counters	Alcatel AZA type70/30
5	UM 71	Audio frequency, coded, symmetrical	11	Electronic pedal	EFACEC
6	Siemens DRS	un-coded d.c. asymmetrical, only in 25 kV and diesel areas	12	Siemens – 50 Hz	only in 1.5 kV d.c. areas

### Treindetectie

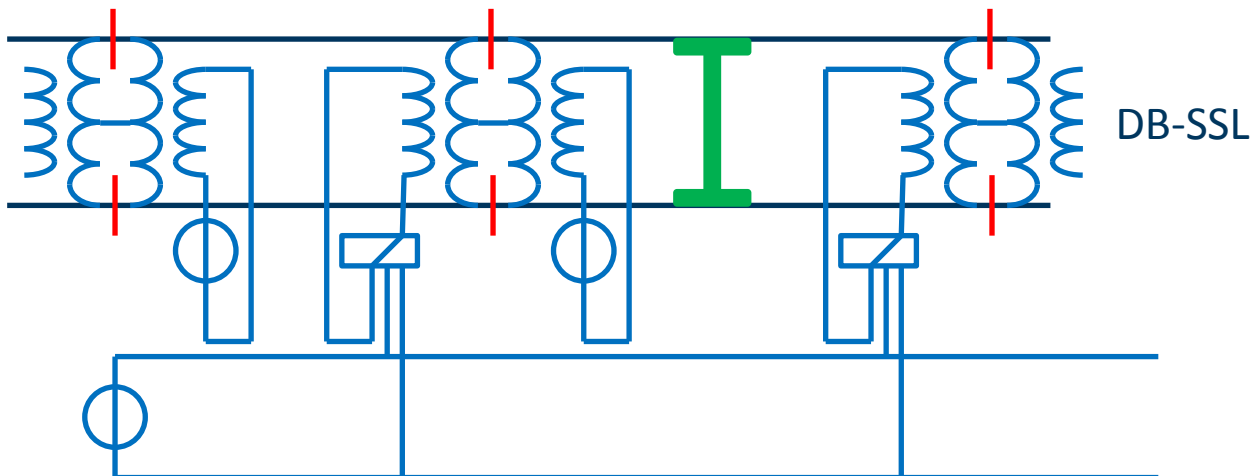
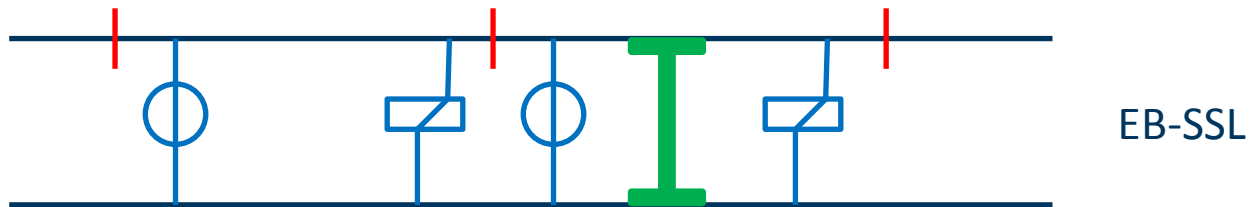
- Normal mode & 25 degraded modes
  - Meten van harmonischen 50 Hz – 20 kHz
  - Diverse limieten, verschillende systemen
- Inrush
  - Transienten
  - panto-bouncing
  - Schakelen
- Harmonischen OK
- Inrush probleem
- Transienten probleem



### Treindetectie

- 4096 mogelijkheden, 26 getest
- Driving cycles
  - Stationary (limited time);
  - Acceleration from stationary to maximum speed, 100 % traction effort;
  - Braking from maximum speed to stationary, 100 % (electric) braking effort;
  - Acceleration from stationary to maximum speed, 50 % traction effort;
  - Braking from maximum speed to stationary, 50 % (electric) braking effort;
  - Acceleration from stationary to maximum speed, with pulsating traction effort (100% - 0% - 100%), with coasting at 45 km/h and 90 km/h;
  - Braking from maximum speed to stationary, with pulsating (electric) braking effort (100% - 0% - 100%), with coasting at 90 km/h and 45 km/h;
  - Acceleration from stationary to maximum speed, with pulsating traction effort (50% - 0% - 50%), with coasting at 45 km/h and 90 km/h; Braking from maximum speed to stationary, with pulsating (electric) braking effort (50% - 0% - 50%), with coasting at 90 km/h and 45 km/h;

### Treindetectie Intermezzo



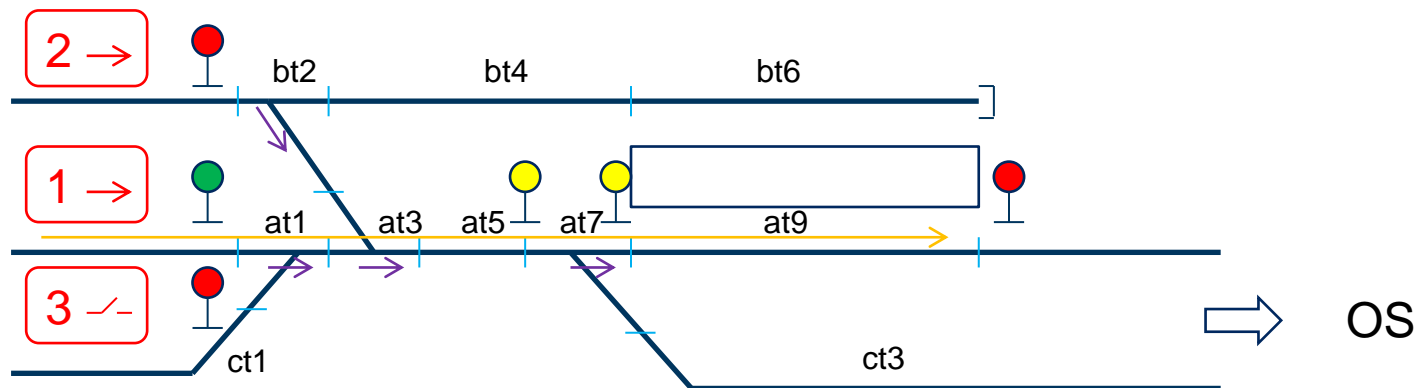
### Treindetectie Intermezzo

- Relais ten oprechte opbrengen: wrong side failure
- Relais ten onrechte afbrengen: normaliter right side failure

Maar:

- Indien volgorde dwang &
- Automatische Rijweg Instelling
- Relais dippen veiligheidskritisch

### Treindetectie Intermezzo

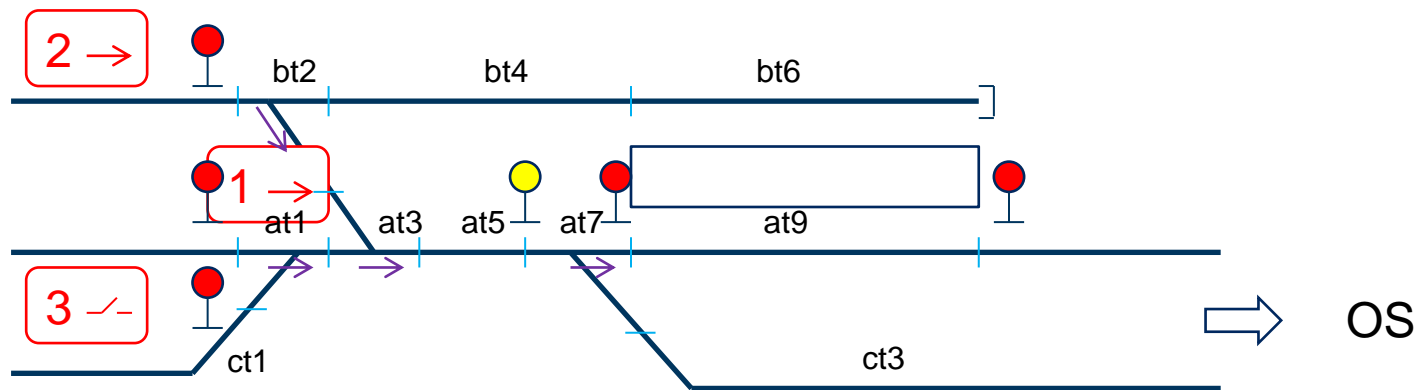


Trein 1 heeft rijweg naar perronspoor, nadert sectie at1

Trein 2 heeft geen rijweg, maar moet naar sectie ct3

Trein 3 schakelt in

### Treindetectie Intermezzo



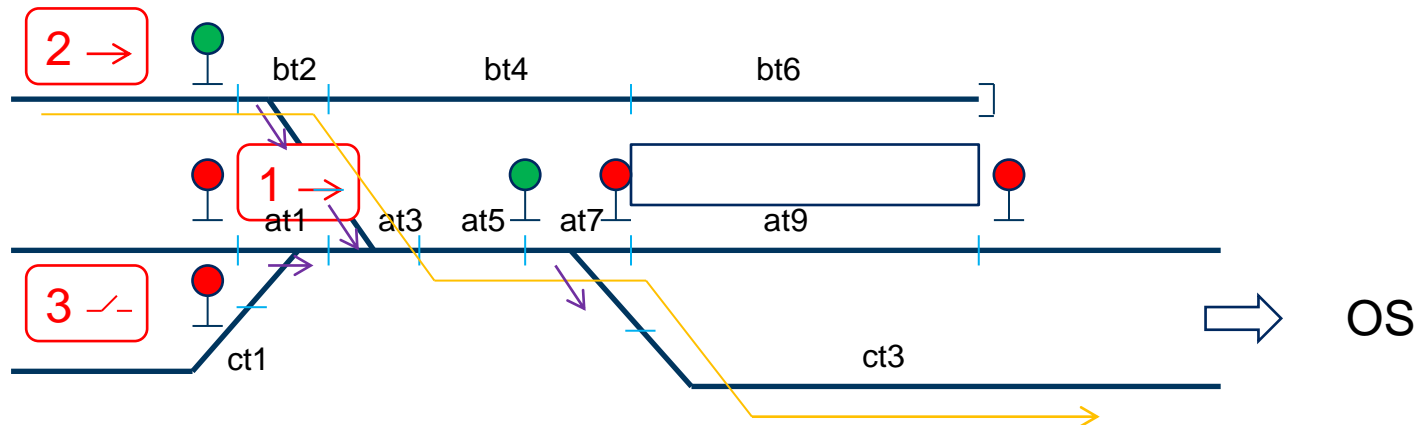
Sectie at9 dipt tgv inrush

Interlocking trekt rijweg trein 1 in, is afgereden



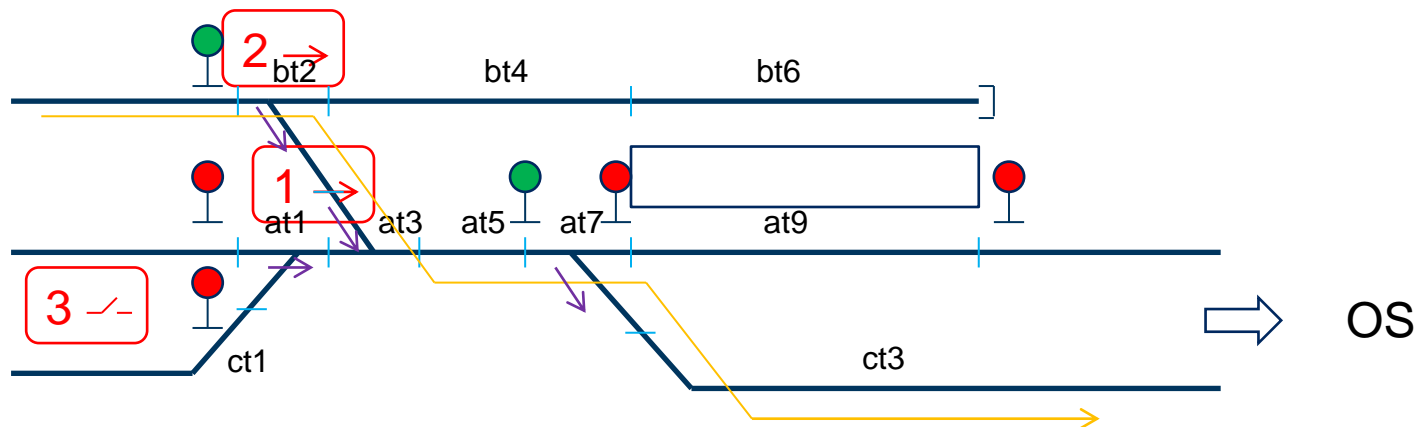


### Treindetectie Intermezzo



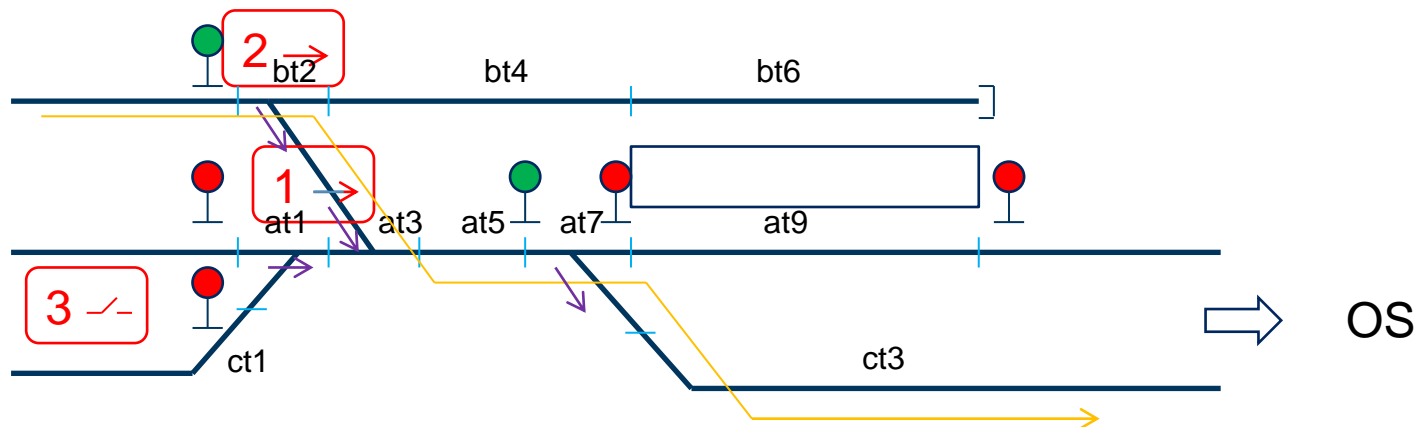
Interlocking geeft rijweg vrij

### Treindetectie Intermezzo



Trein 2 gaat rijden

### Treindetectie Intermezzo

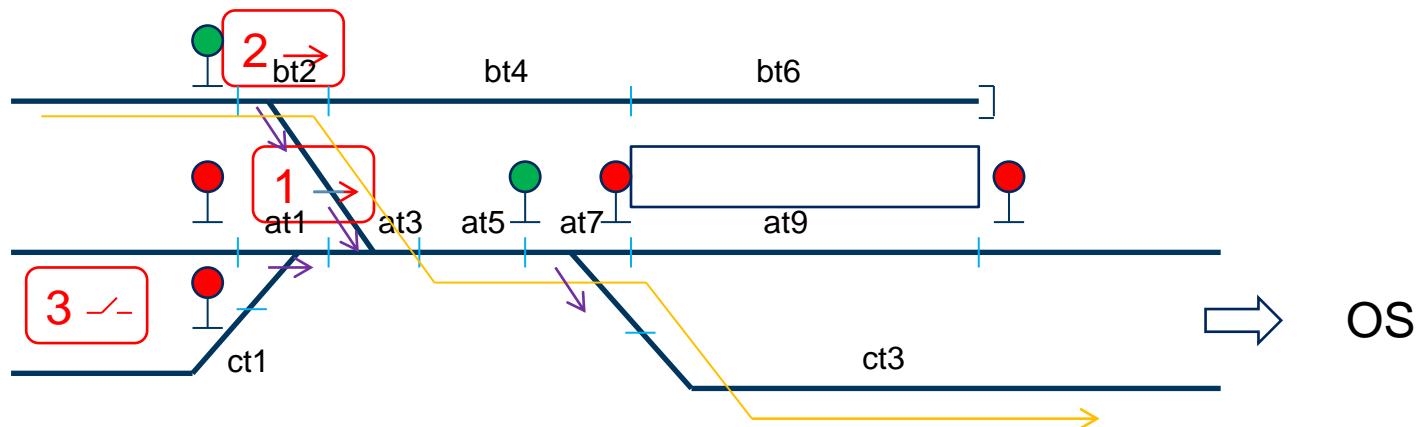


Mogelijk resultaat:

Wissel omlopen onder trein

Flank botsing

### Treindetectie Intermezzo



Mogelijk resultaat:

Wissel omlopen onder trein

Flank botsing

### Treindetectie Intermezzo



### Treindetectie

- Oude systemen
- Weinig kennis aanwezig
  - Inrush
  - transienten
- Siemens 125 Hz
- Ericson 125 Hz
- ER 428
- DRS

Daarom systemen doormeten !

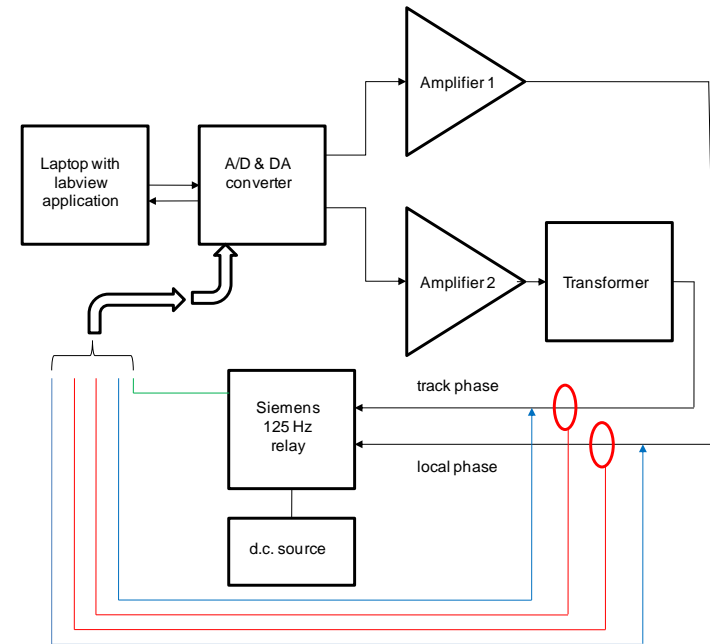
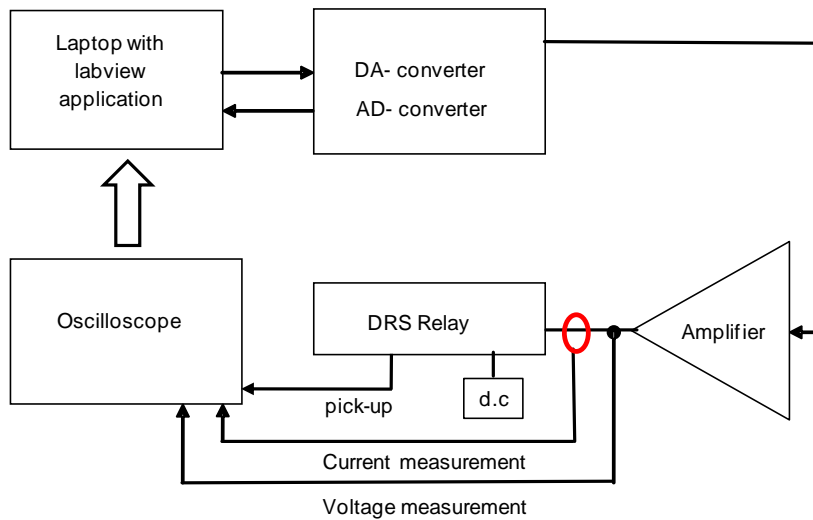
### Treindetectie

- Bepaal maximale inrush van loc
- Bepaal overdrachtsfunctie spoor → relais
- Simulaties
- Metingen
- Meet gevoeligheid relais
- Model opstellen inrush → overdrachtsfunctie → relais → contacten



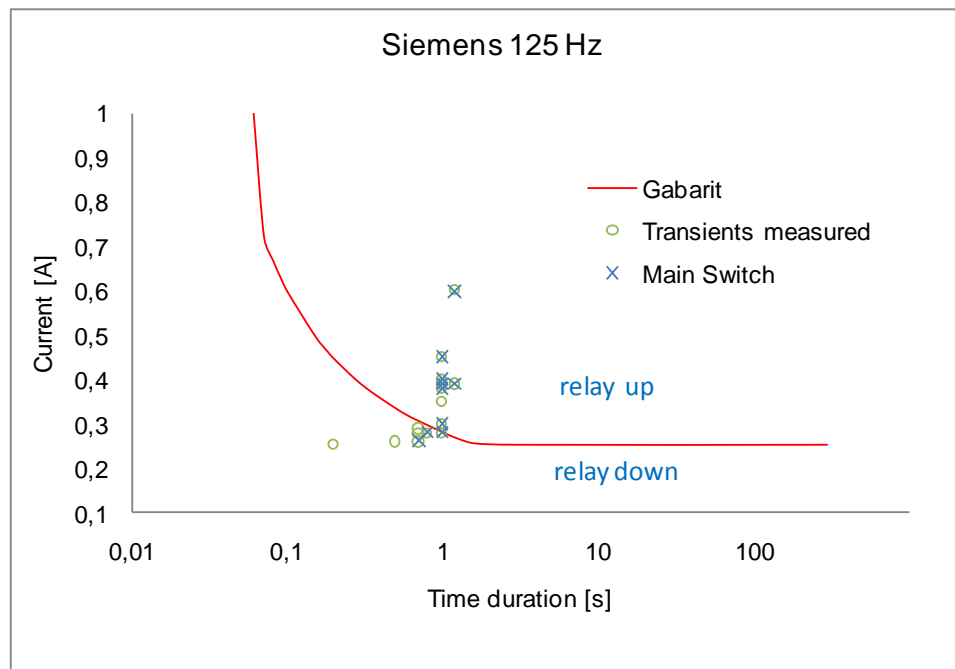
### Treindetectie

- Meten van relais



### Treindetectie

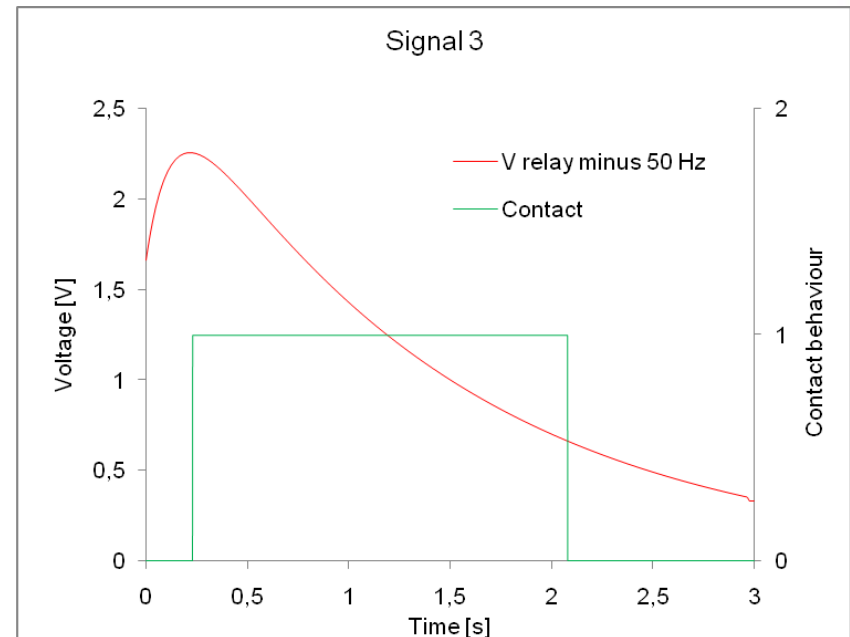
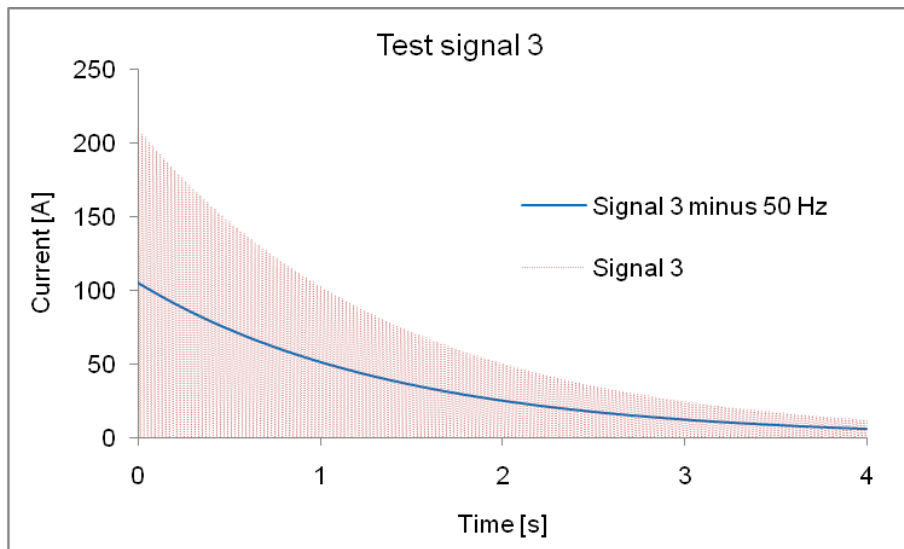
- Siemens 125 Hz



Niet OK !

### Treindetectie

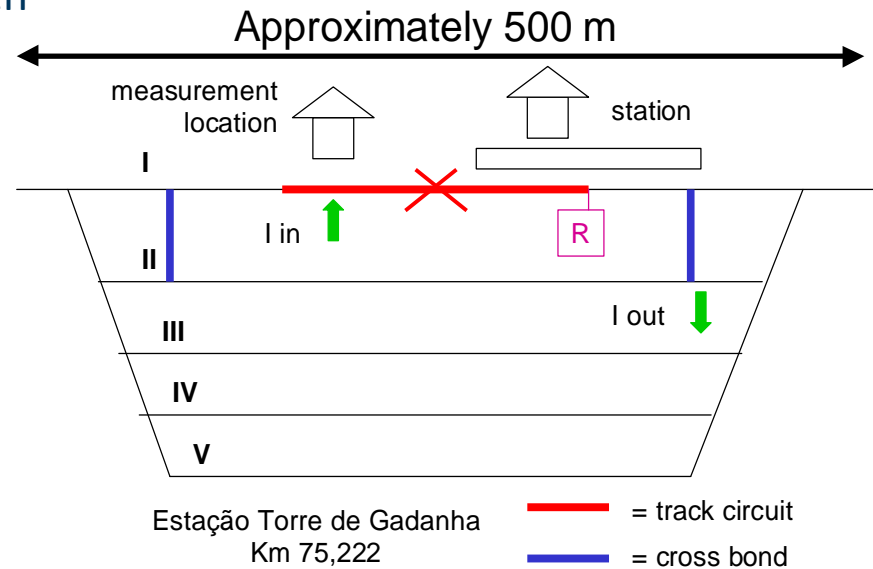
- DRS



Niet OK !

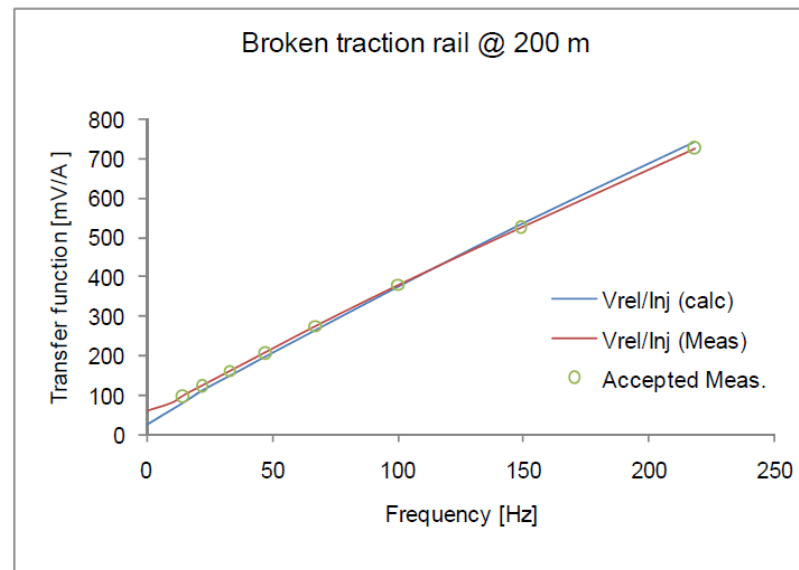
### Treindetectie

- Overdrachtsfunctie meten



### Treindetectie

- Overdrachtsfunctie
- Metingen & simulaties



Metingen en simulaties komen overeen !

### Samenvatting

- Meeste eisen OK
- Treindetectie problemen
- Harmonischen richting REN probleem

### Oplossing

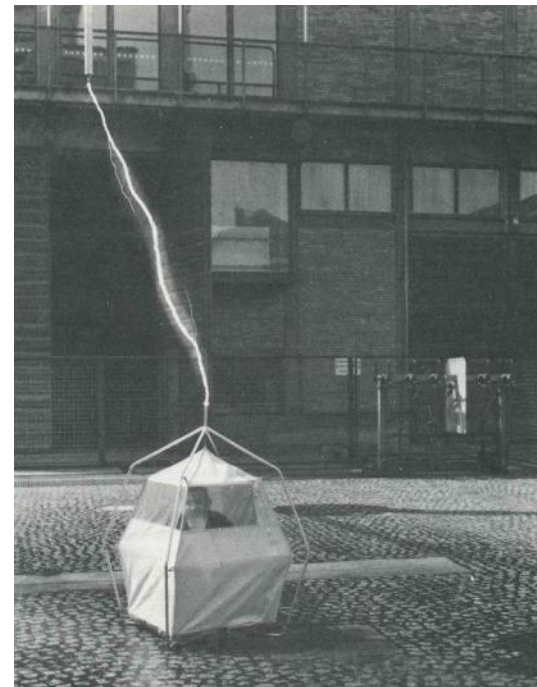
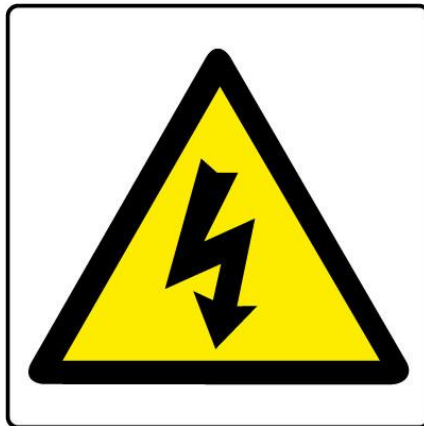
- Tijdelijke toelating met restricties
- Filter bij OS Rodão wordt overwogen
- Geen aanpassing in materieel
- Inbouwen van vertragingsrelais bij DRS, 125 Hz
- Nu permanente toelating

### Conclusies

- Spoorwegen zijn legacy systemen
- Vaak ontbreekt kennis van componenten
- Veel stakeholders , vaak lastig
- Bij toevoegen van component is safety niet gegarandeerd
- EU cross-acceptance veelal niet mogelijk
- EMC + EMC  $\neq$  EMC
- Zorgvuldige inpassing nieuwe elementen is noodzaak



Just when I knew the answer  
they were changing the question!





# Movares

adviseurs & ingenieurs