

Acoblament del senyal del *power line communications* d'alta freqüència en línies d'alta tensió per la transmissió de dades per les *smart grids*

Ramon Gallart Fernández

Grau Tecnologies de la Telecomunicació – Menció en
Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació
TFG Disseny de Sistemes Electrònics

Carlos Gonzalo Moreno Soriano
Germán Cobo Rodríguez

19/06/2017

Contingut de la presentació

Motivació del TFG

Introducció

Estructura i objectius del treball

Estudi de l'acoblament del senyal

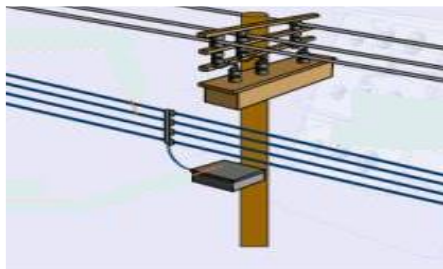
La xarxa real i la seva arquitectura

Proves realitzades

Requeriments del IEC 61850

Conclusions

Motivació del TFG



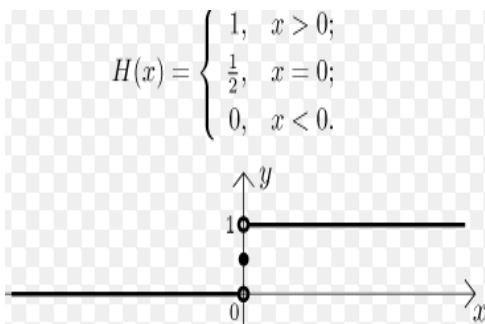
Font: Google

Les Telecomunicacions han d'arribar
a totes les instal·lacions del distribuïdor

La Digitalització de la distribució elèctrica
necessita basar-se en estàndards



Font: Google



Font: Math Tutor

Funció *Heaviside* en base
al grau d'intel·ligència

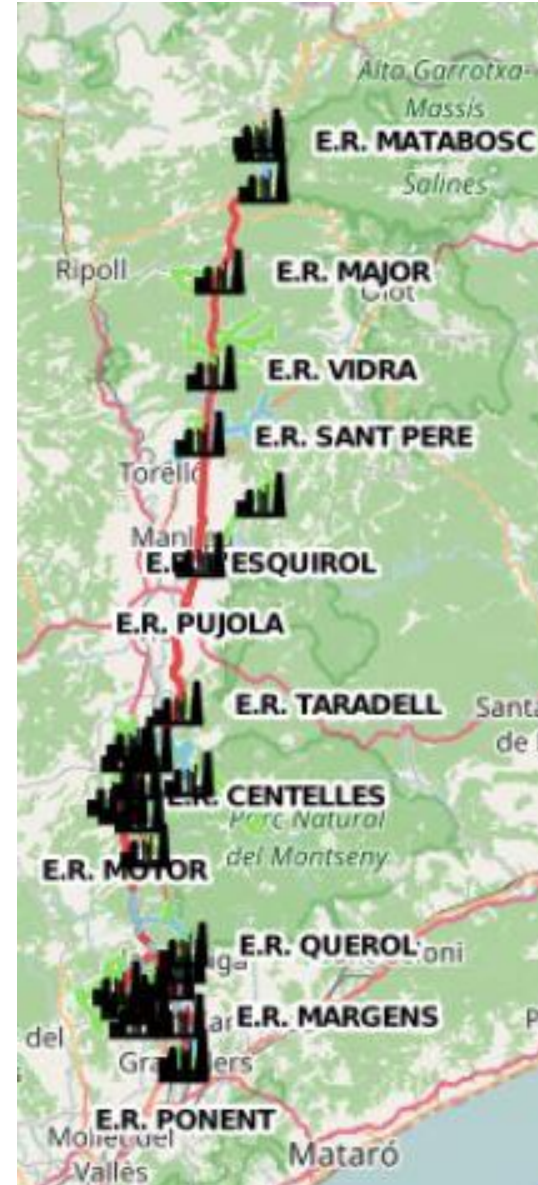
Introducció

Estabanell Energia, és un **distribuïdor** de energia elèctrica **català** que distribueix electricitat a **27 municipis** de les comarques del **Ripollès, Osona i Vallès Oriental** amb més de **56.000 punts de subministrament** connectats a la seva xarxa elèctrica que conformen **760 centres de transformació** i **23 subestacions** dues de les quals, estan connectades a la xarxa de transport elèctric de *Red Eléctrica de España* la qual, aposta per les xarxes intel·ligents

Topologia de la xarxa elèctrica radial en sub-transport i mallada en distribució

Les xarxes intel·ligents es basen en:

- La millora de la QoS
- La flexibilitat real
- Gestió de la congestió
- Col·lecta de dades

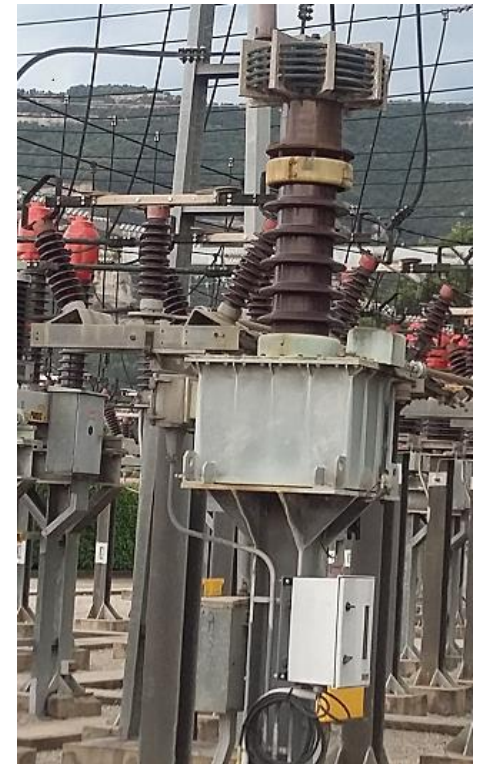
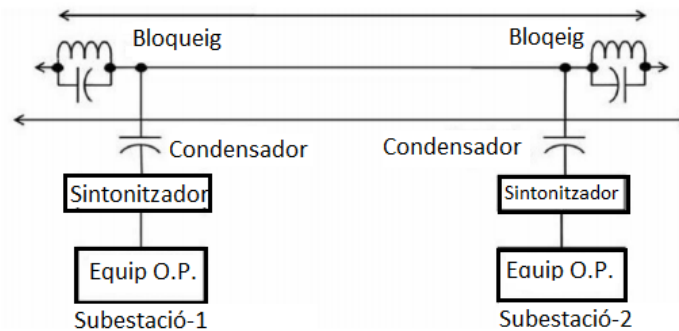


Història del PLC 1960 - 1996

- Baixes velocitats,
- Llargues distàncies ,
- Serveis de protecció i telecontrol



Font: Estabanell Energia



Font: Estabanell Energia

Història del PLC

1996 - 2006



Portadores digitals

Font: ZIV Communications

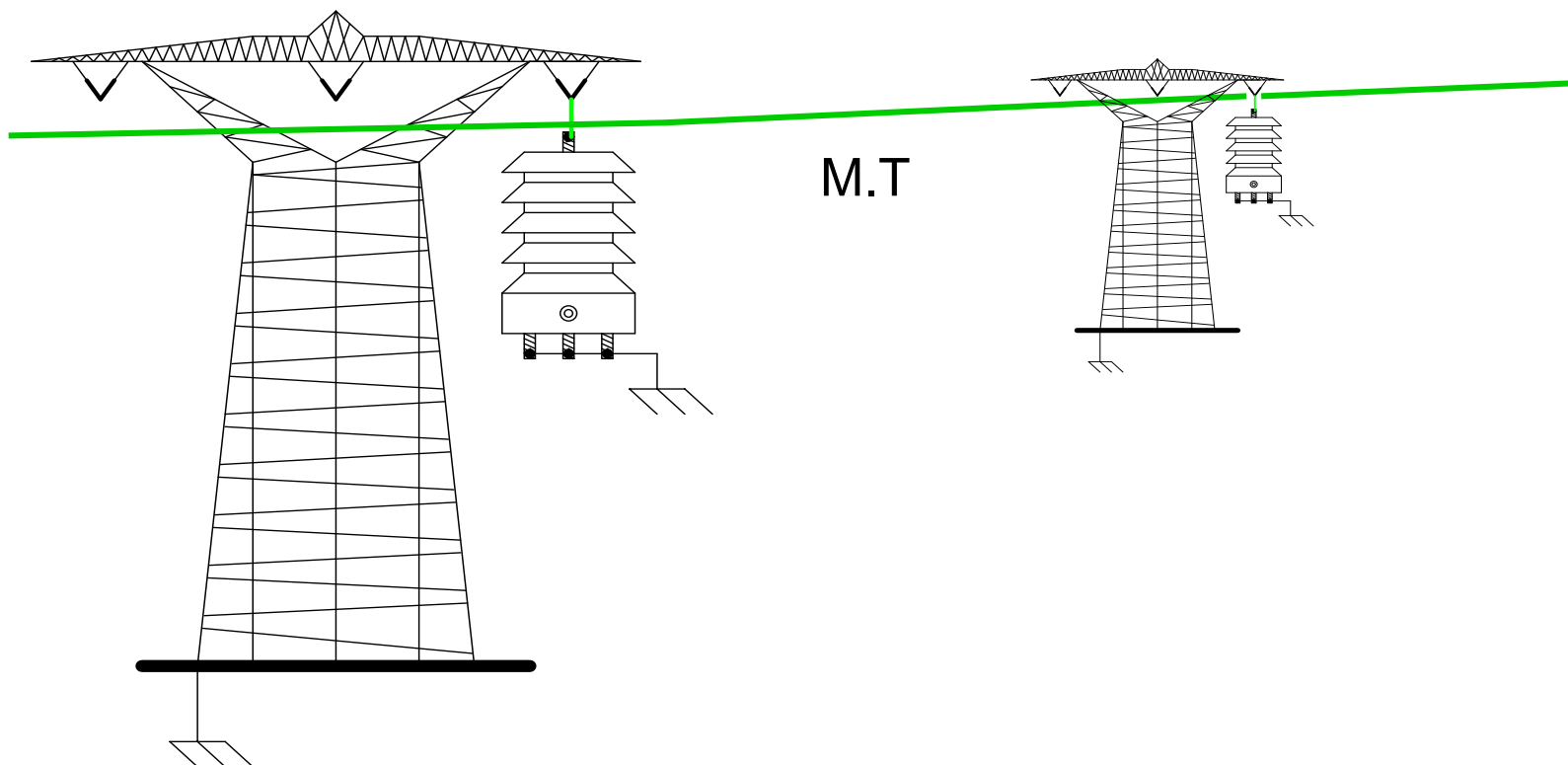
Boom del PLC com a possible competidor de la RDSI



Font: ENDESA-Netfactory

Història del PLC

2006 - Avui



PLC per la distribució elèctrica com a medi de mitjana capacitat en les xarxes de MT

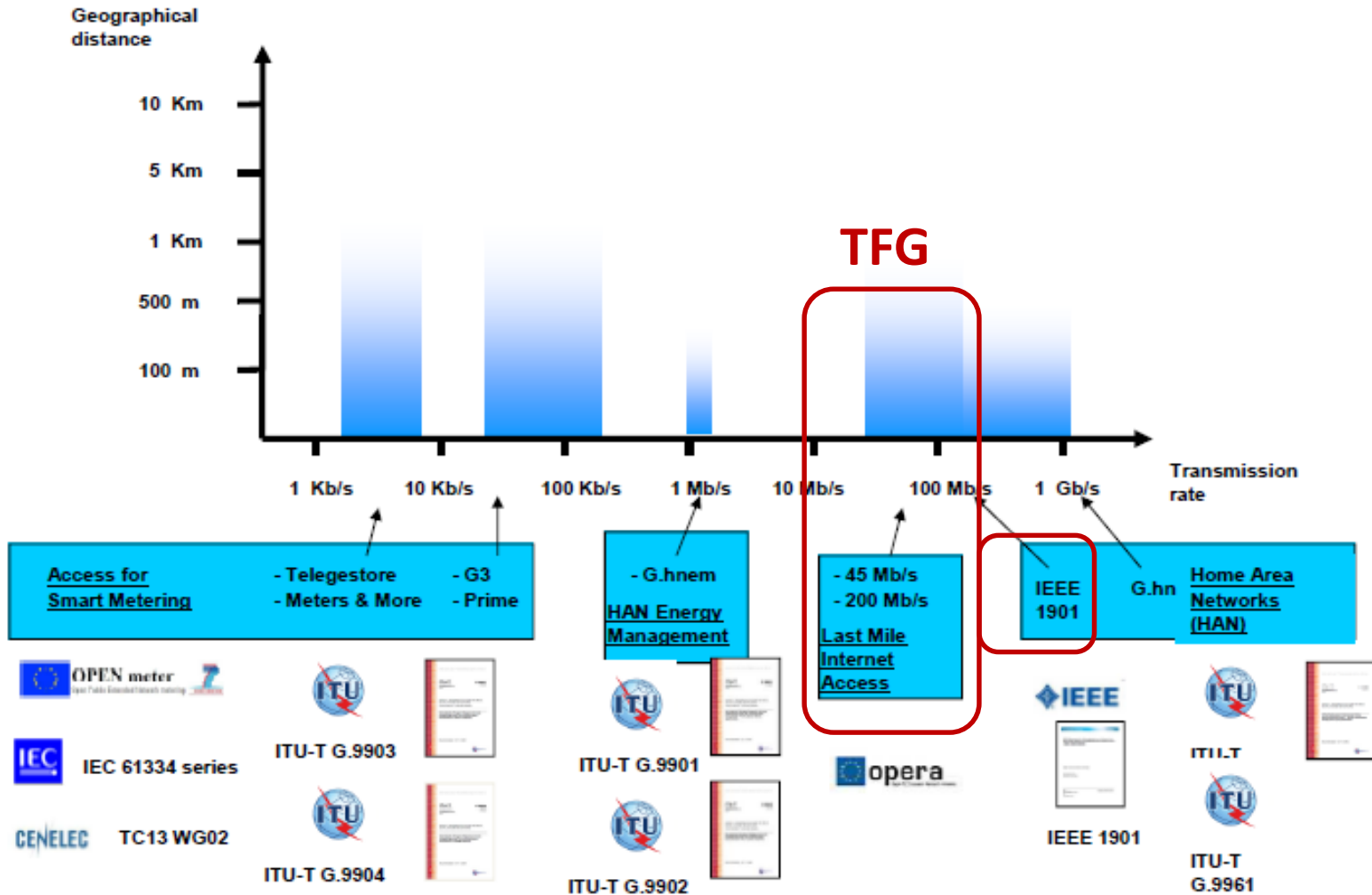
Història del PLC

2006 - Avui

Nous estàndards segons servies i usos

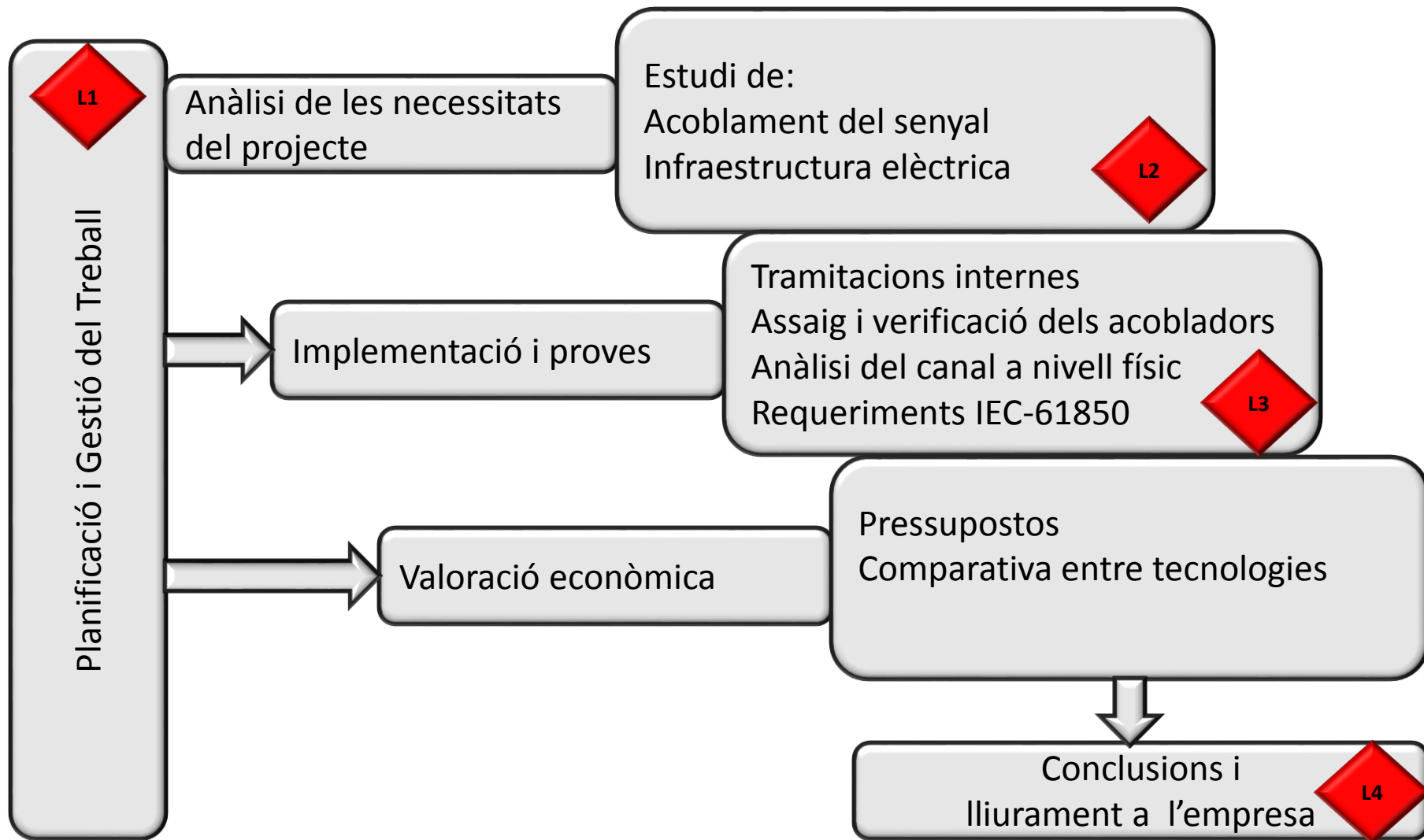


Història del PLC



Estructura i objectius del treball

Estructura del TFG



Objectius del Treball

T1

Estudiar l'acoblament del senyal PLC

T2

Determinar el millor tipus d'acoblament

T3

Obtenció la millor manera per acoblar el senyal BPLC

T4

Determinar la proposta d'acoblament

T5

Comparativa econòmica

T6

Instal·lació completa en funcionament

T7

Memòria final i lliurament

Identificar Avantatges i problemàtiques BPLC

Conèixer la topologia de la xarxa elèctrica

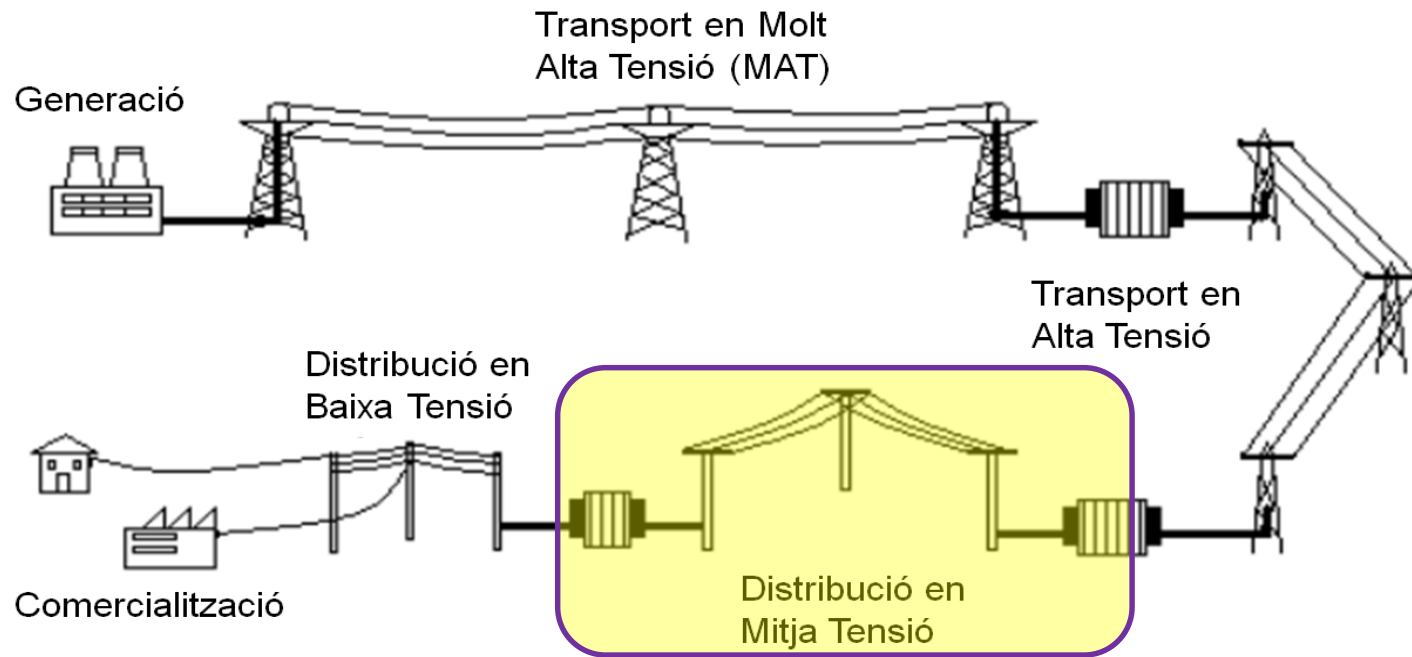
Validació de la tecnologia

Justificar costos instal·lació i manteniment

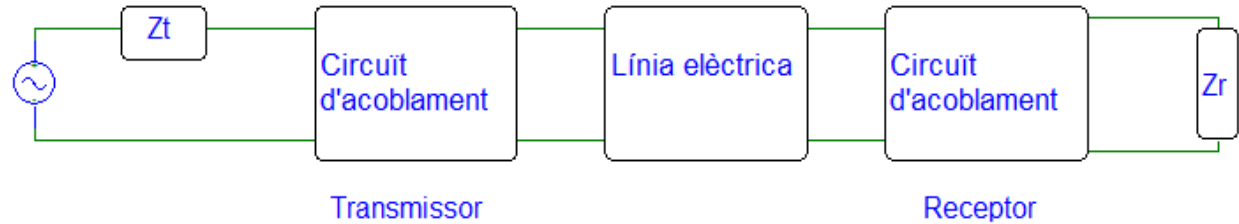
BPLC com a medi fiable

Estudi de l'acoblament del senyal

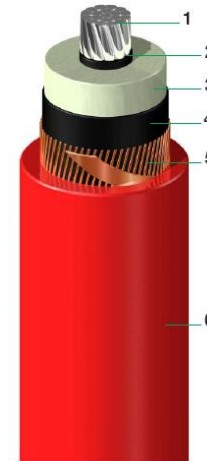
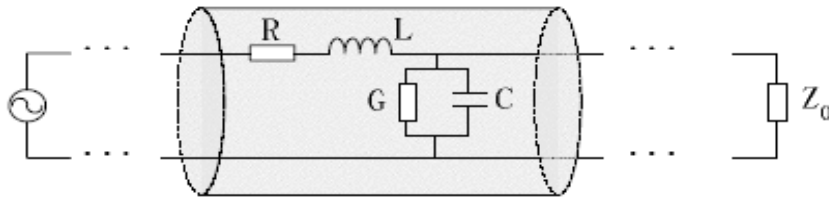
El Canal de telecomunicacions del BPLC



El Canal de telecomunicacions del BPLC

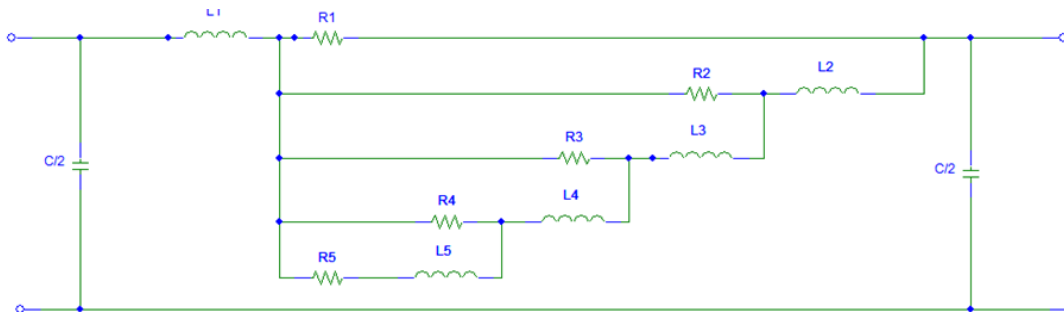


50 Hz



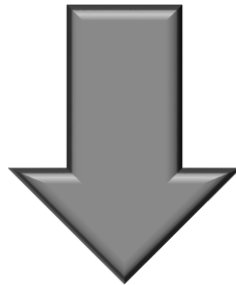
- 1.- Conductor que pot de de Cu o Al.
- 2.- Capa semiconductor interna.
- 3.- Aïllament XLPE.
- 4.- Capa semiconductor externa.
- 5.- Pantalla radial de Cu.
- 6.- Coberta externa

2-30 MHz



El Canal de telecomunicacions del BPLC

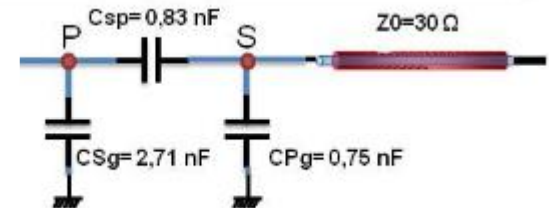
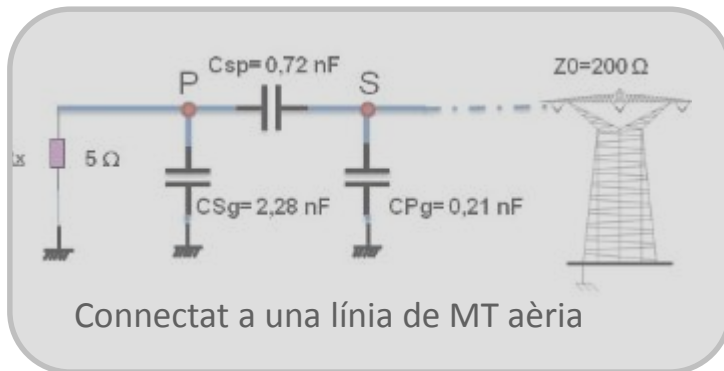
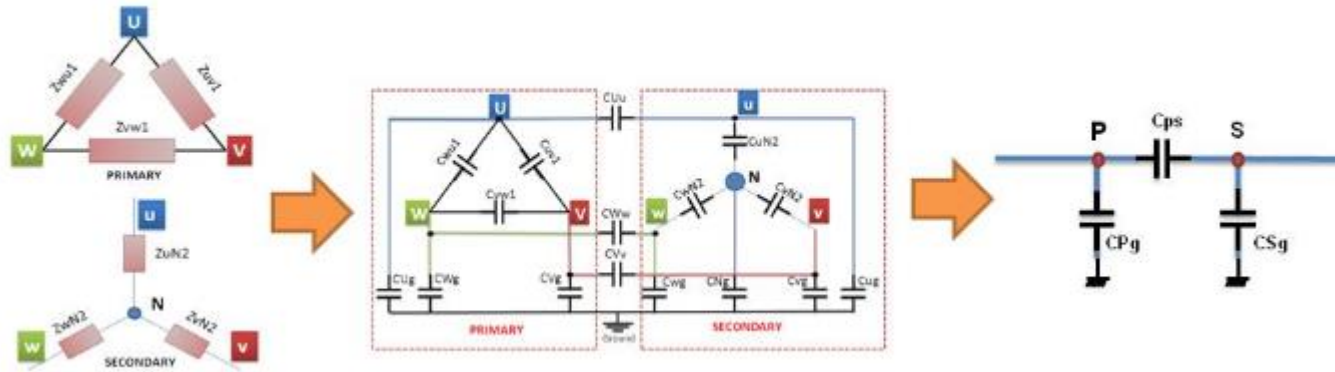
~~$$C = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$~~



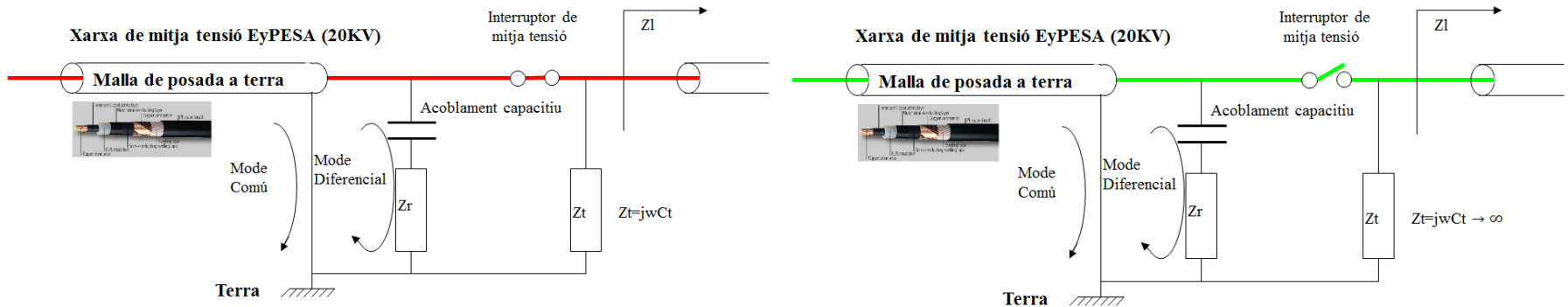
$$C = \int_{f_1}^{f_0} B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S_{rr}}{S_{nn}} \right) \cdot df \quad \text{amb } B = f_0 - f_1$$

La xarxa real i la seva arquitectura

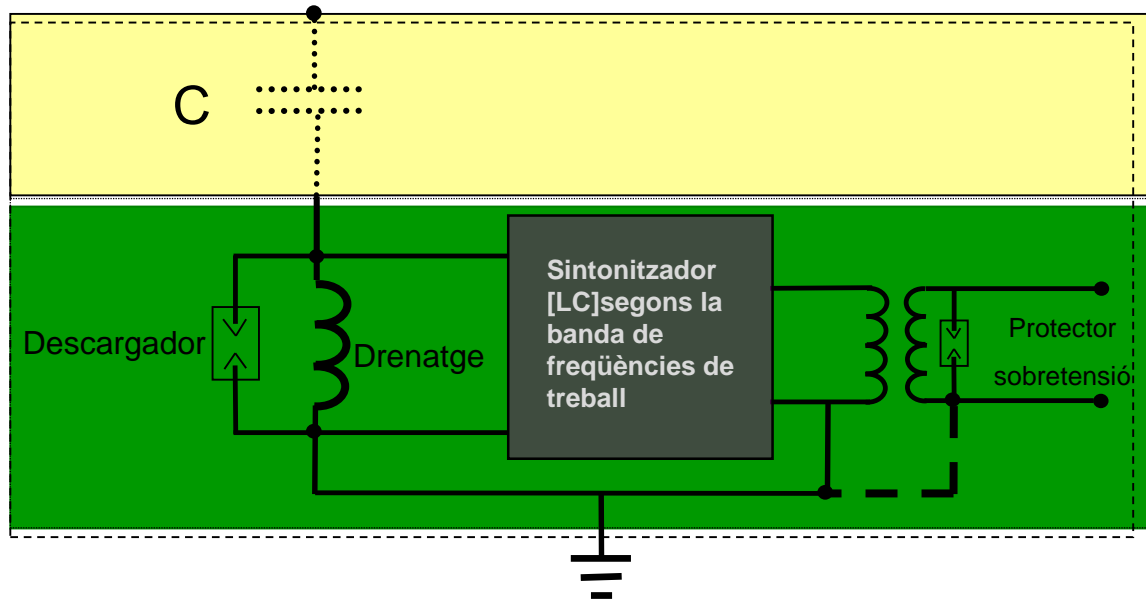
Transformador vist des de RF



Acoblador capacitiu

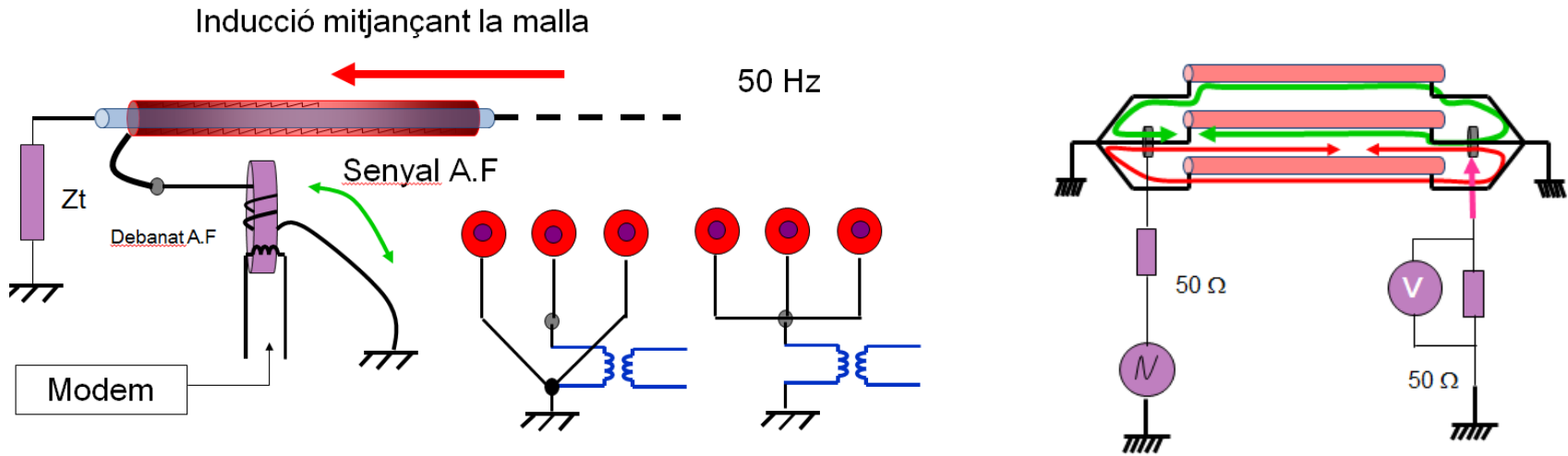


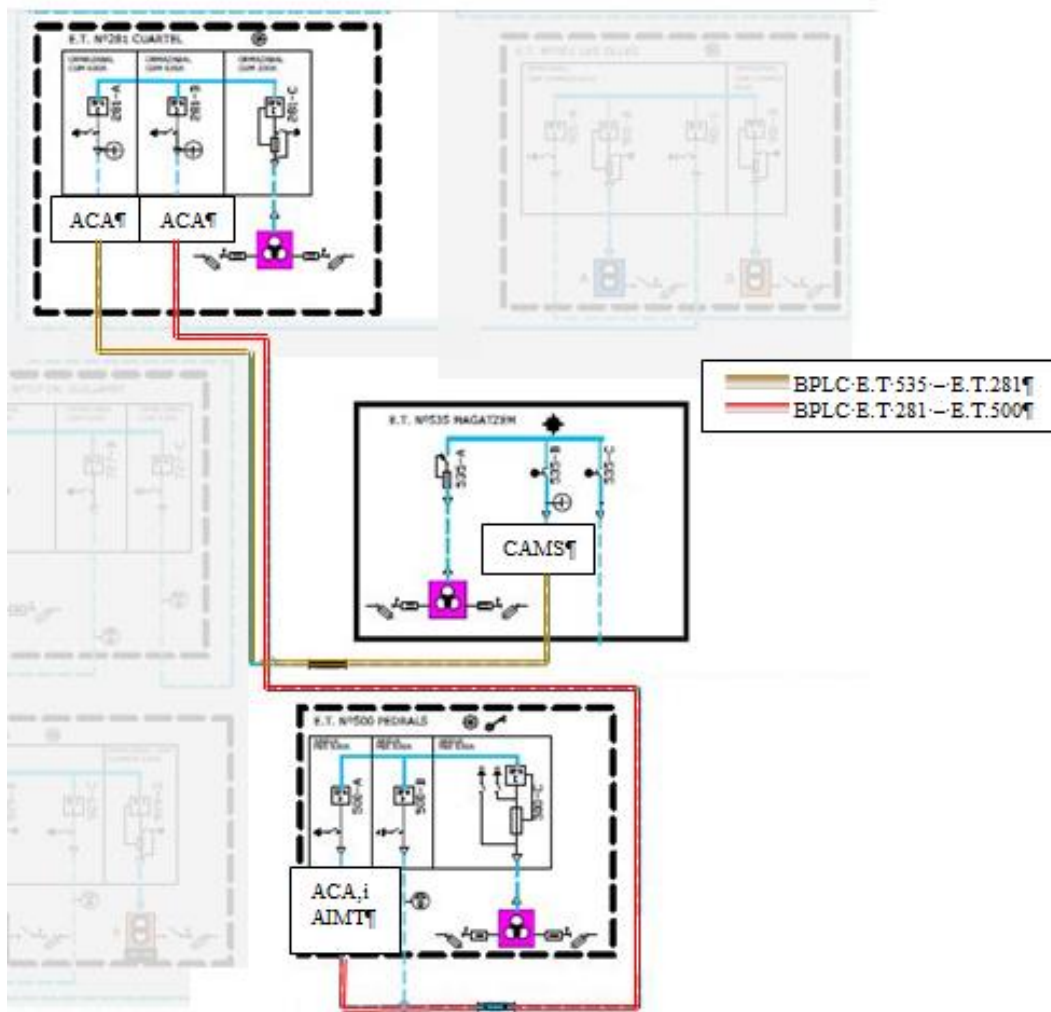
Línea de Alta tensió



Acoblador inductiu intrusiu descartat en el TFG

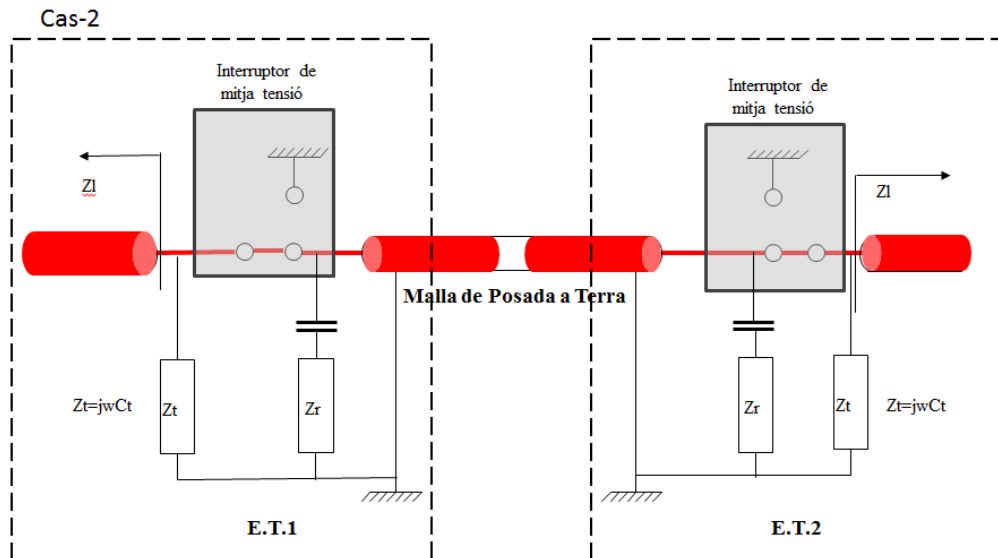
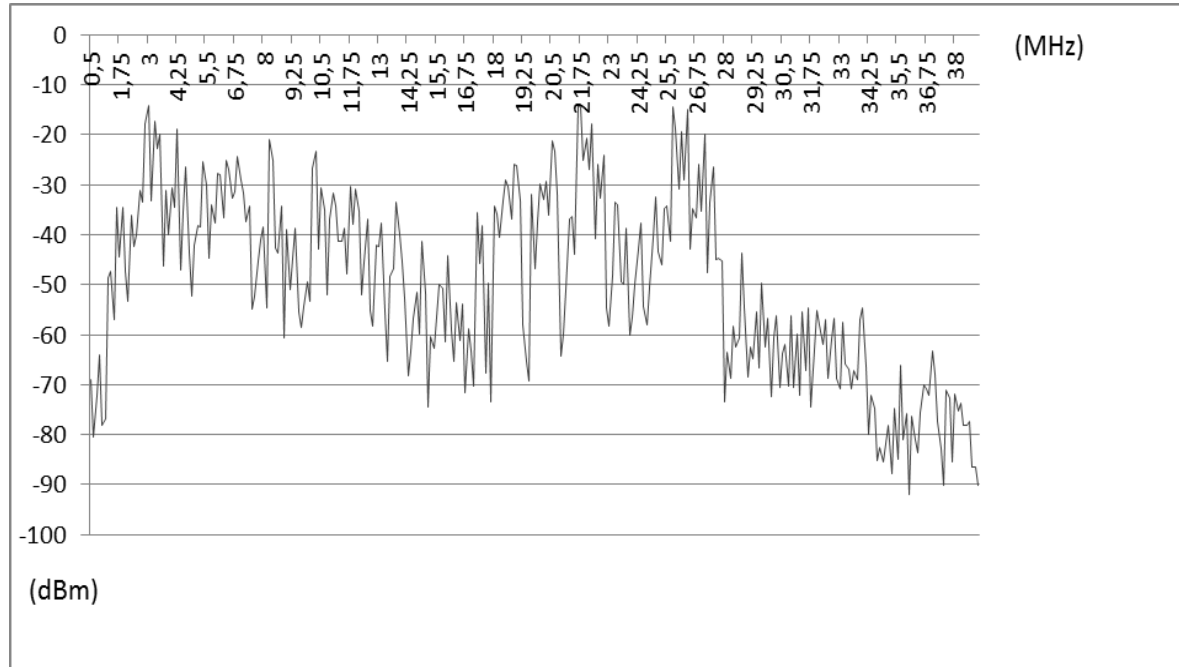
Inducció mitjançant la malla



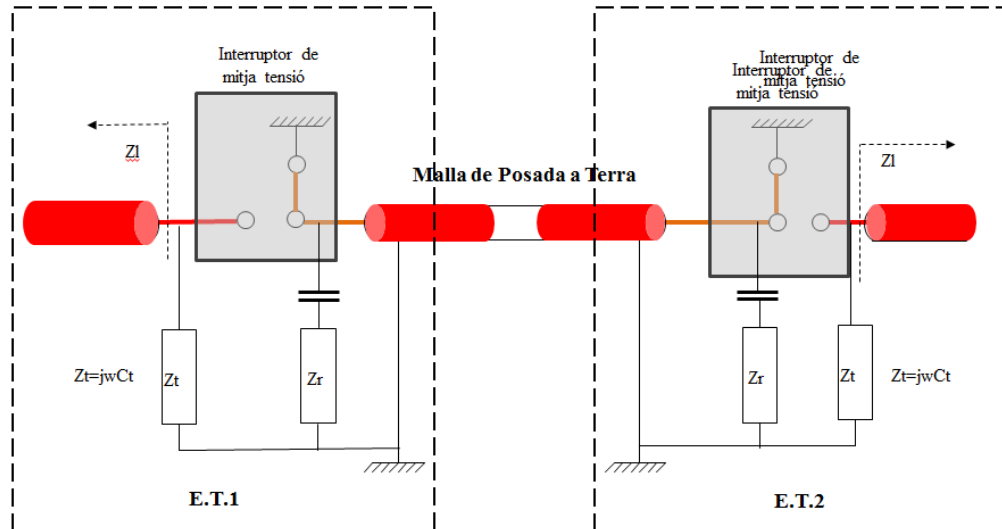
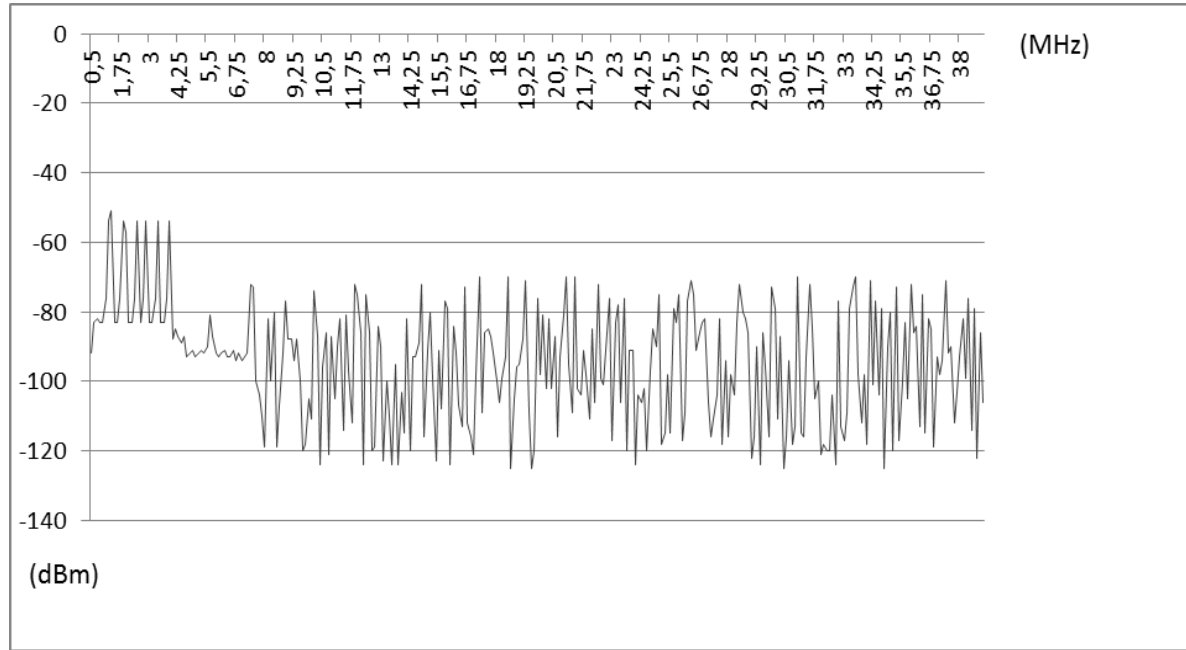


| Cas | Acoblador | ET 535 Magatzem [535-B] | ET-281 Cuartel [281-A] |
|-----|-----------|-------------------------|------------------------|
| 1 | Capacitiu | Obert | Obert |
| 2 | | Tancat | Tancat |
| 3 | | Posada a Terra | Posada a Terra |
| 4 | Inductiu | Obert | Obert |
| 5 | | Tancat | Tancat |
| 6 | | Posada a Terra | Posada a Terra |
| Cas | Acoblador | ET-281 Cuartel [281-B] | ET-500 Pedral [500-A] |
| 7 | Capacitiu | Obert | Obert |
| 8 | | Tancat | Tancat |
| 9 | | Posada a Terra | Posada a Terra |
| 10 | Inductiu | Obert | Obert |
| 11 | | Tancat | Tancat |
| 12 | | Posada a Terra | Posada a Terra |

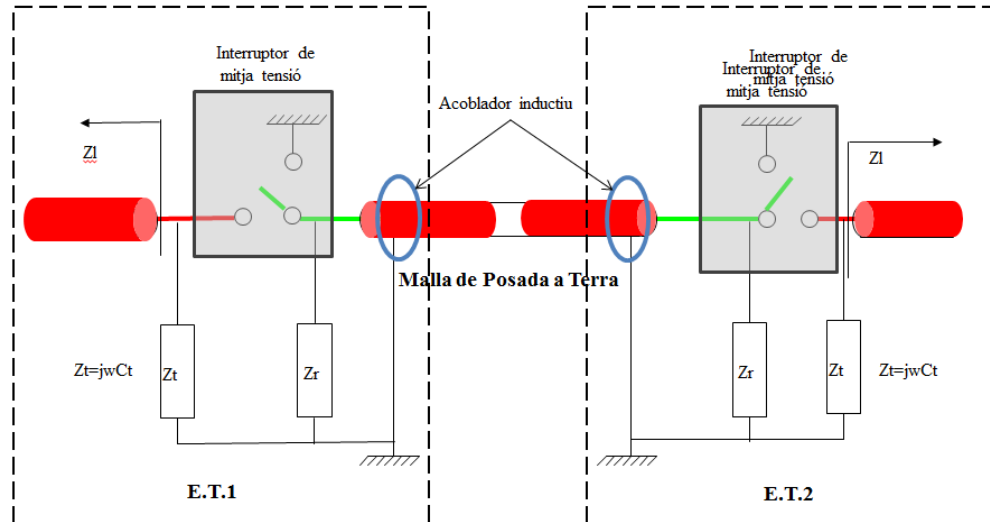
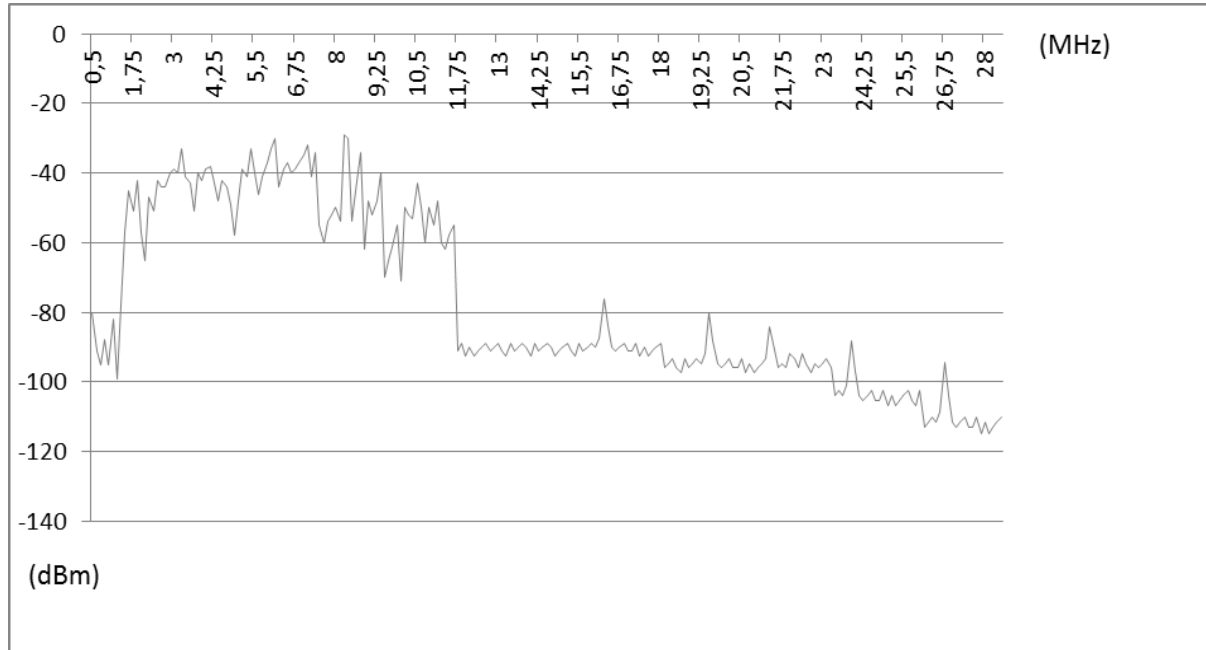
Cas-2



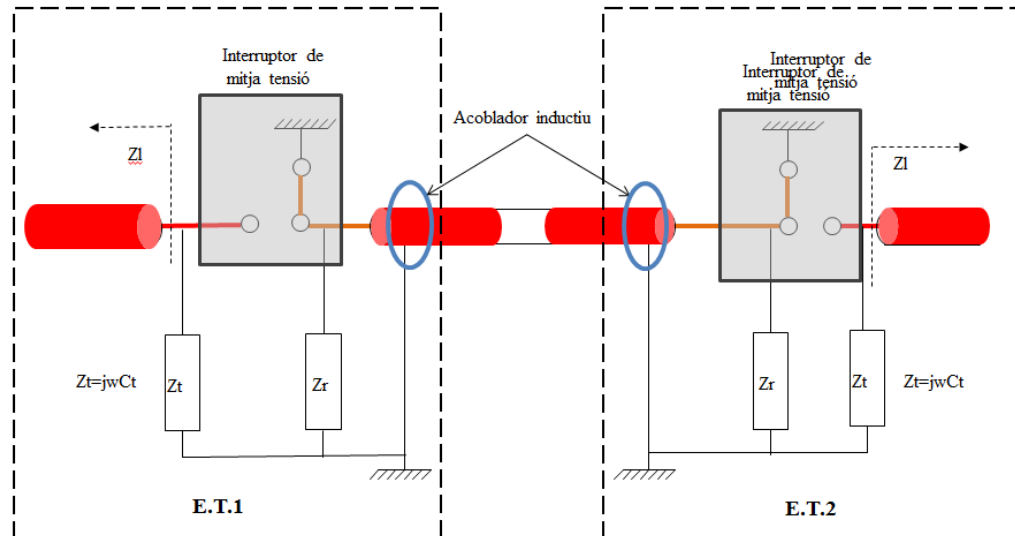
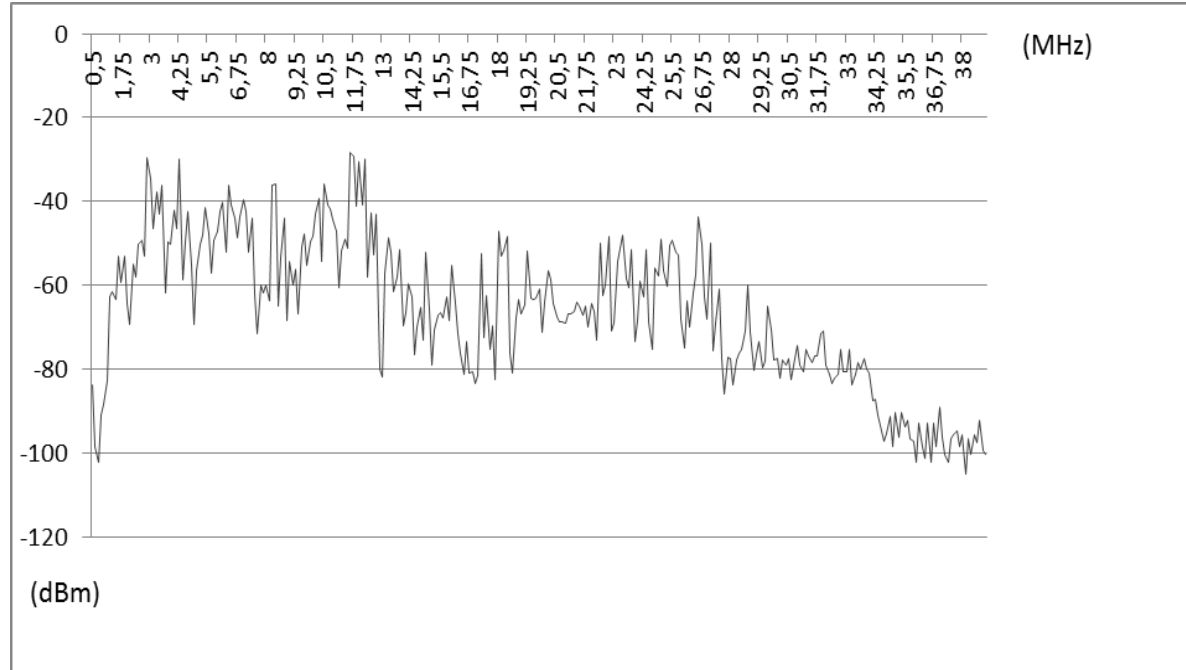
Cas-3



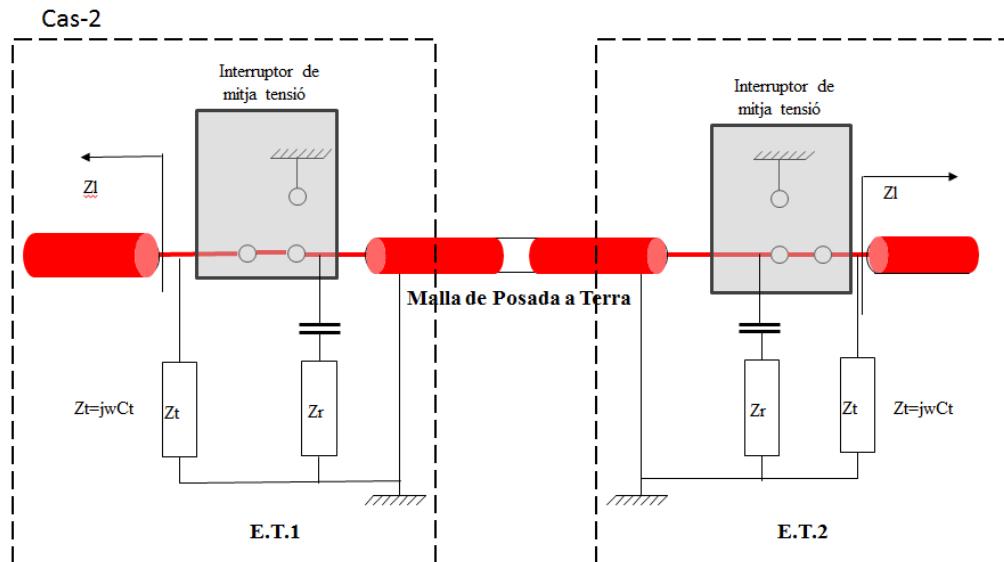
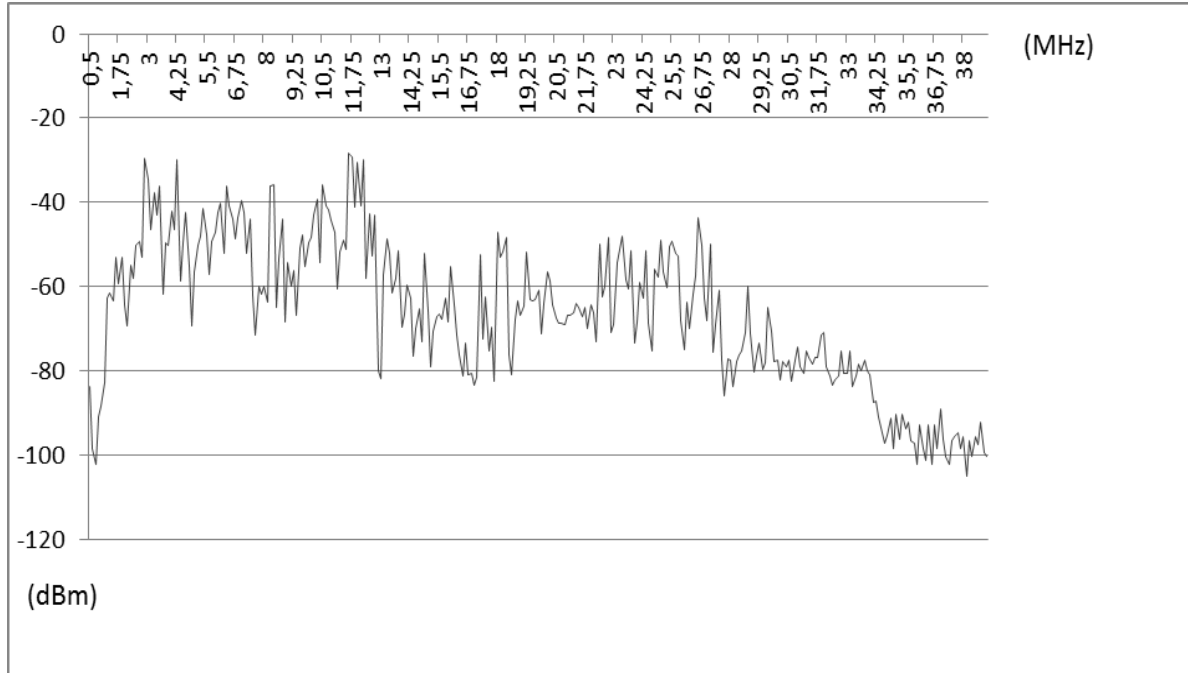
Cas-4

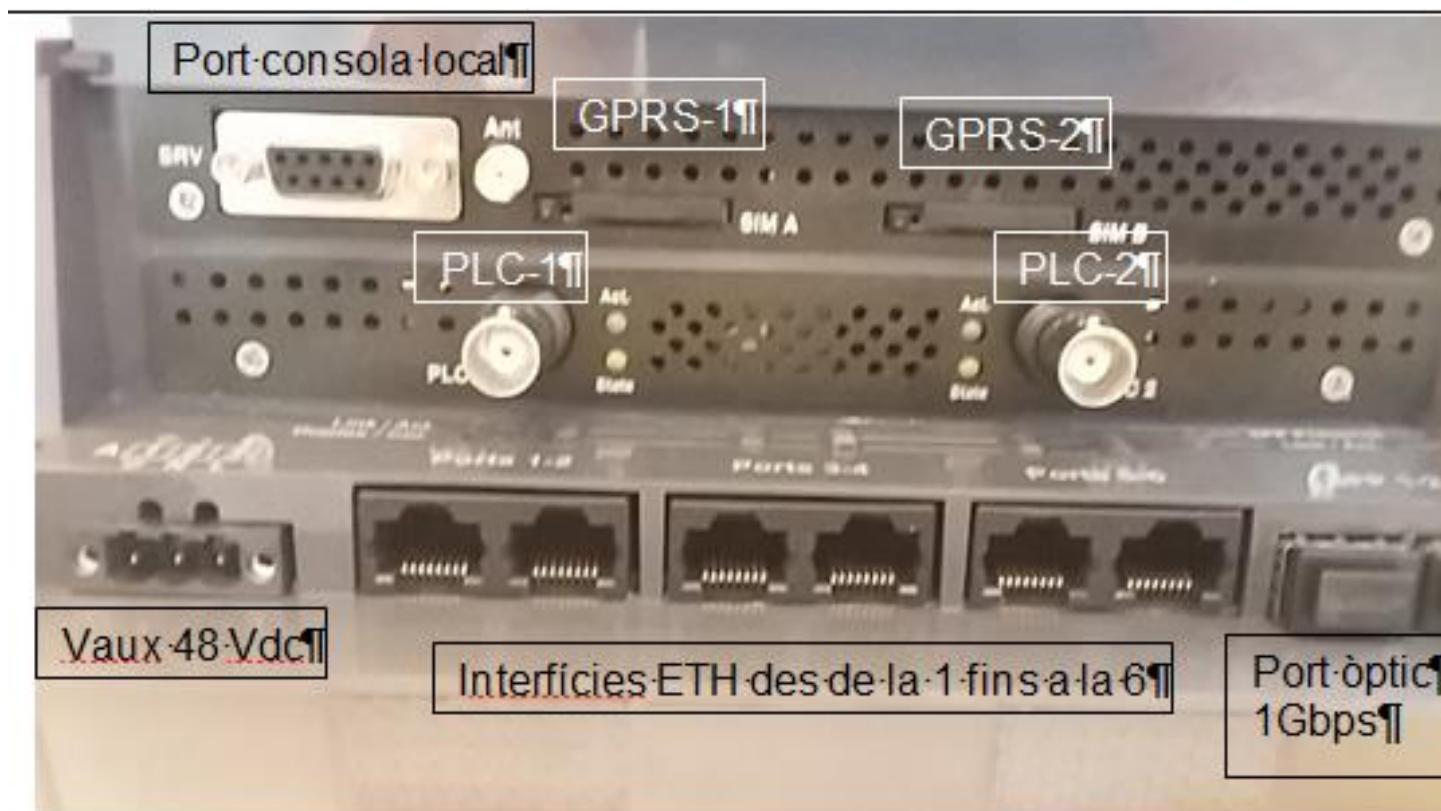


Cas-6



Cas-8

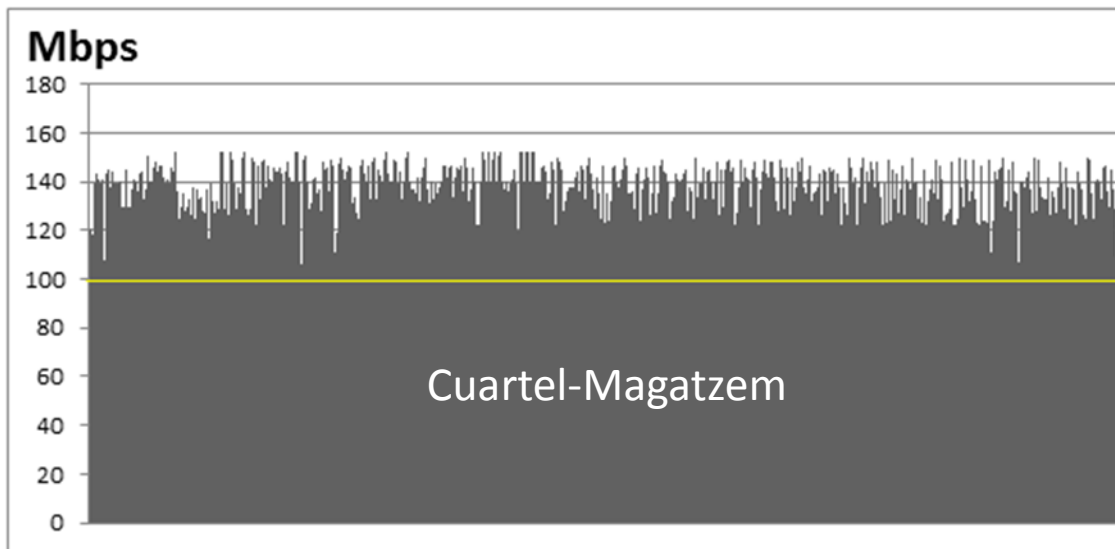




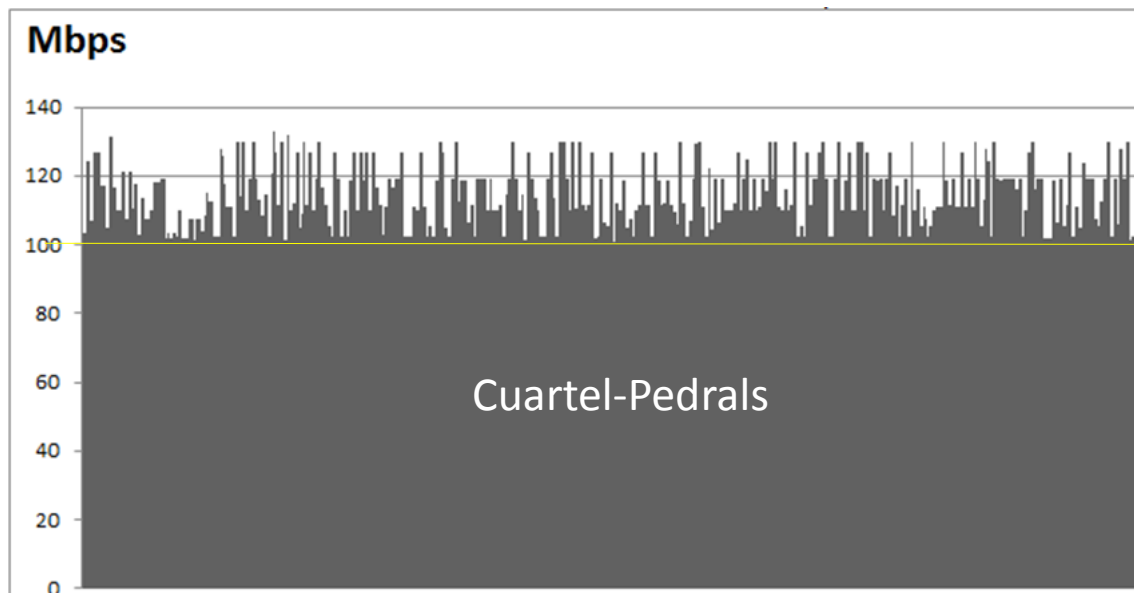
```

DRA2 - Cuartel /> download
restore
set /main/hostname "DRA2 - Cuartel"
set /main/location "Granollers - 281"
set /main/contact TIC
set /main/timezone Madrid
set /admin/reset/enable on
set /admin/reset/period 7
set /lan/port[1]/name DCU
set /lan/port[1]/vid 500
set /lan/port[5]/vid 500
set /lan/port[6]/vid 500
set /lan/port[7]/name "PLC0- PEDRALS"
set /lan/port[7]/vid 500
set /lan/port[8]/name "PLC1- Magatzem"
set /lan/port[8]/vid 500
set /lan/port[9]/vid 500
set /lan/vif[1]/vid 500
set /lan/vif[1]/ip 172.16.43.230
set /lan/vif[1]/mask 255.255.252.0
set /lan/vif[1]/description ESC_Centre_1
set /lan/plc/plc1/factory_default off
set /lan/plc/plc1/nmk 23
add /routing/static/default_st_rules
set /routing/static/default_st_rules[1]/gateway 172.16.43.254
set /routing/static/default_st_rules[1]/if_vlan500
set /routing/static/default_st_rules[1]/descr_esc_Centre_1
set /ntp/client/server[1]/ip 192.168.1.56
set /snmp/enable on
DRA2 - Cuartel /> stats lan/plc
/
  lan/
    plc/
      plc_interfaces[]/
        [plc_interfaces] port mac          state tx_packets tx_error t
x_coll rx_packets rx_error
-----
777  91571  1  0  7  00:E0:AB:19:C7:8C static 478582  0  2
      2  8  00:E0:AB:19:C6:55 static 539771  0  0
      0  0
    plc0_network[]/
      [plc0_network] pl role tei mac          tx_rate rx_rate
-----
      1          LOC CCO 002 00:E0:AB:19:C7:8C 128  131
      2          REM STA 003 00:E0:AB:19:C6:66 127  129
    plc1_network[]/
      [plc1_network] pl role tei mac          tx_rate rx_rate
-----
      1          LOC CCO 002 00:E0:AB:19:C6:55 148  147
      2          REM STA 003 00:E0:AB:19:C8:7C 146  145

```



Latències
entre ET
< 5 ms



Acumulades
< 100 ms

Requeriments del IEC 61850

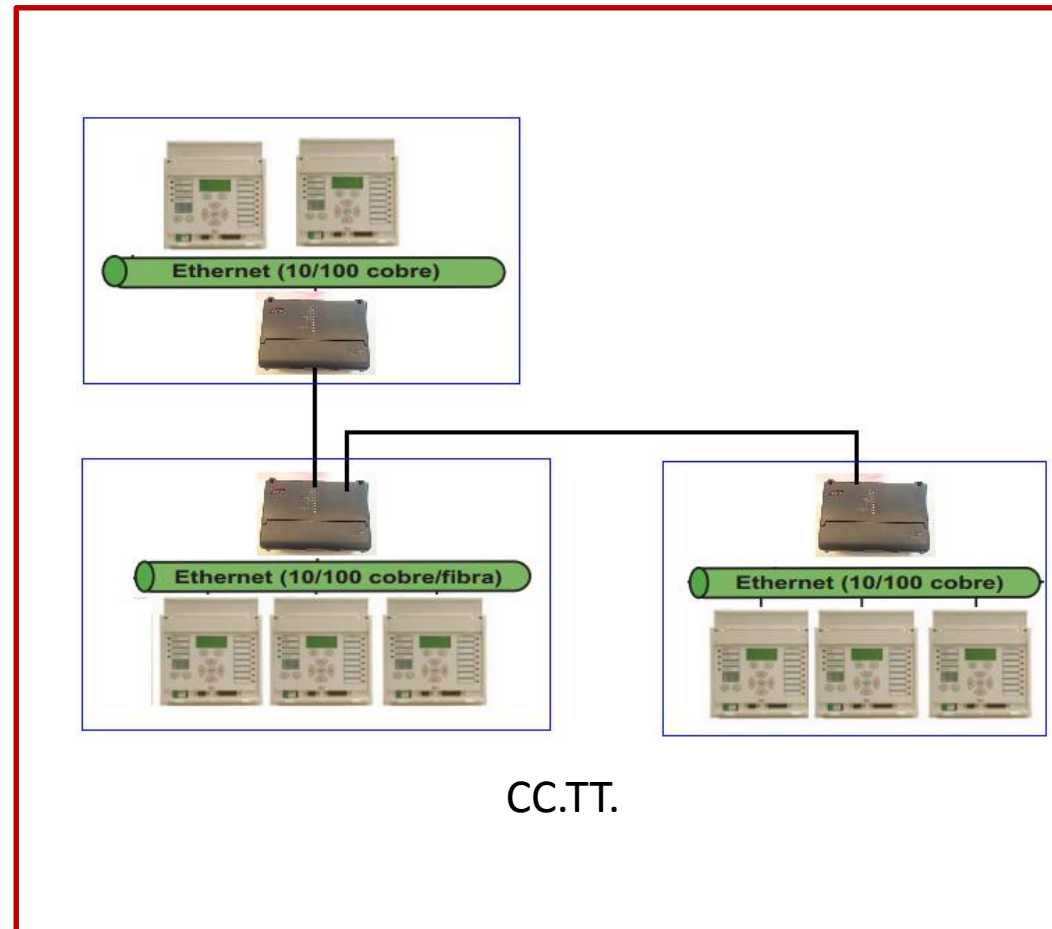
Defineix un estàndard de comunicacions inter-operable entre equips de comunicacions i control dins d'una subestació



Subestacions



Subestacions



| Tipus | Nom | Exemple | Acompliment requerit |
|-------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| 1A | Missatges ràpids: <i>Trip</i> | Actuacions Protecció | 10 ms entre E.T. |
| | | | 2 ms en Subestació |
| 1B | Missatges ràpids: <i>Others</i> | Interacció entre processos | <100 ms entre E.T |
| | | | 20 ms En subestació |
| 2 | Missatge de velocitat de mesura | Valors rms | <100 ms |
| 3 | Missatges lents | Transferència de registres | < 500 ms |
| 4 | Missatges dades sense processar | Transductors | Protecció: 480÷1920, mostres/res/s |
| | | | Mesura: 1500÷12000 mostres/s |
| 5 | Transferència d'arxius | Alarmes, info, ajustos | No hi ha requeriments |
| 6 | Missatge de sincronització | Sinc.temps a la xarxa | ± 25 μs de <i>clock</i> intern |

Conclusions

BPLC s'ha validat a EyPESA com una tecnologia que permet suportar IEC-61850 en requeriments de latències $10 < t < 100$ ms

Entendre els inconvenients que presenta el BPLC per les xarxes elèctriques

La seva instal·lació i posada en servei és ràpida

Inversió econòmica 8 vegades inferior

Ofereix flexibilitat en inversions en sistemes de telecomunicacions per xarxes elèctriques

No compleix per distàncies superiors a 300 m

Els acoblaments més fiables, són els capacitius