

2010

Creative Commons Deed

LaSalleOnLine  
ENGINYERIA

# TELEVISIÓ DIGITAL II

Guia d'estudi

Gabriel Fernàndez i Ubiergo



**LA SALLE**   
ENGINYERIA I ARQUITECTURA

Universitat Ramon Llull





# Creative Commons License Deed

Reconeixement-No comercial-Sense obres derivades 3.0 Espanya

❖ **Vostè és lliure de:**

Copiar, distribuir i comunicar públicament l'obra.

❖ **Sota els següents condicionants:**

**Reconeixement.**

S'ha de referenciar aquesta obra a Gabriel Fernández i Ubierno -  
Enginyeria La Salle (Semipresencial)

**No comercial.**

No es pot utilitzar aquesta obra per a finalitats comercials.

**Sense obres derivades.**

No es pot alterar, transformar o generar una obra derivada a partir  
d'aquesta.

- Quan reutilitzeu o distribuïu l'obra, heu de deixar ben clar els termes de la llicència de l'obra.
- Alguna d'aquestes condicions pot no aplicar-se si obteniu el permís del titular dels drets d'autor.
- No hi ha res en aquesta llicència que menyscabi o restringeixi els drets morals de l'autor.

**Els drets derivats d'usos legítims o altres limitacions reconegudes per llei no queden afectats per l'anterior**

Això és un resum fàcilment llegible del text legal (la llicència completa) disponible en els idiomes següents:  
Català Castellà Basc Gallec



## Crèdits

- ❖ **Autor:** Gabriel Fernàndez i Ubierno
- ❖ **Editor:** Lluís Vicent
- ❖ **Coordinació lingüística:** Sara Laso
- ❖ **Revisió lingüística:** Núria Mateo
- ❖ **Maquetació:** Víctor Ballesteros
- ❖ **Disseny de portada:** Víctor Ballesteros

Aquesta edició ha comptat amb el suport de l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR) de la Generalitat de Catalunya en la Convocatòria d'ajuts a l'edició i la difusió de llibres de text o manuals universitaris i llibres científicotècnics, en suport paper o en suport electrònic, escrits en llengua catalana (DILL 2010)



**ISBN: 978-84-937712-6-3**





# Índex

<b>SESSIÓ 1: Introducció a la transmissió de televisió .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Introducció a la transmissió de televisió.....</b>	<b>3</b>
1.1.1. La transmissió de televisió .....	3
1.1.2. Sistemes de televisió analògics i digitals .....	9
<b>SESSIÓ 2: Transmissió de TV analògica .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Televisió analògica .....</b>	<b>11</b>
2.1.1. Introducció .....	11
2.1.2. El sistema NTSC .....	13
2.1.2. El sistema PAL .....	15
<b>SESSIÓ 3: El sistemes PAL S, PAL D i Secam .....</b>	<b>17</b>
2.1.3. El sistema SECAM .....	19
<b>SESSIÓ 4: Senyals test i teletext .....</b>	<b>21</b>
2.2.1. Senyals test .....	22
2.2.2. Sistema teletext .....	23
<b>SESSIÓ 5: Sistemes EDTV: PAL plus i MAC.....</b>	<b>29</b>
2.3.1. Sistemes EDTV.....	29
<b>SESSIÓ 6: Sistemes HDTV .....</b>	<b>37</b>
2.3.2. Sistemes HDTV .....	37
<b>SESSIÓ 7: Monitor de TV B/N.....</b>	<b>41</b>
<b>3. El monitor de TV .....</b>	<b>41</b>
3.2.1. El TRC B/N .....	44
<b>SESSIÓ 8: Monitor color i pantalles planes .....</b>	<b>49</b>
3.2.2. El TRC color .....	49
3.3.1. Introducció a les pantalles planes .....	52
3.3.2. Pantalles planes passives .....	52
3.3.2. Pantalles planes actives .....	54
<b>SESSIÓ 9: Sistemes IDTV .....</b>	<b>57</b>
3.4.1. Els filtres COMB.....	57
3.4.2. Els sistemes 100 Hz .....	59
<b>SESSIÓ 10: Televisió digital i MPEG2 Systems.....</b>	<b>61</b>
<b>4. Televisió digital .....</b>	<b>61</b>
<b>SESSIÓ 11: DVB-S i DVB-C .....</b>	<b>67</b>
4.3.1. Introducció al <i>Digital Video Broadcasting</i> (DVB).....	67
4.3.2. Televisió digital via satèl·lit (DVB-S) .....	68
4.3.3. Televisió digital via cable (DVB-C) .....	69
<b>SESSIÓ 12: L'estàndard DVB - T.....</b>	<b>71</b>
4.3.4. Televisió digital via terrestre (DVB-T).....	71
4.3.5. Servei d'informació (DVB-SI) .....	73
<b>SESSIÓ 13: Accés condicional .....</b>	<b>75</b>
4.3.6. L'accés condicional (DVB-CA) .....	75



4.3.7. Problemes de televisió digital .....	76
<b><i>Bibliografia</i></b> .....	<b>79</b>
<b><i>Glossari</i></b> .....	<b>81</b>



# SESSIÓ 1: Introducció a la transmissió de televisió

## FITXA DE LA SESSIÓ

---

- ❖ **Nom:** Introducció a la transmissió de televisió
- ❖ **Tipus:** teòrica
- ❖ **Format:** no presencial
- ❖ **Durada:** 2 hores
- ❖ **Dedicació:** 2 hores
- ❖ **Treball a lliurar:** no
- ❖ **Material:**
  - Bibliografia bàsica:
    - [Fernández2001]
    - [Torres1993]
  - Bibliografia complementària:
    - [Bethencourt1990]

## PRECEDENTS

---

En l'assignatura de TV Digital I es varen donar els fonaments del senyal de vídeo analògic i digital; els diversos formats existents en analògic, la seva digitalització i la compressió de vídeo.

## OBJECTIUS

---

L'objectiu d'aquesta sessió és introduir la segona part de l'assignatura de TV Digital on aprofundirem en el camp de la transmissió del senyal en general.

## CONTINGUTS

---

# 1. Introducció a la transmissió de televisió

## 1.1. Els sistemes de televisió

---

### 1.1.1. La transmissió de televisió

---

En la Figura 1. La televisió com a sistema de comunicacions, podeu observar un diagrama on es presenta una cadena genèrica de transmissió de televisió des de la càmera fins al televisor. Aquest esquema ja es va presentar en l'assignatura de TV

Digital I i en aquesta sessió ens centrarem en els elements relatius a la transmissió i recepció del senyal.

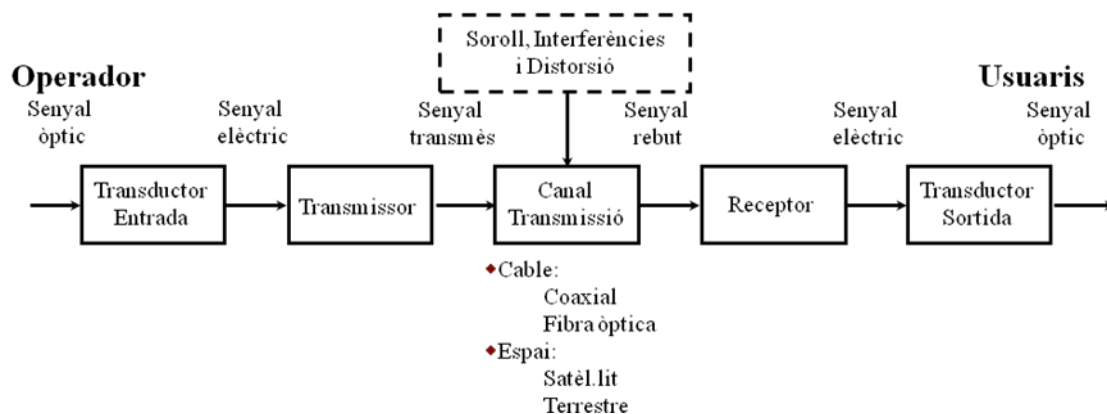


Figura 1. La televisió com a sistema de comunicacions

## La modulació

El següent mòdul en la cadena de comunicacions és el transmissor que efectua l'adaptació del senyal al canal per on el senyal es propagarà. Per això requereix un senyal suplementari que li faci d'ona portadora de la informació. Aquest procés és conegut com modulació i com a resultat el senyal resulta desplaçat a freqüències superiors dins del canal que té reservat per a la seva transmissió. Els mètodes de modulació són diferents segons la forma en què es modula la portadora:

La modulació, tant analògica com digital, parteix del senyal en banda base que en ser modulada es desplaça (translocació espectral) a una zona d'altres freqüències, on està situada la portadora ( $f_c$ ).

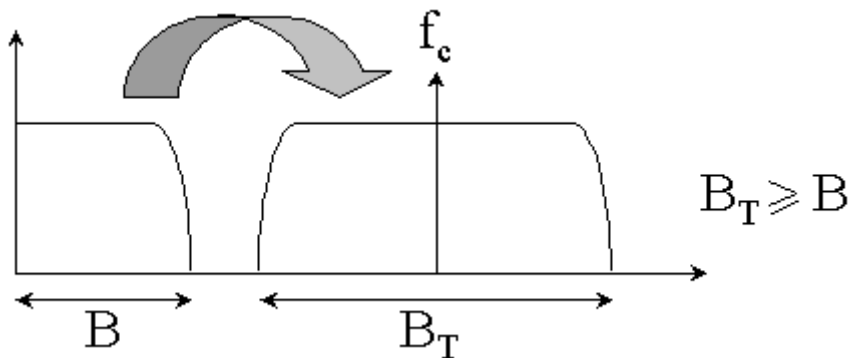


Figura 2. Representació freqüencial de la modulació d'un senyal

On  $B$  és l'ample de banda en banda base i  $B_T$  l'ample de banda de transmissió.

A continuació, es descriuen algunes de les propietats del procés de modulació:

- Mida de les antenes: com més gran sigui la freqüència de portadora, més petita és la longitud d'ona de portadora i la mida de les antenes disminueix.



$(f_c \uparrow \rightarrow \lambda_c \downarrow \rightarrow \text{mida antena} \downarrow)$

- b) Ample de banda fraccional  $\equiv \frac{f_c}{B_T} > 1$  (ordre de 10 a 100).

Com més gran sigui  $B_T$  més gran serà  $f_c$ , com a regla general.

$(B_T \uparrow \rightarrow f_c \uparrow)$ .

Els oscil·ladors són limitats i sempre transmeten a freqüències aproximades (una delta que es desplaça). Apareix el que es coneix com *inestabilitat* dels oscil·ladors, que fan variar l'ample de banda fraccional.

- c) Intercanvi  $P_T \leftrightarrow B_T$

Es necessiten uns nivells determinats de senyal per la transmissió. S'aconsegueix augmentant la potència de transmissió o augmentant  $B_T$ . Si augmentem  $B_T$  disminueix la potència de transmissió (factor important en la transmissió per satèl·lit).

- d) Es poden utilitzar diverses freqüències portadores en una mateixa zona sense interferir-se (diferents canals sense interferències).
- e) En un mateix senyal es pot utilitzar el sistema de multiplexat freqüencial (FDM). Per exemple, el sistema PAL on el so i la imatge estan multiplexats en freqüència (diferent informació sense solapament, en la banda base).

Vegem un exemple de modulació, la modulació en amplitud (AM):

Suposem els senyals  $x(t)$  i  $p(t)$  on  $x(t)$  és el senyal modulador (informació) i  $p(t)$  el senyal portador.

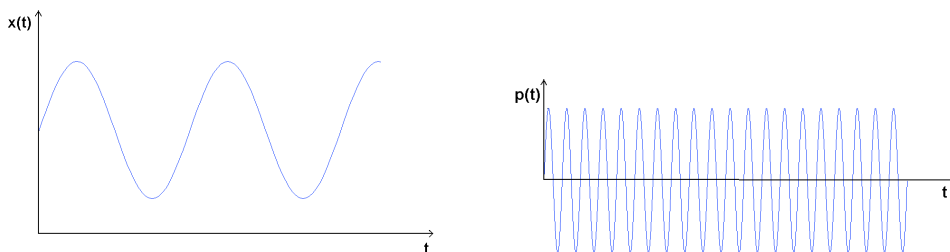


Figura 3. Senyal  $x(t)$  i  $p(t)$  en un exemple de modulació en amplitud

El senyal que enviarem serà:

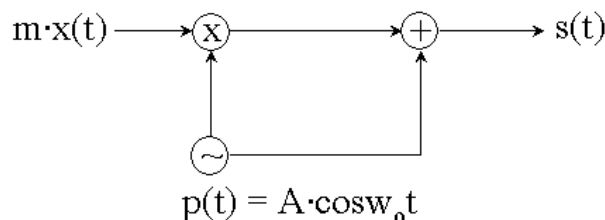


Figura 4. Esquema simplificat d'un modulador en amplitud (AM)

On el senyal modulats  $s(t)$  serà, per tant:

$$s(t) = A [1 + m \cdot x(t)] \cdot \cos \omega_0 t.$$



Donant com a resultat un senyal modulad amb la freqüència de la portadora  $p(t)$ , però amb l'amplitud envoltant corresponent al missatge que volem transmetre  $x(t)$ :

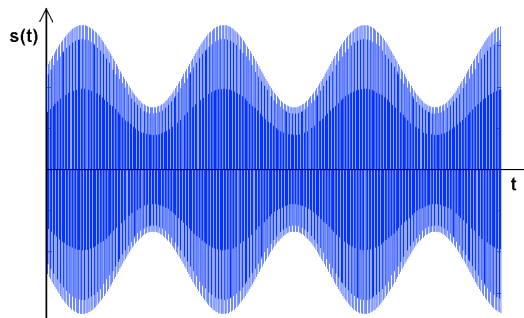


Figura 5. Senyal modulad en amplitud

El senyal missatge  $x(t)$  el podem recuperar en recepció mitjançant un desmodulador (detector síncron):

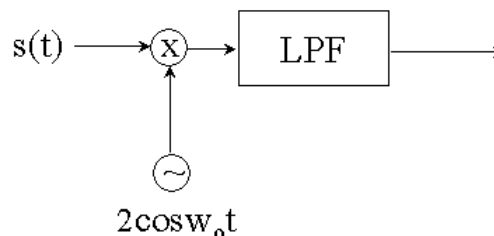


Figura 6. Esquema simplificat d'un desmodulador en amplitud (AM)

On tindrem:

$$s(t) \cdot 2 \cos w_0 t = A \cdot [1 + m \cdot x(t)] \cdot 2 \cos^2 w_0 t = A \cdot [1 + m \cdot x(t)] \cdot 2 \cdot \left( \frac{1 + \cos 2w_0 t}{2} \right) =$$

$$= A \cdot [1 + m \cdot x(t)] \cdot (1 + \cos 2w_0 t)$$

Després del filtratge passa baixes, obtindrem el senyal missatge:

$$A \cdot [1 + m \cdot x(t)] \rightarrow x(t).$$

## Tipus de modulacions

En funció de si el missatge que cal transmetre és continu o discret en el temps, tindrem modulacions analògiques (el missatge que cal transmetre és una funció contínua en el temps) o digitals.

Tipus de modulacions analògiques:

Modulacions lineals: són aquelles modulacions que modifiquen l'amplitud del senyal portador.

- AM: modulació en amplitud (utilitzat en ràdio).
- BLU: banda lateral única (utilitzat en ràdio).



- DBL: doble banda lateral (utilitzat per a modular la crominància en TV color).
- BLV: banda lateral vestigial (utilitzat per la TV analògica terrestre i cable).

Modulacions no lineals: no modifiquem l'amplitud sinó la freqüència o la fase del senyal portador.

- FM: modulació en freqüència (ràdio, TV analògica satèl·lit).
- PM: modulació en fase.

Modulacions digitals: el missatge que cal transmetre és un seguit de polsos d'amplituds discretes.

- ASK (*Amplitude Shift Keying*) / QAM (*Quadrature Amplitud Modulation*) (TV digital cable).
- FSK : *Frequency Shift Keying*.
- PSK : *Phase Shift Keying*.
- QPSK: *Quaternary Phase Shift Keying* (TV digital satèl·lit).
- DPSK: *Differential Phase Shift Keying* (NICAM i modulació àudio en estèreo).

Totes les modulacions mostrades fins ara són uniportadores. Es poden utilitzar també modulacions multipotadora on, com el seu nom indica, utilitzen un gran nombre de portadores simultànies per modular diferents símbols d'un mateix senyal. És el cas de la *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) utilitzada en la televisió digital terrestre.

## Canal de transmissió

És el medi físic pel qual es transmet la informació. Pot ser de dos tipus: guiat o via "aèria":

De canals guiats n'hi ha de diversos tipus: el cable coaxial, la fibra òptica, les xarxes híbrides coaxial i òptiques (HFC) i el cable bifil·lar de coure.

De canals no guiats en trobem de diferents tipus segons les bandes radioelèctriques utilitzades:

- Banda VHF: Banda I, II, III; 30 a 300 MHz. Aquesta banda es utilitzada per transmissió de TV (canals de 7 MHz) i FM de ràdio.
- Banda UHF: Banda IV, V; 300 MHz a 3 Ghz. Utilitzada per transmissió de senyal de TV (canals de 8 MHz), radar i ràdio enllaços.
- Banda SHF: 3 Ghz a 30 Ghz. Utilitzada per transmissió de senyal per satèl·lit (banda C:4-6 GHz, Ku12-14 GHz).

Tots els canals de transmissió introdueixen un seguit d'atacs al senyal, en major o menor mesura. Aquests atacs es poden agrupar en: soroll, interferència i distorsió.

Soroll: són els diferents senyals elèctrics aleatoris de caràcter natural que contaminen el senyal que transmetem. El soroll afecta de forma diferent a un senyal de TV analògic que digital. Per exemple, en TV analògica, en utilitzar una modulació lineal on el soroll afecta directament al missatge (amplitud del senyal), les imatges es veuen amb neu; en una transmissió de TV digital, el soroll induirà alguns bits erronis que podran ser recuperats en alguns casos i en altres faran aparèixer blocs amb informació errònia a la pantalla; altrament la imatge serà perfecta.



Interferència: contaminació causada per altres senyals creats per l'home (màquines, altres emissions de TV, etc.) que per la seva similitud al nostre senyal a transmetre fa que el senyal rebut es vegi modificat. Per exemple, un canal de TV que interfereix un altre pel fet d'estar en canals adjacents. Un cas especial d'interferència és la multicamí o multitrajectòria, produïda pel fet que el senyal rebut en una antena (especialment terrestre) és la suma dels mateixos senyals que han recorregut diverses trajectòries (a causa de rebots en edificis o altres elements). Aquest fenomen és especialment greu en el cas de la recepció terrestre.

Distorsió: deformació que pateix la forma d'ona del senyal a causa de les diferents atenuacions que efectua el canal a diferents freqüències. N'hi ha de lineals, que modifiquen linealment l'amplitud o la fase del senyal, i que podem corregir mitjançant equalització adaptativa en recepció. I n'hi ha de no lineals quan, per exemple, dues senyals de freqüències diferents són tractades per un sistema no lineal:

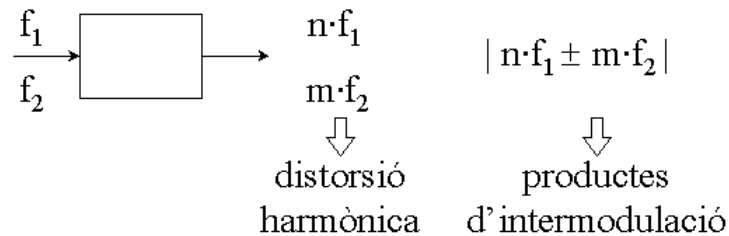


Figura 7. Distorsions del senyal en un sistema no lineal

En aquest cas, a la sortida del sistema podem tenir senyals a múltiples de les freqüències d'entrada (distorsió harmònica, que es pot eliminar mitjançant filtratge) i productes d'intermodulació on múltiples de les freqüències d'entrada, sumades i restades, poden interferir el propi senyal i que són molt difícils d'eliminar.

Cada canal de transmissió té unes característiques diferents que fan que la modulació que cal dur a terme prèviament hagi d'estar adaptada a aquestes característiques. Per exemple, els medis guiats per cable no pateixen de gaire soroll i disposen de la possibilitat de reamplificar el senyal, amb la qual cosa una modulació en amplitud com al QAM és perfectament vàlida. En canvi, en el medi satèl·lit, cal una modulació més robusta, com la QPSK que modula la informació amb quatre possibles fases, a canvi de reduir l'eficiència espectral (ample de banda més gran), la qual cosa no resulta un problema en les transmissions satèl·lit a bandes de GHz. Finalment, en la transmissió terrestre tenim problemes de relativa baixa potència i ample de banda i interferència multicamí, amb la qual cosa cal aplicar una modulació robusta i eficient a la vegada, com la OFDM.

## El receptor

El receptor processa el senyal rebut per activar el transductor de sortida. Ha de compensar les degradacions efectuades pel canal:

- Amplificació (atenuació).
- Equalització (distorsió).
- Filtrat (interferències).

- Dispositius LN (*Low Noise*) (soroll)

Els passos que cal realitzar són diferents si es tracta de TV analògica o digital, i el seu funcionament dependrà de la transmissió i canal utilitzats. Bàsicament ha de fer tres funcions:

- Seleccionar el canal.
- Amplificar.
- Desmodular.

### 1.1.2. Sistemes de televisió analògics i digitals

A la Figura 8. Classificació dels diversos sistemes de TV analògics i digitals, podem veure un quadre-resum dels diferents sistemes de televisió analògica i digital existents. D'esquerra a dreta, els diferents sistemes augmenten en prestacions, des de televisió de definició estàndard (SDTV) com el NTSC, PAL o SECAM, passant pels IDTV (*Improved Definition Television*) que incorporen millores en la recepció i els EDTV (*Extended Definition Television*) com el sistemes MAC o PAL Plus fins els sistemes d'alta definició analògics (HDTV) Muse i HD-MAC. Aquest fou d'alguna forma l'evolució de la televisió fins a principis de la dècada dels 90. A partir d'aleshores, començaren a instaurar-se els sistemes de televisió digital que, entre d'altres avantatges, permeten que el mateix sistema pugui abarcar totes les qualitats, des de la definició estàndard a l'alta definició. El sistema europeu DVB i americà ATSC són els més importants en aquest àmbit, sense menysprear el japonès ISDB. Tots ells són incompatibles però tenen elements comuns, com el fet que es basen en la codificació MPEG com a base per a la compressió del senyal.

	<i>Standard Definition SDTV</i>	<i>Improved Definition IDTV</i>	<i>Extended Definition EDTV</i>	<i>High Definition HDTV</i>
<i>Analògic</i>	<i>PAL NTSC SECAM</i>	<i>SDTV+ :</i> ♦ <i>filtres digitals</i> ♦ <i>cancel·lació ecos</i> ♦ <i>100 Hz</i>	<i>PAL plus MAC</i>	<i>MUSE HD-MAC</i>
<i>Digital</i>	<i>DIGITAL VIDEO BROADCASTING (DVB)</i> <i>ADVANCED TELEVISION SYSTEMS COMMITTEE (ATSC)</i>			
				} <i>MPEG 2</i>

Figura 8. Classificació dels diversos sistemes de TV analògics i digitals

## RESUM

En aquesta sessió hem repassat els conceptes fonamentals que intervenen en la transmissió del senyal de televisió.





## SESSIÓ 2: Transmissió de TV analògica

### FITXA DE LA SESSIÓ

---

- ❖ **Nom:** Transmissió de TV analògica
- ❖ **Tipus:** teòrica
- ❖ **Format:** no presencial
- ❖ **Durada:** 2 hores
- ❖ **Dedicació:** 2 hores
- ❖ **Treball a lliurar:** no
- ❖ **Material:**
  - Bibliografia bàsica:
    - [Fernández2001]
    - [Torres1993]
  - Bibliografia complementària:
    - [Bethencourt1990]

### PRECEDENTS

---

En l'assignatura de TV Digital I es varen donar els fonaments del senyal de vídeo analògic i digital. Els diversos formats existents en analògic, la seva digitalització i la compressió de vídeo.

### OBJECTIUS

---

L'objectiu d'aquesta sessió és introduir els sistemes analògics de televisió, començant pels més simples: primer B/N i després el de color.

### CONTINGUTS

---

## 2. Televisió analògica

### 2.1. Sistemes SDTV

---

#### 2.1.1. Introducció

---

Anomenem sistemes SDTV als sistemes de TV de definició estàndard i consisteixen en la transmissió dels senyals de vídeo en banda base amb el seu corresponent àudio que hem vist anteriorment; bàsicament el sistema NTSC, PAL i Secam en el cas analògic. Per començar a parlar de la transmissió del senyal de TV analògic comentarem primer com funciona una transmissió en blanc i negre.



## El transmissor de televisió B/N

El transmissor de televisió en blanc i negre és la base dels transmissor que s'utilitza en la televisió color. Un transmissor bàsicament el que fa és prendre el senyal de vídeo en banda base, juntament amb l'àudio i els sincronismes, i els trasllada freqüencialment al canal que l'emissora de televisió tingui assignat. Els canals de televisió són d'una amplada de 7 o 8 MHz a Europa i de 6 MHz en el sistema americà. Caldrà, doncs, utilitzar una modulació que eviti sortir d'aquest marge freqüència.

## Diagrama de blocs del transmissor

En la Figura 9. Diagrama de blocs d'un transmissor de TV B/N, es mostra el diagrama del transmissor de televisió analògica en B/N. El diagrama posa de manifest els elements bàsics necessaris per a la transmissió del senyal de vídeo compost i del senyal d'àudio. L'amplificador de vídeo pren el senyal de vídeo generat per la càmera i, a més a més d'amplificar-la, realitza un procés de correcció en gamma. Al senyal de vídeo se li afegeix la informació de sincronisme i es modula en amplitud. Per últim, un filtre de banda vestigial elimina part de la banda lateral inferior. D'altra banda, la informació d'àudio es tracta separatament, essent modulada en freqüència i situada a 5,5 MHz de la portadora de vídeo.

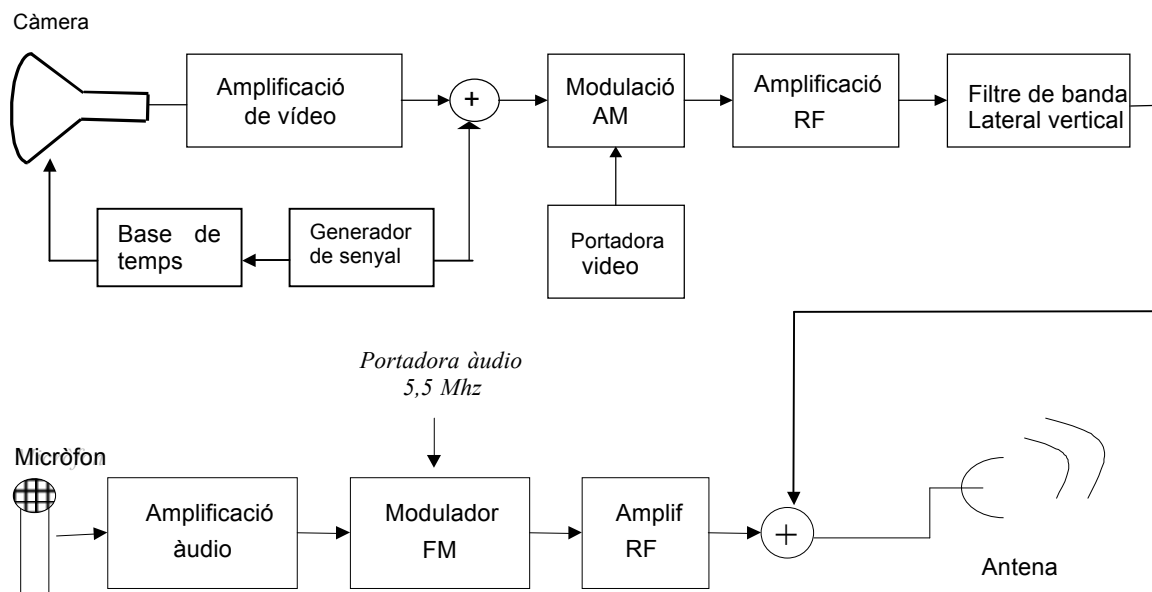


Figura 9. Diagrama de blocs d'un transmissor de TV B/N

## Correcció en Gamma

L'amplificador de vídeo pren el senyal de vídeo generat per la càmera. Aquest senyal és molt dèbil. Per tant, l'amplificador ha de tenir un valor de soroll molt baix i l'amplada de banda de l'amplificador ha de ser de 5 MHz.

A més a més d'amplificar, l'amplificador de vídeo té la funció de corregir en gamma el senyal de la càmera. La correcció en gamma consisteix a aplicar una no linealitat al senyal del tipus elevat a 1/gamma. Això es fa per compensar la no linealitat que



existeix al tubs de raigs catòdics dels receptors que generalment és del tipus elevat a gamma. Gamma és un factor que dependrà de la no linealitat del receptor i acostuma a prendre valors al voltant de 2. D'aquesta forma, la resposta global del sistema emissor-receptor serà lineal. A la figura 4.2.2 de [Torres1993] podeu veure l'efecte de la correcció en gamma.

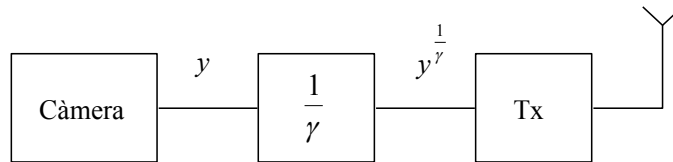


Figura 10. Correcció en gamma en un transmissor

## Modulació del senyal en banda lateral vestigial

El senyal de vídeo, juntament amb els sincronismes de línia i de camp, ha de ser transmès per un canal terrestre de la banda de UHF i VHF de 8 MHz i 7 MHz, respectivament. Per tant, cal que el senyal es moduli. La modulació en FM queda descartada a causa del gran ample de banda necessari i el senyal es modula en amplitud. La modulació en amplitud escollida és la negativa que consisteix a invertir el senyal prèviament a la seva modulació. (Vegeu la figura 4.2.3 a [Torres1993]). Això té bastants avantatges, ja que d'aquesta forma el nivell de sincronisme passa a ser el valor màxim i mínim del senyal modulat i això facilita els sistemes de control automàtic de guany dels receptors. A més a més, d'aquesta forma la portadora queda més protegida.

Una modulació d'amplitud en traslladar l'espectre a una freqüència de portadora implica una duplicació de la banda espectral que ocupa, la banda inferior i la banda superior. Això faria que l'ample de banda necessari fos de l'ordre de 11 MHz. Com ja hem dit disposem de canals de 7 i 8 MHz i, per tant, el que es fa es un retallament parcial de la banda lateral inferior (deixant només 0,75 MHz), donant lloc al sistema de banda lateral vestigial. Aquest ocupa relativament poc ample de banda i té un cost de descodificació més senzill que no pas els sistemes de banda lateral única o s'elimina tota una banda. Vegeu les pàgines 90-92 de [Torres1993]).

Finalment, cal mencionar que la modulació aquí explicada és la utilitzada per la transmissió de senyal de TV analògic per medis terrestre o cable, però que en el medi satèl·lit s'utilitza una modulació en freqüència més adaptada al medi satèl·lit on cal major protecció contra el soroll, i en canvi es disposa de major ample de banda.

### 2.1.2. El sistema NTSC

El sistema americà NTSC (*National Television System Committee*) va ser el primer sistema de televisió en color. És compatible amb el sistema en B/N americà de 525 línies i 60 camps/s.

En el sistema en color, calgué modificar lleugerament la freqüència de camp a 59,94 camps/s per tal de minimitzar les interferències produïdes per la intermodulació entre les subportadores de color i so sobre la luminància.

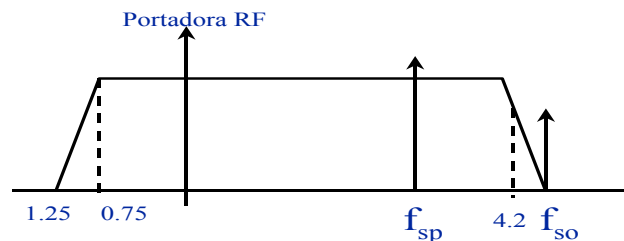


L'ample de banda del canal està limitat a 6 MHz, i la luminància, a 4,2 MHz. S'envia luminància i els senyals diferència de color, modulades en quadratura.

Podeu veure una explicació detallada del sistema NTSC a [Torres1993], pàgines 120-129 i algunes explicacions a [Fernández2001], pàgines 132-153.

Va ser el primer sistema de TV en color que es va inventar. Les seves característiques generals són:

- Línies/im. = 525 (compatible amb B/N).
- $f_i = 30$  im./s. (60 camps/s).
- $F_h = 15750$  Hz/15734 Hz.
- $T_h = 63,492$  ms/63,556 ms.
- $BW_{\text{vídeo}} = 4,2$  MHz.
- $BW_{\text{canal}} = 6$  MHz.
- $f_{sp} = 3,583125$  MHz/3,579545 MHz.
- $f_{so} = 4,5$  MHz.



**Figura 11. Espectre del senyal de vídeo NTSC modulad en banda lateral vestigial**

El sistema NTSC envia les informacions de diferència de color ( $I$ ,  $Q$ ) amb un desfasament de  $33^\circ$  respecte la  $R-Y$  i  $B-Y$ . (Vegeu motius en l'assignatura de TV Digital I). Per enviar el senyal  $I$  i  $Q$  ho fa utilitzant la modulació en quadratura utilitzant una freqüència de subportadora  $f_{sp}$  del tipus  $f_{sp} = (2n + 1) F_h/2$ .

El sistema NTSC té un inconvenient fonamental. El senyal de crominància és un vector on l'angle de fase determina el matís del color i on l'amplitud està en funció de la seva saturació. Malauradament, durant el recorregut entre l'emissor i el receptor, o al mateix receptor, es pot produir una variació en la fase. Per tant, el matís determinat pel nou angle del vector de crominància no seria el correcte. A més a més, si la variació esmentada és progressiva, s'aprecia un canvi de coloració gradual que el fa encara més perceptible. Evidentment, aquests errors poden no ser excessivament importants ni succeir de forma contínua. Simplement són possibles, és donen amb una certa freqüència i poden produir efectes desagradables en més o menys mesura. El receptor NTSC disposa d'un potenciòmetre corrector de matís, (botó de *hue*), que neutralitza aquest defecte i que es manipula prenent com a referència el color de la pell humana. Aquest error de matís és el que intenta compensar el sistema PAL, mitjançant el canvi de fase a cada línia.



## 2.1.2. El sistema PAL

El sistema PAL, (*Phase Alternation Line*) és el sistema de transmissió de televisió en color que es va desenvolupar a l'any 1963 sota la direcció del Doctor Walter Bruch als laboratoris de Telefunken. Deriva directament del NTSC americà, conservant la modulació en quadratura amb subportadora suprimida i fent servir els eixos de modulació  $B-Y$  i  $R-Y$ , més concretament  $U$  i  $V$ , en lloc del  $I$  i  $Q$ . Però, a més de les freqüències, que segueixen la norma europea, existeix una diferència fonamental. Aquest intenta resoldre el problema principal del sistema NTSC en els errors de fase ocorreguts entre la subportadora regenerada en el receptor i la generada en el procés de codificació: la fase del producte de modulació (és a dir, la subportadora suprimida modulada)  $R-Y$  canvia  $180^\circ$  línia sí (anomenada línia PAL) línia no (anomenat línia NTSC). D'aquesta manera es dota al sistema de la capacitat de corregir els errors de fase de fins  $90^\circ$  al propi receptor, a l'entrada dels demoduladors (és a dir, després dels processos d'amplificació). Per una altra banda, el *burst* no es transmet amb una fase fixa de  $180^\circ$ , sinó de  $135^\circ$  durant les línies NTSC, i de  $225^\circ$  durant les PAL, tal i com es mostra a la figura 3.60 (Línies parells = senyals de  $C_r$  de les línies 1, 3, 5, 7 Línies senars = senyals de  $C_r$  de les línies).

Característiques generals:

línies/im. = 625.

$f_i = 25$  im./s. (50 camps/s).

$F_h = 15625$  Hz.

$T_h = 64$   $\mu$ s.

BWvídeo = 5 MHz.

BWcolor = 1,3 MHz.

BWcanal = 7 - 8 MHz.

$f_{sp} = 4,43361875$  MHz.

$f_{so} = 5,5$  MHz.

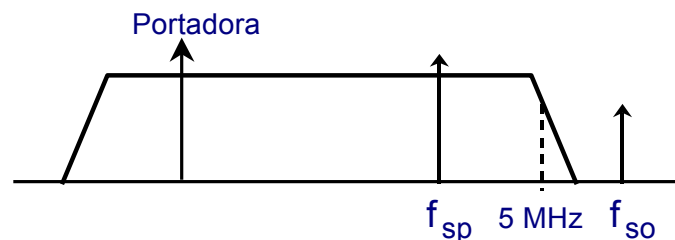


Figura 12. Espectre del senyal de vídeo PAL modulat en banda lateral vestigial

## RESUM

---

En aquesta sessió hem estudiat els principis d'un transmissor i receptor de TV en B/N com a base per als sistemes de TV analògics en color NTSC i PAL.



## SESSIÓ 3: El sistemas PAL S, PAL D i Secam

### FITXA DE LA SESSIÓ

---

- ❖ **Nom:** El sistemas PAL S, PAL D i Secam
- ❖ **Tipus:** teòrica
- ❖ **Format:** no presencial
- ❖ **Durada:** 2 hores
- ❖ **Dedicació:** 2 hores
- ❖ **Treball a lliurar:** no
- ❖ **Material:**
  - Bibliografia bàsica:
    - [Fernández2001]
    - [Torres1993]
  - Bibliografia complementària:
    - [Bethencourt1990]

### PRECEDENTS

---

En la sessió anterior vam estudiar les característiques generals del sistemas de transmissió analògics i varem introduir el sistema de transmissió PAL.

### OBJECTIUS

---

En aquesta sessió estudiarem els receptors PAL-S i PAL-D i les característiques del sistema SECAM.

### CONTINGUTS

---

#### El receptor PAL-S

---

La recepció del senyal PAL, més concretament la correcció dels possibles errors de fase mitjançant la mitjana del color de dues línies consecutives, es pot fer bàsicament de dues formes donat lloc als sistemas PAL-S i PAL-D. Els receptors PAL-S (PAL *simple*) només rectificquen el signe de la component V i és l'ull humà qui s'encarrega de realitzar la mitjana o integració. Aquest mètode és vàlid per errors de fase inferiors a 5°.

Quan existeixin errors de fase superiors, es produeix un traç de bandes per la imatge, que tendeixen a desplaçar-se cap amunt o avall. S'anomena efecte persiana veneciana o barres de Hannover.

Hi ha dues causes: per un costat, la correcció en gamma. La luminància no sempre és constant ja que part de la luminància es transporta a través del canal de croma. Si hi ha errors de fase, la informació de luminància transmesa a través del canal de croma



també quedarà distorsionada. El matís es compensa, però no la luminància. L'ull no pot integrar diferents nivells de luminància.

Per un altre costat, l'entrellaçat. Les línies realment no són adjacents ja que existeix entrellaçat.

L'ull és capaç d'integrar petites variacions de colors en línies adjacents, però no pot fer el mateix amb variacions de luminància. Vegeu [Fernández2001], pàgina 163. Teniu un esquema del codificador PAL-S a [Torres1993], pàgina 138.

## El receptor PAL-D

Els receptors PAL-*delay* (PAL-D) rectifiquen el signe de  $V$  en línies  $N + 1$  i un integrador electrònic fa la mitjana entre dues línies. L'integrador electrònic és un dispositiu que consisteix a retardar una línia per tal de poder fer la mitjana entre les dues línies consecutives, com es pot observar en la Figura 13. Integrador electrònic en el sistema PAL-D

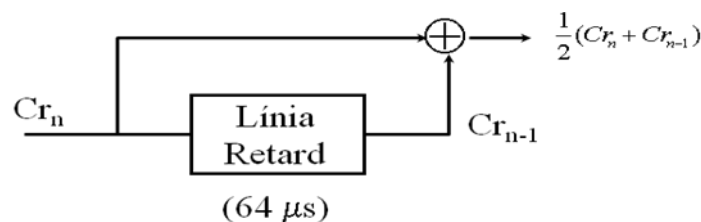


Figura 13. Integrador electrònic en el sistema PAL-D

El PAL-D resol els problemes del PAL-S, realitzant la integració de la cromàcia de les línies adjacents mitjançant un integrador electrònic, perdent resolució vertical, en fer la mitjana. Aquesta mitjana soluciona els errors de fase i el *crosstalk*.

La línia de retard és ultrasònica. Amb xarxes RC seria molt costosa en ser de llarga durada. Si el retard fos exactament de  $64 \mu s$ , en sumar dues línies consecutives estarien desfasades  $270^\circ$ , per la qual cosa cal agafar un retard de  $63,944 \mu s$ , que implica  $180^\circ$  de desfasament.

En realitat l'integrador electrònic agafa la informació de crominància de dues línies consecutives i efectua la suma i la resta entre elles. Si el senyal es lliure d'errors de fase, la suma ens dóna la informació corresponent a la  $U$  modulada i la diferència la de la  $+/- V$  modulada.

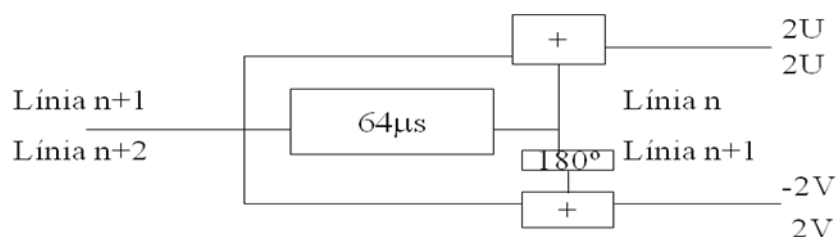


Figura 14. Integrador electrònic per a obtenir  $U$  i  $V$



Cadascun d'aquests senyals entren aleshores a desmodulador en quadratura que acaba d'extreure la  $U$  i la  $V$ . A [Fernández2001], en les pàgines 169-171, s'il·lustra el procés. Si hi ha error de fase, el sistema també el compensa i el converteix, com sempre, en un sistema PAL, en un error de saturació (pàgines 172-173 de [Fernández2001]). Igualment, el *crosstalk* també queda compensat (pàgines 174-175 de [Fernández2001]). A [Torres1993], pàgina 139, també podeu trobar una explicació del sistema PAL-D.

- [Fernández2001], p. 166-175

### 2.1.3. El sistema SECAM

El sistema SECAM (*Séquentiel à Couleur avec Memoire*) és un sistema TVC utilitzat a França i a l'antiga Unió Soviètica. És un sistema molt semblant al sistema PAL (25 imatges/s, 625 línies/imatge, sistema entrellaçat).

Una primera diferència la trobem en l'ample de banda del senyal de luminància. En el sistema SECAM, l'ample de banda de la luminància és de 6 MHz, permetent una resolució horitzontal major que en el sistema PAL.

L'altra gran diferència és en la transmissió del senyal de color. Els senyals diferència es modulen en FM, utilitzant dues subportadores a freqüències diferents. A més a més, a cada línia s'envia només un dels dos senyals diferència.

En modular el senyals en FM s'elimina el *crosstalk* i els errors de fase, però en ocupar més ample de banda s'augmenten les interferències sobre la  $Y$  respecte el sistema PAL.

En alternar les components a cada línia, la resolució del color en vertical és pitjor que en el sistema PAL.

S'usen dues portadores ( $f_{OB}$  i  $f_{OR}$ , una per a cada component), per limitar l'ample de banda limitant l'amplitud del senyal d'entrada (es tracta de modulació FM). Es tria una freqüència de subportadora específica per a cada freqüència per a disminuir la distorsió que es produeix en limitar el senyal en amplitud.

Per tal de poder identificar les línies parells de les línies senars, en el modulador SECAM s'insereix l'identificador, format per una seqüència d'impulsos inserits al sincronisme vertical. En el desmodulador SECAM, un retard de 64  $\mu$ s permet memoritzar la línia anterior. Segons arribi  $R-Y$  o  $B-Y$ , commutarem els senyals directe o memoritzat.

Pel fet de modular el senyal de croma en FM, tenim més interferència del color respecte el senyal de luminància quan menys color hi ha a l'escena, ja que la potència es concentra a la freqüència de subportadora.

Les principals característiques del sistema són:

línies/imatge = 625.



$f_i = 25$  imatges/segon. (50 camps/s.).

$f_H = 15625$  Hz.

$T_H = 64$   $\mu$ s.

$BW_{\text{video}} = 6$  MHz.

$BW_{\text{color}} = 1,3$  MHz.

$BW_{\text{canal}} = 8$  MHz.

$f_{OR} = 4,406250$  MHz.

$f_{OB} = 4,250000$  MHz.

$f_{so} = 6,5$  MHz.

A les pàgines 189-193 de [Fernández2001] hi ha alguns diagrames i explicacions dels sistema SECAM.

- [Fernández2001], p. 189-193

## RESUM

---

En aquesta sessió hem estudiat els principis els receptors PAL-S i PAL-D així com el sistema SECAM.



## SESSIÓ 4: Senyals test i teletext

### FITXA DE LA SESSIÓ

---

- ❖ **Nom:** Senyals test i teletext
- ❖ **Tipus:** teòrica
- ❖ **Format:** no presencial
- ❖ **Durada:** 2 hores
- ❖ **Dedicació:** 2 hores
- ❖ **Treball a lliurar:** no
- ❖ **Material:**
  - Bibliografia bàsica:
    - [Fernández2001]
  - Bibliografia complementària:
    - [Bethencourt1990]
    - [Craig1991]
    - [Pérez1993]

### PRECEDENTS

---

En l'assignatura de TV Digital I vàrem veure l'estructura del senyal de vídeo analògic. En aquest, vàrem poder observar la presència de l'esborrat vertical (*Vertical Blanking Interval*, VBI) format per 25 línies per cadascun dels camps, per tal que el feix d'electrons pugui realitzar l'escombrat correctament.

En l'actualitat, la tecnologia ha millorat i permet aprofitar aquestes 25 línies del VBI per augmentar les prestacions dels sistemes de televisió, sense trencar la compatibilitat.

### OBJECTIUS

---

En aquesta sessió veurem els diferents senyals VBI, fent especial atenció als senyals test i al senyal de teletext.

### CONTINGUTS

---

Els senyals que trobem en l'esborrat vertical són els senyals de test (*Vertical Interval Test Signals*, VITS), el senyal de teletext, el senyal *datacast*, el senyal VPS (*Video Programming System*) i la senyalització PAL Plus.

Els senyals test permeten verificar la qualitat de la transmissió i distribució.

El senyal de teletext conté informació digital per proveir del sistema d'informació, i el senyal *datacast* permet a empreses transmetre informació digital als seus clients a través de línies de *blanking* llogades.



## 2.2. Senyals auxiliars VBI

### 2.2.1. Senyals test

Els senyals test permeten verificar la qualitat de la transmissió i distribució sense haver d'interrompre l'emissió. Prenen el nom de VITS (*Vertical Interval Test Signals*).

#### Senyals de test bàsics

Els principals senyals test que se solen utilitzar són:

La **barra de luminància** permet mesurar el guany i la pèrdua d'inserció i la resposta a alta i baixa freqüència.

L'**impuls 2T** permet saber la resposta del sistema a la freqüència màxima de luminància.

Està format per un:

$$\sin^2\left(\frac{\Pi \cdot t}{2T}\right)$$

on  $T = 100$  ns, tenint un  $BW = 1/2T = 1/200$  ns = 5 MHz, podent avaluar com es respecta l'ample de banda màxim del senyal de vídeo PAL (5 MHz).

L' **impuls 20T** permet analitzar la relació d'atenuacions entre luminància i croma, i si existeix un avanç o retard entre aquests dos canals.

$$\sin^2\left(\frac{\Pi \cdot t}{2T}\right) \cdot [1 + \cos(\omega_{sc} t)]$$

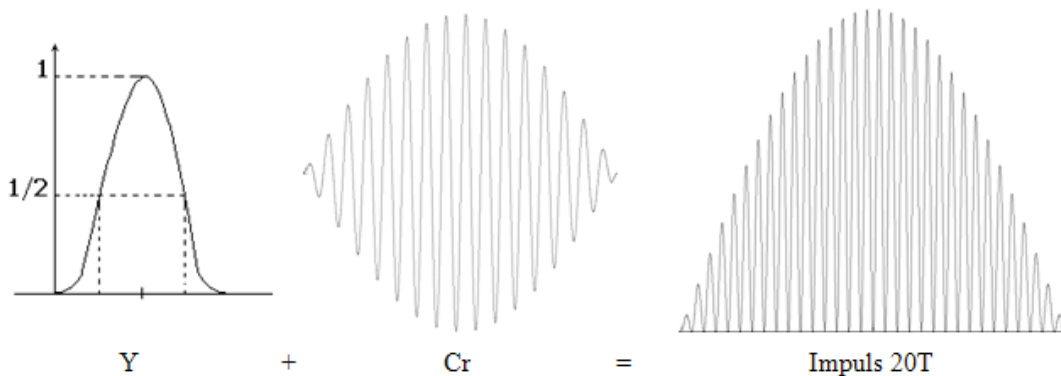


Figura 15. Generació de l'impuls 20T



**Escala de luminància.** Barres de Y per comprovar linealitat en luminància.

El senyal *multiburst* estudia la resposta en freqüència de l'equip i dels canals de distribució. Està format per 6 paquets de diferents freqüències (500 KHz, 1, 2, 4, 4,8 i 5,8 MHz).

L'**escala de color** permet mesurar el guany i fase diferencial i la linealitat de la luminància.

## Línies test

---

Els senyals bàsics mencionats anteriorment es troben habitualment en les línies 17 i 18 del camp I, i les línies 330 i 331 del camp II.

En la línia 17 trobem la barra de luminància, els impulsos 2T i 20T i una escala de luminància.

En la línia 18 hi trobem el senyal *multiburst*.

En la línia 330 trobem la barra de luminància, l'impuls 2T i l'escala de color.

En la línia 331 trobem una barra de croma de tres nivells i un senyal de referència de crominància per realitzar proves de distorsió d'intermodulació.

## 2.2.2. Sistema teletext

---

El senyal de teletext és un servei de difusió de dades digitals transmèses dins l'estructura del senyal analògic de televisió.

L'objectiu del teletext és permetre la visualització d'informació textual o gràfica en format bidimensional.

El primer sistema va ésser desenvolupat per la BBC (<http://www.bbc.co.uk>) que volia afegir subtítols pels discapacitats auditius. Posteriorment, es va utilitzar per afegir més informació. Aquest primer sistema s'anomenà CEEFAX i és emprat al Regne Unit i a alguns països europeus.

A Catalunya s'utilitza el sistema CEEFAX però modificat, per tal de permetre la visualització dels caràcters propis del català i castellà (vocals amb accents, ce trencada, etc.). Això va provocar que es desenvolupés amb posterioritat.

Altres sistemes de teletext són el sistema francès ANTIOPE, el japonès CAPTAIN i l'emprat als Estats Units d'Amèrica i al Canadà, TELIDON.

Les dades de teletext s'insereixen en les línies de *blanking* vertical (VBI) sense interferir el sincronisme vertical, ni els impulsos de preigualació i postigualació. També cal respectar la resta de senyals VBI.

Les línies on es poden inserir els senyals VBI són de les línies 7 a 22, del camp I, i de les línies 320 a 335, del camp II. Com més línies s'utilitzin per transmetre les dades de teletext, més ràpida serà la transmissió i cerca d'informació.



## Codificació de la informació

En el sistema CEEFAX, la informació es presenta en pàgines formades per 25 línies de 40 caràcters per línia, permetent fins a 1000 caràcters per pàgina. ([Fernández2001], pàgina 229).

Hi ha fins a 800 pàgines disponibles distribuïdes en 8 gasetes. En cada gaseteta hi poden haver fins a 100 pàgines. Cada caràcter es codifica amb 1 byte, per tant una pàgina de TXT correspon a 1000 bytes d'informació.

Per tal de codificar els bits s'utilitza una modulació NRZ a  $F_{ck} = 444 \times F_h = 6,9375$  Mbit/s. Cada bit té, doncs, una durada de  $1/F_{ck} = 144,44$  ns. El nivell de negre de senyal representa un 0 lògic, i el 66 % de blanc (o sigui 0,47 v) un 1.

Si prenem el temps de línia activa de 52  $\mu$ s, i sabent que cada bit dura 0,1444  $\mu$ s, en cadascuna de les línies utilitzades pel teletext es podran transmetre 360 bits (45 bytes). Es a dir, en una línia del VBI dedicada a TXT ens cabrà informació per transmetre una línia de caràcters de pantalla TXT (40 bytes) i encara ens sobran 5 bytes que dedicarem a sincronització i capçalera de la informació ([Fernández2001], pàgina 263).

## Temps mig d'espera

Generalment, un factor crític en el servei de teletext és el temps mig d'espera a rebre la informació sol·licitada. Com que la informació de les pàgines de teletext s'envia de forma cíclica, el temps d'espera per accedir a una pàgina dependrà del nombre de línies del VBI dedicades al senyal de teletext i del nombre de pàgines totals de teletext.

Si prenem

$n$ : línies VBI/camp dedicades a teletext

$N$ : nombre de pàgines de teletext

$$\frac{n \text{ línies VBI}}{\text{camp}} \cdot \frac{2 \text{ camps}}{\text{imatge}} \cdot \frac{25 \text{ imatges}}{\text{segon}} \cdot \frac{1 \text{ línia TXT}}{1 \text{ línia VBI}} \cdot \frac{1 \text{ pàg. TXT}}{25 \text{ línies TXT}} = 2n \text{ pàg TXT / segon}$$

Es pot comprovar, aleshores, que es transmeten  $2n$  pàgines de teletext per segon. I per tant, el temps per transmetre una pàgina de teletext és  $1/2n$  segons.

El temps mig d'espera és una variable aleatòria uniformement distribuïda entre  $t$  mínim i  $t$  màxim.

Si considerem que cada pàgina només s'insereix una vegada en el carrusel i no hi ha dades de control addicionals,

$t \text{ mín} = 0$

$t \text{ màx} = N/2n$  segons.

Per tant, el temps mig d'espera és  $N/4n$  segons.



## Problema de càlcul del temps mig d'accés d'un sistema de teletext

---

Es defineix un nou sistema de televisió en color amb els següents paràmetres:

Relació d'aspecte = 14 : 9.  
Esborrat  $H = 5 \mu\text{s}$ .  
1000 línies/imatge.  
Sistema entrellaçat.  
20 imatges/segon.  
Esborrat  $V = 1,5 \text{ ms}$ .

Es vol transmetre simultàniament informació de teletext (format PAL) amb  $F_{ck} = 400 Fh$  utilitzant 15 línies VBI/camp. Calculeu el temps mig d'accés obtingut si hi ha 650 pàgines.

## Problema de teletext

---

Suposeu que volem transmetre informació de teletext a l'interior del senyal NTSC. El format de pantalla de teletext és com l'actual i  $F_{ck} = 238 Fh$ . Si dediquem 5 línies VBI/camp a teletext i els paquets de teletext són estàndards:

- Calculeu el temps de transmissió d'una pàgina de teletext.
- Si s'envien 300 pàgines, calcula el temps mig d'accés.
- Compara el resultat de l'apartat anterior amb el que s'obtidria amb el sistema PAL i amb la  $F_{ck}$  real. Quin sistema és més ràpid?

## Espectre del senyal de teletext

---

A l'hora de transmetre la informació de TXT cal mantenir l'ample de banda a 5 MHz que ve fixada pel vídeo. Primerament, s'utilitza un cosinus alçat per tal de reduir l'espectre a 6,93 MHz. Posteriorment, es filtra el senyal a 5 MHz. ([Fernández2001], pàgina 264).

## Jocs i nivells de caràcters

---

Existeixen diferents jocs de caràcters que permeten diferents nivells de caràcters. ([Fernández2001], pàgina 270-273).

G0 és el joc bàsic de 96 caràcters alfanumèrics.  
G1 és el joc bàsic de 64 caràcters gràfics (mosaics) i 32 caràcters alfanumèrics.  
G2 és el joc ampliat de 96 caràcters suplementaris.  
G3 és el joc ampliat de 96 caràcters gràfics (mosaics) i línies de dibuix.

També es defineixen diferents nivells de teletext segon la capacitat gràfica que ofereixi el sistema.



El nivell 1 permet direccionar 96 caràcters alfanumèrics (G0), 64 caràcters gràfics (G1) i 29 caràcters de control, que determinen atributs del text. S'anomenen atributs de control sèrie, ja que ocupen un espai físic en pantalla. Al començament de cada línia s'adopten certs atributs per defecte.

El nivell 1,5 disposa del joc de caràcters del nivell 1 més 32 caràcters alfanumèrics (128 caràcters alfanumèrics en total). Aquesta ampliació s'activa amb la transmissió del paquet X/26. Permet caràcters de control en paral·lel. És el joc de caràcters utilitzat per les televisions espanyoles. És el nivell utilitzat a l'Estat espanyol.

El nivell 2 disposa de control en paral·lel i de més caràcters. És utilitzat per alguna televisió alemanya.

En el nivell 3 disposa de més caràcters i caràcters propis de l'emissora.

El nivell 4 permet gràfics millorats, utilitzant instruccions gràfiques.

El nivell 5 permet la transmissió d'imatges.

## Tipus de paquets de teletext

Anomenem paquets de teletext a les línies del VBI dedicades a teletext. La capçalera de cada paquet està formada per 5 bytes inicials.

Els bytes 1 i 2 (10101010) permeten la sincronització a nivell de bit, i el byte 3 (11100100) permet la sincronització a nivell de byte. Els bytes 4 i 5 identifiquen el tipus de paquet seguint la notació X/Y (número de gaseta/número de línia).

Hi ha els següents tipus de paquets:

El paquet X/0 té una estructura específica i s'insereix al principi de cada pàgina en ser la seva capçalera.

El bytes 6 i 7 ens indiquen el número de pàgina.

Els bytes 8, 9, 10 i 11 ens indiquen l'hora i minuts.

Els bytes 12 i 13 són caràcters de control.

Els 32 bytes restants porten informació de la capçalera (dia, servidor de teletext, etc.).

Els paquets X1..X24 permeten enviar dades per a les línies 1..24, respectivament.

Els 5 primers bytes formen la capçalera, abans explicada i els 40 bytes restants porten la informació de la línia corresponent.

Cada caràcter es codifica en 8 bits (7 bits de direccionament i un bit de paritat), poden direccionar 128 caràcters diferents.

La línia 0 presenta el número de gaseta, de pàgina i subpàgina, l'hora i el títol de la capçalera.

La línia 24 s'acostuma a reservar per visualitzar indicadors de color, per saltar a pàgines encadenades.



El paquet  $X/26$  transporta informació addicional per ampliar el joc de caràcters. Aquest paquet només s'envia si és necessari i ens indica a quines caselles cal sobreescriure amb caràcters dels jocs ampliat (G2 i G3).

Cada paquet  $X/26$  permet adreçar un màxim de 13 caselles a través dels grups de dades.

Pot ser necessari enviar més d'un paquet  $X/26$  per pàgina. Per aquesta raó, aquest paquet preveu un identificador de paquet final.

El paquet  $X/27$  permet el control de les pàgines encadenades lligades a una certa pàgina. Aquestes pàgines també són guardades en la memòria del descodificador per permetre l'accés instantani. Cada paquet permet especificar les adreces de 6 pàgines encadenades. Aquest paquet també és opcional.

Es recomana transmetre els paquets  $X/26$  i  $X/27$  just després de la capçalera de la pàgina ( $X/0$ ) per facilitar la tasca del descodificador.

El paquet  $8/30$  es transmet una vegada per segon i conté informació relativa al servei de radiodifusió.

Es important mencionar, doncs, que la informació del número de la pàgina de teletext que estem enviant és una informació que viatja a l'interior del paquet de capçalera  $X/0$  i que, per tant, cal enviar-la al principi per després enviar les línies corresponents amb els paquets  $X/1..X/24$ . Així doncs, l'ordre d'enviament és el següent:  $X/0$ ,  $X/27$  i  $X/26$  (opcionals),  $X/1..X/24$ .

## RESUM

---

En aquesta sessió hem repassat els diferents senyals que podem inserir dins de l'interval d'esborrat horitzontal. Principalment, hem estudiat els senyals de test i el senyal de teletext.





## SESSIÓ 5: Sistemes EDTV: PAL plus i MAC

### FITXA DE LA SESSIÓ

---

- ❖ **Nom:** Sistemes EDTV: Pal plus i MAC
- ❖ **Tipus:** teòrica
- ❖ **Format:** no presencial
- ❖ **Durada:** 2 hores
- ❖ **Dedicació:** 2 hores
- ❖ **Treball a lliurar:** no
- ❖ **Material:**
  - Bibliografia bàsica:
    - [Fernández2001]
  - Bibliografia complementària:
    - [Pareja1995]

### PRECEDENTS

---

En la sessió anterior vam estudiar els sistemes de televisió estàndard (SDTV). En aquesta sessió estudiarem els sistemes de televisió de definició estesa (EDTV, *Extended Definition Television*).

### OBJECTIUS

---

En aquesta sessió farem una introducció als sistemes EDTV i estudiarem el sistema PAL Plus i MAC.

### CONTINGUTS

---

## 2.3. Sistemes EDTV i HDTV analògics

### 2.3.1. Sistemes EDTV

---

Els sistemes EDTV modifiquen el senyal que cal transmetre, permetent una certa compatibilitat amb la recepció normal, de relació d'aspecte 4:3. L'objectiu dels sistemes EDTV és millorar la qualitat del senyal de vídeo i d'àudio.

Destaquen dos sistemes: el sistema PAL Plus i el MAC.

### PAL Plus

---

El PAL Plus és un sistema de televisió EDTV dissenyat per un consorci d'empreses i radiodifusors europeus que permet a l'espectador disposar d'imatges en format 16:9, amb major resolució i sense els defectes clàssics del sistema PAL.



El PAL Plus manté la compatibilitat amb els sistemes PAL, tant pel que es refereix als mitjans de transport com pel que fa referència als receptors. El senyal d'àudio també presenta millores.

## Fonaments PAL Plus

---

La imatge es transmet utilitzant el format bústia (*letterbox*) que permet a un receptor convencional mostrar tota la imatge 16:9 acompanyada per dues franges negres a la part superior i inferior. En aquest cas, la resolució vertical de la imatge PAL Plus en un receptor convencional quedarà reduïda al 75 %, ja que de les 575 línies actives solament se n'utilitzen 430.

Les 144 línies no utilitzades per a la component principal de la imatge, i que són mostrades com a franges negres en el receptor PAL convencional, contenen la informació necessària per a què un receptor PAL Plus pugui reconstruir les 575 línies de la imatge original, mantenint la relació d'aspecte 16:9. Aquests dos paquets de 72 línies s'anomenen *vertical helper*.

## Codificació del senyal PAL Plus

---

Per tal de poder visualitzar una imatge 16:9 en un monitor PAL convencional es deforma la imatge horitzontalment i es redueix verticalment un 25%, és a dir, s'extrau una línia de cada 4. Aquest procés s'anomena delmació.

En tota delmació pot aparèixer *aliasing*, per la qual cosa, abans de delmar es fa un filtratge passa baix en sentit vertical.

La informació d'alta freqüència vertical que s'ha perdut en aquest procés es delma per un factor 3:4 i s'insereix en les bandes negres superior i inferior, utilitzant una codificació ultranegra. Només es processa i s'envia l'alta freqüència de la component de luminància. La informació corresponent a l'alta freqüència de la crominància es rebutja. Un monitor PAL Plus utilitzarà aquesta informació per recuperar la imatge original.

El procés de delmació es pot fer a base de camps o d'imatges; si hi ha moviment és preferible fer-ho per camps i si és estàtic, per imatges.

## Mode film i mode vídeo

---

Existeixen dos modes de conversió depenen de l'origen de la font.

Si partim del senyal de cinema, farem una conversió (filtratge + delmació) basada en imatge. Si les imatges provenen de vídeo, la conversió es fa en base als camps, en partir d'un senyal original entrellaçat.



## Modulació ultranegra

---

L'objectiu de la modulació ultranegra és fer invisible la informació d'alta freqüència que s'insereix en les bandes negres.

L'amplitud del senyal del *vertical helper* es comprimeix mitjançant un compressor en el codificador entre  $\pm 150$  mV respecte el nivell de negre. En el descodificador s'utilitza un expansor per a recuperar el senyal original.

Posteriorment, el senyal es filtra a 4 MHz i, finalment, es modula a la freqüència de subportadora de color, en fase amb la component  $U$  i en banda lateral vestigial. D'aquesta manera resulta invisible en els monitors convencionals.

## Senyalització PAL Plus

---

Per tal que el receptor PAL Plus pugui processar correctament el senyal rebut, s'envia un senyal de referència, en la primera meitat de la línia 23. Recordem que en la segona meitat comença a haver-hi informació de vídeo .

D'aquesta manera el receptor pot conèixer la relació d'aspecte del senyal transmès, el mode en que s'ha processat el senyal (vídeo o film), i com ha de processar la imatge bústia.

Els bits de senyalització s'envien a una freqüència de 5 MHz, donant una freqüència de *clock* de 200 ns. Podem distingir tres zones: la inicialització (5,8  $\mu$ s – 29 bits), l'arrancada (4,8  $\mu$ s – 24 bits) i els bits d'informació (16,8  $\mu$ s). Els bits d'informació duren 6·7bit, havent-hi 14 bits en 16,8  $\mu$ s.

Aquests bits s'organitzen en 4 grups diferents. El grup 1 permet conèixer la relació d'aspecte i inclou els bits 0 a 3, sent el darrer, un bit de paritat. El grup 2 es denomina serveis millorats (indica el mode, si hi ha *vertical helper* i si hi ha Color Plus) i està format pels bits 4 a 7. El grup 3, subtítulat, està format pels bits 8 a 10 i per últim, el grup 4, està reservat i format pels bits 11 a 13.

Els bits d'informació es codifiquen amb el codi bifase  $L$ , on '1' està representat per la presència d'una transició descendent a meitat de període. Un '0' està representat per la presència d'una transició ascendent a meitat de període. L'avantatge d'aquest senyal és que és autosincronitzable i no presenta baixes freqüència ni component de contínua.

En la segona meitat de la línia 23, podem trobar-hi opcionalment una ràfega de subportadora similar al *burst*. Consta de 48 cicles (10,83  $\mu$ s) amb fase de  $-U$  (180 °) i una amplitud de  $\pm 150$  mV. i serveix com a senyal de referència pel procés de descodificació del senyal del *vertical helper*.

## Color Plus

---

El Color Plus s'utilitza per a reduir les intermodulacions entre luminància i crominància i per a millorar la resolució horitzontal.



El funcionament del Color Plus és similar a un filtratge COMB, però està basat en imatges en lloc de camp, és a dir, es combinen (sumen o resten) línies de camps diferents.

El sistema aprofita el fet que la freqüència de subportadora fa que el senyal de crominància entre una línia i la consecutiva del camp següent estiguin desfasades  $180^\circ$ .

D'aquesta manera i considerant que línies adjacents són pràcticament idèntiques en luminància i crominància, si sumem la línia  $n$  i la corresponent del camp següent ( $n + 312$ ), obtenim la luminància, amb un ample de banda de 5 MHz.

Igualment, si restem la línia  $n$  amb la corresponent del camp següent ( $n + 312$ ), obtenim el senyal de crominància sense interferències del senyal de luminància.

En mode film, el sistema és eficaç perquè les imatges han estat captades de forma progressiva.

En mode vídeo, quan la imatge conté zones de colors saturats i que presenten moviment, existeix la possibilitat que es produeixin desplaçaments importants entre camps, els quals provocarien l'aparició de borrositats de cromina si s'apliqués la tècnica Color Plus. Per tal de minimitzar aquest problema, s'utilitza un detector de moviment que aplica una codificació PAL convencional allà on s'ha produït el moviment. Això s'anomena Color Plus adaptat al moviment.

## Els sistemes MAC

---

Moltes de les limitacions en la qualitat de la imatge i del so són degudes a les característiques dels sistemes de televisió més que no pas per aspectes tecnològics.

A inicis dels anys 80, s'introdueix el sistema MAC (*Multiplexed Analog Components*), una família de senyals basats en el TDM (*Time Division Multiplexing*). Els senyals s'envien multiplexats en el temps i no en freqüència, eliminant les interferències entre luminància i crominància.

Altres millores que introdueix el sistema MAC és l'augment de la resolució horitzontal, aprofitant el major ample de banda i l'augment del nombre de canals d'àudio i de la seva qualitat.

Els sistemes MAC estan orientats a la distribució de senyal de televisió per satèl·lit i per cable.

## Principi de funcionament MAC

---

Els senyals de dades, sincronismes, luminància i crominància s'envien multiplexats en el temps.

Els  $12 \mu\text{s}$  de l'esborrat horitzontal s'utilitzen per transmetre els sincronismes, l'àudio i les dades. També s'insereix un petit interval de *clamping* que serveix de referència de nivell de negre pels senyals analògics que vindran a continuació.



Els senyals de luminància i crominància s'envien multiplexats en els 52  $\mu\text{s}$  de la línia activa. Per tal de poder transmetre aquesta informació cal comprimir-la en el domini temporal. Aquest procés és fàcilment realitzable mitjançant la digitalització del senyal.

Els primers 17  $\mu\text{s}$  de cada línia activa s'utilitzen per transmetre la crominància. Els senyals diferència es transmeten seqüencialment en línies alternes. A una línia concreta sempre li correspon la mateixa component de color per a tots els camps. Això permet una relació menor de compressió i la transmissió mitjançant l'ample de banda dels canals de satèl·lit.

La relació de compressió és de 3:1. La informació corresponent a 52  $\mu\text{s}$ , ara s'envia en 17  $\mu\text{s}$ .

Abans de la codificació MAC, els senyals diferència de color són filtrats a 2,75 MHz per evitar els efectes d'*aliasing*. Posteriorment, es mostregen a 6,75 MHz alternativament, línia a línia, donant 349 mostres per línia activa.

Els 35  $\mu\text{s}$  restants s'utilitzen per transmetre la luminància. La relació de compressió temporal per a la luminància és de 3:2.

Abans de la codificació MAC, el senyal de luminància és filtrat a 5,6 MHz i posteriorment es mostreja a 13,5 MHz, donant 697 mostres per línia activa.

La informació es guarda en una memòria RAM i s'extreu a una freqüència de 20,25 MHz.

Primer es recupera el senyal de crominància, ocupant els primers 17  $\mu\text{s}$ , i a continuació, la luminància, durant els 35  $\mu\text{s}$  restants. Les mostres digitals es converteixen, a continuació, en un senyal analògic que es multiplexarà en el temps amb el so digital i les dades, abans de la seva transmissió.

La compressió suposa un increment proporcional de l'ample de banda, augmentant l'ample de banda de la luminància a 8,4 MHz, i el de crominància, a 8,25 MHz.

En el receptor es recomponen els senyals de luminància i crominància mitjançant memòries de línies, i s'aconsegueixen els amplituds de banda originals, obtenint una resolució horitzontal major que en el sistema PAL.

## A-MAC

---

Està orientat a la transmissió terrestre en AM. L'àudio, analògic o digital, es modula utilitzant una subportadora. En satèl·lit s'utilitza la modulació FM, no adequat en sistemes amb subportadora.



## B-MAC

---

El senyal de vídeo i àudio/dades estan multiplexats en el temps. L'àudio es transmet durant els intervals d'esborrat de línia i de camp (*sound in sync*). Tot el senyal es modula en FM utilitzant una portadora principal.

Aquest B-MAC és adequat per a la transmissió via satèl·lit i s'utilitza a Austràlia.

## D-MAC

---

El D-MAC funciona igual que el sistema B-MAC, però les dades i àudio s'envien utilitzant una codificació duobinària, permetent 8 canals d'àudio.

Aquest sistema necessita un ample de banda de 10,5 MHz i és adequat per a la transmissió via satèl·lit.

## D2-MAC

---

El D2-MAC funciona igual que el sistema D-MAC però la velocitat binària de les dades d'àudio i dades es redueix a la meitat, dividint la seva capacitat per dos, permetent solament 4 canals d'àudio.

L'ample de banda en aquest cas és de 7-8 MHz, permetent la seva utilització en xarxes de banda estreta. En utilitzar un ample de banda menor, hi ha menys definició horitzontal.

## C-MAC

---

El senyal de vídeo i àudio/dades estan multiplexats en el temps. El senyal es modula en FM per les components analògiques de la imatge durant el temps de línia, i digitalment durant l'esborrat, amb una modulació PSK, multiplexant àudio i dades.

En utilitzar moduladors específics per a la imatge i l'àudio/dades, s'optimitza l'ús de l'ample de banda però encareix el sistema. El C-MAC no s'utilitza per la seva complexitat i preu.

## Informació digital en sistemes MAC

---

La informació transmesa és flexible segons l'ample de banda disponible. Es poden enviar múltiples canals d'àudio mono o estèreo amb diferents nivells de protecció, informació de servei, teletext i altres dades.

El so i les dades s'envien en paquets de 751 bits. Cada paquet porta informació d'un mateix servei.



La capçalera del paquet està formada per 23 bits. Els primers 10 bits permeten adreçar el paquet al descodificador adequat. L'índex de continuïtat (2 bits) permet detectar si s'ha perdut algun paquet. Els 11 bits restants són de protecció.

Un byte (8 bits) ens indica el tipus de paquet transmès i finalment trobem la informació, àudio o dades (90 bytes, 720 bits).

Per evitar ràfegues d'errors, les dades no es posen en l'ordre original sinó que es barregen utilitzant un aleatoritzador.

Els paquets d'àudio i dades s'organitzen en subtrames de 99 bits i s'insereix en el 12  $\mu$ s de l'esborrat horitzontal. En el C-MAC i D-MAC es transmeten dues subtrames per a cada línia, fent una taxa de transmissió de 4100 paquets/segon.

En el D2-MAC només s'insereix una subtrama per línia, podent transmetre 2050 paquets per segon.

## Línies 623-625

---

La línia 623 conté una part del darrer paquet de dades de cada subtrama.

La línia 624 conté els nivells de referència analògics i digitals pel descodificador.

La línia 625 conté informació necessària per a la correcta recepció de la imatge, so i dades: quin membre de la família MAC, el format de la imatge, el sincronisme de camp, posició de satèl·lit, accés lliure o condicional, etc.

## Sincronisme de camp

---

S'utilitzen els 6 bits al principi de les dades digitals. Existeixen dues paraules  $W1$  i  $W2$  que permeten conèixer en quin camp ens trobem, segons la seqüència en què es presenten.

També és present una seqüència de 96 bits. Els 32 primers formen el sincronisme d'arrancada i de rellotge. Els 64 restants constitueixen pròpiament el sincronisme de quadre.

## Codificació duobinària

---

La codificació duobinària permet reduir l'ample de banda a aproximadament la meitat, passant d'un senyal de 2 a 3 nivells. L'esquema del codificador duobinari es pot observar a la pàgina 304 a [Fernández2001] i, bàsicament, consisteix a canviar el nivell del senyal passant-lo de 0/1 a  $\pm V/2$ , per més tard sumar dos valors consecutius que dona com a possibles valors de sortida  $+V$ , 0,  $-V$ .

Aquest pas de 2 a tres nivells té l'avantatge que el senyal resultant té variacions més "suaus" indicant una menor freqüència màxima. El problema ara es que hi ha una dependència d'uns valors respecte els anteriors i això pot provocar arrossegament

d'errors. Per tal d'evitar ràfegues d'errors, es realitza una precodificació, fent que el valor codificat només depengui de la mostra en aquell instant. Finalment, el senyal es filtra per limitar la freqüència màxima, fixada a 10,125 MHz en D-MAC i 5,06 MHz en D2-MAC.

- *[Fernández2001] p. 303-305*

## RESUM

---

En aquesta sessió hem vist els sistemes EDTV, és a dir, aquells sistemes analògics que ja suposen una millora en el senyal transmès respecte els sistemes estàndards. Principalment, ens hem centrat en el sistema PAL Plus i MAC.



## SESSIÓ 6: Sistemes HDTV

### FITXA DE LA SESSIÓ

---

- ❖ **Nom:** Sistemes HDTV
- ❖ **Tipus:** teòrica
- ❖ **Format:** no presencial
- ❖ **Durada:** 2 hores
- ❖ **Dedicació:** 2 hores
- ❖ **Treball a lliurar:** no
- ❖ **Material:**
  - Bibliografia bàsica:
    - [Fernández2001]
  - Bibliografia complementària:
    - [Bethencourt1990]

### PRECEDENTS

---

En les sessions anteriors hem vist els sistemes de definició extesa (EDTV).

### OBJECTIUS

---

En aquesta sessió estudiarem els sistemes de televisió d'alta definició (HDTV, *High Definition Television*), en concret, el sistema japonès MUSE i l' europeu HDMAC.

### CONTINGUTS

---

#### 2.3.2. Sistemes HDTV

---

Els sistemes de televisió d'alta definició (HDTV) es caracteritzen per un augment de la resolució horitzontal i vertical. També persegueixen una exploració progressiva, en lloc d'una entrellaçada.

En augmentar la relació d'aspecte i l'exploració progressiva fan incrementar considerablement l'ample de banda. Per tal de reduir-lo es va optar per seguir utilitzant l'exploració entrellaçada i fer un submostratge.

La televisió japonesa NHK va ser la primera en investigar sobre la televisió d'alta definició en 1968. Van proposar un sistema revolucionari que en una primera fase, milloraria la qualitat dels receptors, i en una segona fase, es possibilitaria la transmissió.

A començaments de 1980, els europeus van començar la investigació sobre la televisió d'alta definició presentant el projecte Eureka 95. En aquest cas s'optava per un procés evolutiu, no revolucionari, de millorar la televisió en diverses fases, permetent la compatibilitat amb els sistemes actuals i garantint els interessos de fabricants, professionals i espectadors.



## MUSE

---

Va ser el primer sistema de televisió en alta definició, desenvolupat per la NHK a finals dels anys 70, al Japó.

Els paràmetres d'aquest sistema són un compromís entre els sistemes NTSC i PAL, per tal d'afavorir la compatibilitat per ambdós sistemes.

El principal problema, pel que fa a la compatibilitat, és la freqüència de camp de 60 Hz que implica una conversió difícil i costosa en els països amb sistemes de 50 Hz.

## Fonaments MUSE

---

La idea és de mostrejar a una freqüència menor que la fixa el criteri de *Nyquist*.

Per la crominància, es fa una compressió temporal de quatre i s'envia durant l'esborrat horitzontal. El so s'envia durant l'esborrat vertical.

Agafem un de cada 2 píxels i els distribuïm en 4 trames.

S'envien ocupant 8 MHz.

En el receptor cal recuperar els píxels perduts, mitjançant la interpolació dels 4 píxels veïns. Si les imatges són estàtiques, la reconstrucció és molt bona (processat *inter-frame*). Si hi ha moviment, s'han de recuperar els píxels corresponents a una mateixa trama (processat *intraframe*). Per això cal un detector de moviment.

Més endavant, es van introduir els vectors de moviment que indicaven com es movien els blocs de la imatge i si era útil per a fer la interpolació.

## HD-MAC

---

El projecte Eureka 95 pretenia mantenir la compatibilitat amb els sistemes MAC i la implementació progressiva mitjançant diferents fases.

Els paràmetres bàsics prenen com a referència la norma ITU-R601 de digitalització del senyal de televisió en components.

En una primera fase, s'introduiria el sistema D2-MAC a través dels satèl·lits de radiodifusió directa. Un adaptador convertiria el senyal MAC, captat per l'antena parabòlica, en senyal RGB o en senyal de vídeo compost PAL. L'espectador tindria senyal d'àudio estèreo d'alta fidelitat o diferents versions.

La segona fase suposaria la introducció massiva de receptors MAC a causa de la integració de circuits i la seva fabricació en sèrie. En aquesta fase s'introduiria la relació d'aspecte 16:9.

En la darrera fase, s'introduiria la televisió d'alta definició, amb 1250 línies/imatge, i relació d'aspecte 16:9.



## Fonaments HD-MAC

---

Agafem un de cada 2 píxels i els distribuïm en 4 trames.

Cada dos trames formen una imatge de 625 línies, 2 camps que poden ser descodificades per un receptor D2-MAC.

En els sistemes HD-MAC, restituïrem les mostres obtenint una imatge d'alta definició, combinant la resolució espacial i la resolució temporal.

El sistema utilitza tres modes: estàtic (80 ms), poc moviment (40 ms) i amb moviment (20 ms).

Si les àrees són estàtiques, s'utilitza la informació de 4 trames per a recomposar la informació d'una imatge i retrobar les mostres perdudes. En aquest cas, disposem d'una alta resolució espacial i una baixa resolució temporal, ja que cal esperar 4 trames per a reconstruir la imatge.

Si les àrees tenen poc moviment, s'espera rebre les 2 trames per a reconstruir la imatge. Tenim una pèrdua de resolució temporal.

Per a fer la interpolació s'utilitzen vectors de moviment.

La imatge es divideix en blocs i per a cada bloc es busca el bloc que millor coincideix en la trama prèvia o posteriors. Amb això es defineixen els vectors de moviment.

En el descodificador s'utilitza els vectors de moviment per tal de fer la interpolació dels píxels que falten, fent la mitjana dels píxels de la trama anterior i posterior, compensats en moviment.

Si les àrees són amb moviment, es fa una interpolació per trobar els píxels, però utilitzant els píxels d'una sola trama de manera que la resolució temporal és màxima, però l'espacial, pobra.

El senyal es converteix en analògic, ocupant un ample de banda de 10,125 MHz. En modular-lo en FM, passa a ocupar 27 MHz (amb una desviació de 9,55 MHz).

## RESUM

---

En aquesta sessió hem repassat els sistemes d'alta definició HDTV. Principalment, hem vist el sistema japonès MUSE i l'uropeu HD-MAC.





## SESSIÓ 7: Monitor de TV B/N

### FITXA DE LA SESSIÓ

- ❖ **Nom:** Monitor de TV B/N
- ❖ **Tipus:** teòrica
- ❖ **Format:** no presencial
- ❖ **Durada:** 2 hores
- ❖ **Dedicació:** 2 hores
- ❖ **Treball a lliurar:** no
- ❖ **Material:**
  - Bibliografia bàsica:
    - [Fernández2001]
    - [Torres1993]

### PRECEDENTS

En les sessions anteriors hem vist l'estructura i característiques del senyal de vídeo en blanc i negre i també del transmissor de televisió.

### OBJECTIUS

En aquesta sessió veurem en què consisteix el receptor de TV en blanc i negre (B/N). Estudiarem el processat que efectua el sintonitzador i el funcionament del tub de raigs catòdics (TRC).

### CONTINGUTS

A continuació, veurem el funcionament del receptor de televisió en blanc i negre, primer analitzant la part de recepció per després estudiar el procés de visualització de les imatges mitjançant el tub de raigs catòdics (TRC).

## 3. El monitor de TV

### 3.1. El receptor de TV

La Figura 9. Diagrama de blocs d'un transmissor de TV B/N, mostra el diagrama de blocs del receptor del senyal de TV B/N i la seva descomposició en senyal de vídeo, sincronisme i so.

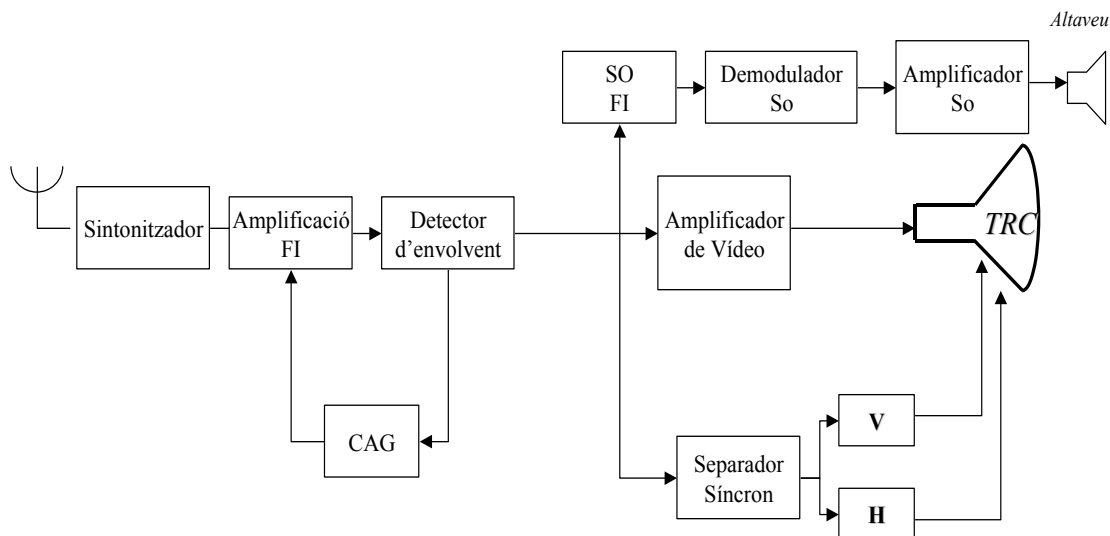


Figura 16. Diagrama de blocs del receptor B/N

## El sintonitzador

En tot receptor de televisió, el primer element a rebre el senyal és el sintonitzador. El sintonitzador rep de l'antena el senyal de TV. L'amplitud d'aquest senyal pot ser de l'ordre de microvolts en un marge de freqüències compreses entre 50 MHz i 1 GHz. Aquest senyal pot ser fàcilment emmascarada pel soroll elèctric. Per prevenir l'efecte del soroll cal una bona antena i utilitzar uns amplificadors amb una xifra de soroll molt baixa. Les funcions del sintonitzador són les següents:

- Amplificació regulada (C.A.G.) de la senyal (S/N alta).
- Convertir el senyal de l'antena a una freqüència intermèdia (FI) fixa de 38,9 MHz.
- Sintonia o selecció del canal d'interès, rebutjant tots els senyals fora del canal sintonitzat.

A [Torres1993], pàgines 92-94, podeu trobar explicacions i diagrames de blocs del sintonitzador. La idea principal del sintonitzador és desplaçar el senyal seleccionat des del seu canal a una freqüència intermèdia, on posteriorment es podrà filtrar dels canals adjacents més còmodament.

## L'amplificador de FI i el CAG

Abans d'amplificar, el senyal de FI ha de passar per un filtre de freqüència intermèdia (FI) que s'encarrega de compensar la transmissió per banda lateral vestigial i d'evitar les interferències que es produiran per la presència dels canals adjacents.

L'emissora transmet la banda lateral inferior fins a 0,75 MHz. Necessitem un amplificador que l'equalitzi la resposta i la torni plana, per aquest motiu s'utilitza un amplificador amb un flanc de pujada (flanc de Nyquist). Per evitar les interferències de



canals adjacents, la resposta en freqüència de l'etapa de FI ha de aconseguir una gran atenuació pels canals adjacents. La portadora de vídeo té una atenuació de 6 dB, la portadora de so té una atenuació uns 20 a 26 dB, ja que no és necessari amplificar tan el so com el vídeo; els canals adjacents utilitzen una atenuació d'uns 40 a 60 dB.

En el procés de barreja del senyal de RF amb l'oscil·lador local per obtenir la FI existeix una inversió espectral de les portadores. Les senyals de més alta freqüència en RF es converteixen en senyals de menor freqüència en FI i viceversa. En la Figura 17. Resposta en freqüència típica de la etapa de FI, on s'il·lustra la resposta del filtre de FI, es veu aquest canvi de posicions:

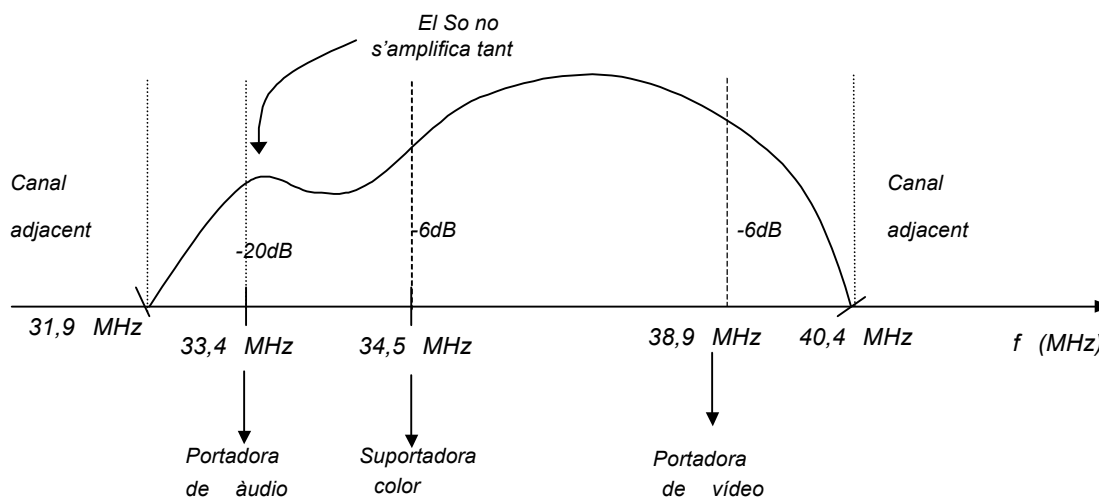


Figura 17. Resposta en freqüència típica de la etapa de FI

L'amplificador de FI i el detector de vídeo posterior alimenten en control automàtic de guany (CAG): aquest detecta l'amplitud de sincronisme i el compara amb una tensió de referència, i si el senyal està atenuat s'haurà d'amplificar. El CAG actua durant els impulsos de sincronisme (CAG portejat). Vegeu l'explicació a [Torres1993], pàgina 97.

## Amplificador de vídeo

Una vegada detectada l'envolvent del senyal, ja disposem del senyal de vídeo. Ara ens cal amplificar-lo adequadament per representar-lo a la pantalla. El senyal que detectarem tindrà una amplitud de 1 Vpp de senyal, però hem d'aconseguir pel TRC entre 40 i 50 v. En funció de com s'amplifiquin les diferents freqüències obtindrem major o menor resolució a la pantalla. En línies generals, les diferents freqüències del senyal aporten les següents informacions:

- 0 MHz Il·luminació, lluentor general de la imatge.
- 0 -- 1 MHz Detalls globals de la imatge.
- 1 – 3,5 MHz Detalls de la imatge.
- 3,5 – 5 MHz Detalls fins de la imatge.

L'amplificador de vídeo també és responsable de modificar la lluentor i el contrast de la imatge. En el cas del control de lluentor sumem un factor  $K$  al senyal que rebem, és a dir, augmentem el nivell de lluentor global de la imatge. En canvi, pel control de



contrast, multipliquem per un factor  $K$  el senyal que rebem, augmentant el marge dinàmic del senyal.

## 3.2. El tub de raigs catòdics (TRC)

Es tracta del transductor de sortida, la pantalla, transforma el senyal elèctric en senyal lluminós. El tub de raigs catòdics és com una gran ampolla de vidre on s'hi ha fet el buit en el seu interior. Ha estat des dels inicis de la televisió el sistema de presentació de la informació visual preferent, fins la introducció, més darrerament, de les pantalles planes que veurem més endavant.

### 3.2.1. El TRC B/N

Començarem introduint breument els principis del TRS amb el més simple, el B/N per veure més tard com la base del monitor B/N s'amplia per a convertir-lo a color. La figura de la pàgina 91 de [Fernández2001] ens mostra les parts que formen un monitor de televisió B/N: el coll, el con i la pantalla.

#### Coll

En el coll del TRC és on hi ha el canó que generarà els electrons que s'impactaran a la pantalla; a més, hi ha un altre element que és el *geiter*. El funcionament del canó és el següent:

Un filament de tungstè o wolframí connectat al càtode del TRC per escalfor genera electrons, aquest fet es denomina emissió termo-iònica. Aquest electrons surten per un orifici anomenat reixeta de control. La reixeta de control, controla el flux de electrons, mitjançant la aplicació d'una tensió entre el càtode i la pròpia reixeta. Si volem impedir el pas dels electrons només hem de aplicar una tensió negativa respecte el càtode, si la tensió és positiva passaran més electrons. Una vegada hem regulat el pas dels electrons, tot el que cal fer es enforcar-los i accelerar-los cap a la pantalla. Això s'aconsegueix mitjançant els ànodes que hi ha al llarg del coll del TRC.

La relació entre la tensió càtode-reixeta i la intensitat del feix d'electrons no és lineal, sinó que es regeix per una corba parabòlica. (Vegeu la figura de la pàgina 92 de [Fernández2001]). Aquest és el motiu que fa que la resposta global del sistema de televisió no sigui lineal i ens calgui fer una correcció en gamma al transmissor, com ja hem vist.

L'altre element del coll del TRC és el *geiter*. És tracta d'una anella metàl·lica que en el seu interior i a una substància química del estil del bari que serveix per mantenir el buit en el TRC.

- [Fernández2001] p. 91-93



## Con

---

El con és la part cònica del tub. Està internament recobert de grafit i connectat a una connexió externa molt elevada, denominada de MAT. El seu valor oscil·la entre 10 KV i 18 KV i té una funció semblant a la d'un ànode accelerador. La funció que realitza és la d'evitar que el feix de electrons es dispersi.

## Pantalla

---

La pantalla d'un televisor està formada per una capa d'alumini, una capa de fòsfor i una de vidre.

La capa d'alumini té la funció, entre d'altres, de millorar el contrast de la imatge. Realitza dos funcions molt importants, la primera és actuar com a trampa de ions. Com que els ions tenen la mateixa càrrega que els electrons, però amb major massa, podrien fer malbé la capa de fòsfor. D'aquesta manera amb la capa d'alumini els ions queden atrapats mentre que els electrons passen a través. A més a més, els ions no es veuen desviats per les bobines de deflexió i per tant, sempre anirien a impactar en el mateix lloc. La segona funció és la d'actuar com a col·lector d'electrons, un cop els electrons han impactat a la capa de fòsfor, la pantalla d'alumini els recull perquè aquesta no quedi carregada .

La segona capa és la de fòsfor, i s'encarrega de convertir l'energia elèctrica que transmeten els electrons en energia fotònica, en el nostre cas ens interessa que emetin llum blanca.

L'última capa, la de vidre, ha de ser la més uniforme possible sense cap mena de deformacions que dificultin la visió.

## El separador de sincronismes i deflexió

---

Un cop hem generat un feix d'electrons que impacta en una pantalla de fòsfor i produeix llum a la pantalla, el que ens cal és variar la posició del feix perquè escombrï tota la pantalla, línia a línia, d'esquerra a dreta i de dalt a baix. Això s'aconsegueix mitjançant els sincronismes. Aquests s'extreuen del senyal de vídeo i es processen per obtenir unes rampes de corrent. Aquestes rampes de corrent circularan per unes bobines exteriors al tub (bobines de deflexió), una de vertical i una altra d'horitzontal que crearan uns camps magnètics variables que faran que els electrons es desviïn en funció dels sincronismes inicials.

## El separador de sincronismes

---

Els sincronismes s'extreuen del senyal de vídeo mitjançant un detector de nivell. El següent pas és el de diferenciar el sincronisme horitzontal del vertical. Això s'efectua, com ja s'ha comentat anteriorment, mitjançant tècniques de filtrat passa-baixes (integrador) pel sincronisme vertical i un de passa-altes (derivador) per l'horitzontal.

- [Torres1993] p. 100-103



## Deflexió

---

Ens interessa modificar la trajectòria d'impacte del feix d'electrons; això és el que s'anomena deflexió. Existeixen dos tipus de sistema de deflexió: l'electrostàtica i la electromagnètica:

### A) Deflexió electrostàtica:

Consisteix a aplicar diferència de potencial per crear un camp elèctric que modifiqui el pas dels electrons. La seva característica és que és molt precisa i pot treballar a molt alta freqüència. Les plaques deflectores es troben a l'interior del tub. Però requereix aplicar diferències de potencial molt altes entre les plaques deflectores per angles de deflexió elevats. S'utilitza normalment per oscil·loscopis, és a dir, per pantalles petites ja que en televisió seria inviable.

### B) Deflexió electromagnètica

Es basa en la creació d'un camp magnètic a partir de bobines per on circulen rampes de corrent. Des d'un punt de vista de consum és molt més eficient que la desviació electrostàtica, encara que no és tan precisa. Té un angle de deflexió alt, per tant és adient per a pantalles grans, com per exemple, televisors.

- [Fernández2001] p. 98-100

## Distorsions d'un TRC

---

Un TRC B/N presenta diverses distorsions que cal ajustar per tal de veure una imatge correcta a la pantalla. Principalment, les distorsions d'un TRC B/N són la distorsió de coixí i la de linealitat.

### Distorsió de coixí

---

La distorsió de coixí consisteix en el fet que la imatge es presenta a la pantalla amb un cert bombament en els laterals, com si es tractés d'una forma de coixí. El motiu d'això és que perquè el feix d'electrons arribés a tots els punts de la pantalla, amb el mateix recorregut, caldria que la pantalla fos esfèrica. En no ser així, i ser més aviat plana, als vèrtex de la pantalla cal que el feix faci un recorregut més llarg que a la part central dels laterals, quedant la pantalla bombada, com es descriu a la figura de la pàgina 101 de [Fernández2001].

Per corregir la distorsió de coixí s'apliquen uns imants als costats de la pantalla, creant un camp magnètic uniforme suplementari que fa que el feix d'electrons es desviï una mica més, en aquella zona, i recuperi la forma d'una pantalla rectangular perfecta.

- [Fernández2001] p. 101-102

### Distorsió de linealitat

---

El problema de la distorsió de linealitat té el mateix origen que l'anterior, però es basa en observar que la distància entre línies als extrems de la pantalla és superior que a la

part central, ja que l'angle de deflexió és inicialment constant entre totes les línies però, en canvi, el recorregut del feix als extrems és major. L'efecte visual que això suposa es pot veure a la pàgina 101 de [Fernández2001].

Per solucionar el problema de distorsió de linealitat s'aplica una correcció en la rampa de deflexió de tensió (correcció en S). Quan més ens apropem als extrems de la pantalla, més correcció haurem d'aplicar a la rampa de deflexió, ja que hem d'evitar que la deflexió sigui tan extrema i, per tant, aplicarem un "suavitzat" en els extrems a la rampa de deflexió.

- [Fernández2001] p. 101-103

## RESUM

---

En aquesta sessió hem estudiat el receptor de televisió en B/N, hem vist el sintonitzador, amplificador de vídeo i el funcionament del TRC.





## SESSIÓ 8: Monitor color i pantalles planes

### FITXA DE LA SESSIÓ

---

- ❖ **Nom:** Monitor color i pantalles planes
- ❖ **Tipus:** teòrica
- ❖ **Format:** no presencial
- ❖ **Durada:** 2 hores
- ❖ **Dedicació:** 2 hores
- ❖ **Treball a lliurar:** no
- ❖ **Material:**
  - Bibliografia bàsica:
    - [Fernández2001]

### PRECEDENTS

---

En les sessions anteriors hem vist tant els paràmetres del senyal de televisió en blanc i negre, i en color, així com els diferents estàndards de televisió.

### OBJECTIUS

---

En aquesta sessió estudiarem una part molt important del monitor color: el tub de raigs catòdics. També farem una referència a les noves tecnologies i a les pantalles planes.

### CONTINGUTS

---

#### 3.2.2. El TRC color

---

Els primers TRC de color es basaven en el concepte de *frame sequential color*: els *frames* corresponents a les components *RGB* de la imatge es visualitzaven seqüencialment a 180 Hz (60 ips). L'usuari veia l'escena en color a través d'una roda amb gels *RGB* que girava síncronament davant de la pantalla.

En l'actualitat, l'estructura dels TRC de color és essencialment la mateixa que la dels TRC de blanc i negre, però es disposa de tres tipus de fòsfors i tres feixos electrònics, corresponents a cadascun dels primaris. Una màscara d'ombres garanteix que cada feix incideixi només sobre els fòsfors corresponents.

#### Tipus de canons

---

Existeixen dos tipus de canons: els tipus *delta* i els tipus *in-line*, en funció de com estan posicionats els fòsfors. Observeu els gràfics de la pàgina 213 de [Fernández2001].

La configuració *delta* va ser la primera en utilitzar-se, però presenta molts problemes de distorsió com veurem més endavant. Actualment s'utilitzen tubs *in-line* millorats



(tubs *Trinitron*, *Black Matrix*, etc.) que permeten una profunditat menor dels tubs i simplifiquen els ajustos a realitzar.

- [Fernández2001] p. 213

## La màscara d'ombres

---

La màscara d'ombres permet que cada feix d'electrons impacti només amb els fòsfors corresponent, quedant els altres fòsfors ocults. Està formada per uns 300.000 forats i intercepta un 80 % del corrent del feix, disminuint la lluentor.

Per tal de recuperar la lluentor, s'augmenta la tensió de MAT dels 12-15 KV dels monitors en blanc i negre, als 25-30 KV dels monitors color.

La màscara té la mateixa curvatura de la pantalla i se li afegeix una capa d'alumini com es feia amb el TRC B/N, per tal d'evitar que els ions incideixin sobre el fòsfor i el facin malbé.

Observeu el procés de fabricació dels tubs en la pàgina 216 de [Fernández2001].

- [Fernández2001] p. 214-216

## Ajust de puresa

---

L'ajust de puresa té per objectiu garantir que cada feix electrònic incideixi al centre del seu fòsfor corresponent. Per a realitzar aquest ajust s'activa un únic canó i es comprova que la pantalla és totalment del color corresponent. Si apareixen altres colors, cal realitzar l'ajust de puresa.

L'ajust es realitza en dues fases, tal com s'indica en les pàgines 218-219 de [Fernández2001], mitjançant imants rotatoris i variant la posició axial de les bobines de desviació.

Alguns casos d'impuresa estan causats per la magnetització de la màscara. Per evitar aquesta magnetització es pot blindar la màscara durant el procés de fabricació o desmagnetitzar-la, fent passar un fort corrent a través d'unes bobines (*degaussing*).

- [Fernández2001] p. 217-220

## Ajust de convergència

---

L'ajust de convergència té per objectiu garantir que els tres feixos electrònics convergeixin sempre en el punt adequat.

L'error de convergència es deu al fet que la pantalla no és esfèrica i que els canons estan en plans horitzontals i verticals diferents. A causa d'aquest fet, les àrees traçades per a cada feix no són coincidents.

Observeu diferents exemples d'error de convergència a la pàgina 220 de [Fernández2001].



L'ajust es realitza utilitzant una graella, línies verticals i horitzontals blanques sobre fons negre. Si les línies no apareixen blanques sinó que es bifurquen en els tres primaris, vol dir que els feixos de cada primari no són coincidents en l'espai i, aleshores, cal realitzar la correcció de convergència.

Existeixen dos tipus d'errors de convergència:

Errors de convergència estàtica, que afecten el centre de la pantalla.

Errors de convergència dinàmica, que afecten els extrems de la pantalla, per la no esfericitat d'aquesta. S'anomenen dinàmics perquè l'error augmenta amb l'angle de desviació.

L'error estàtic es corregeix mitjançant camps magnètics constants (imants), un per a cada primari. L'ajust dels errors dinàmics resulta una mica més complex i es realitza mitjançant bobines de convergència que subministren camps magnètics variables (amb intensitats parabòliques).

En un tub *delta*, l'error de convergència vertical afecta als extrems superior i inferior de la pantalla i s'aplica una corrent parabòlica sobre la bobina de convergència pel canó blau per tal d'ajustar-la.

La convergència horitzontal afecta els laterals dret i esquerra de la pantalla. Els feixos *R* i *G* s'allunyen del *B* i per això se subministra una deflexió suplementària pels canons *R* i *G*.

- [Fernández2001] p. 221-229

## Ajust de curvatura

---

Un cop realitzat l'ajust de convergència, observem el patró de la quadrícula. Ara les línies són blanques, però apareixen distorsionades (bombades) als laterals per la distorsió de coixí, és a dir, pel fet que estiguem projectant línies que serien paral·leles sobre una pantalla esfèrica sobre una pantalla aproximadament plana. En els monitors en blanc i negre la distorsió de coixí es corregia situant uns imants suplementaris als laterals de la pantalla. Aquesta correcció, però, en els monitors de color no la podem fer ja que desajustaríem la puresa del color i la convergència.

Es realitza una correcció electrònica mitjançant l'ajust de curvatura, que consisteix en modificar les deflexions, vertical i horitzontal. Podeu observar els nous corrents de deflexió a la pàgina 230 de [Fernández2001].

La correcció nord-sud, o correcció de camp, és realitza augmentant la desviació en el centre de les línies que estan a la part superior i inferior mitjançant la modificació del corrent de deflexió vertical

La correcció est-oest, o correcció de línia, l'ajustem augmentant l'amplitud de la desviació horitzontal al centre de la pantalla, per tal d'eixamplar la imatge lateralment.

- [Fernández2001] p. 230



## Ajustos en els tubs en línia

---

Els tubs en línia, permeten una reducció de la profunditat del tub, les pantalles són més planes i els ajustos més simples.

L'ajust de convergència només és necessari en horitzontal. Es corregeix mitjançant un debanat no uniforme de la bobina horitzontal.

L'ajust de curvatura només cal realitzar-lo d'est a oest.

Els tubs en línia més coneguts són el *Black Matrix*, de Philips, i el *Trinitron*, de Sony. Podem observar les característiques principals d'aquests tubs en les pàgines 232-234 de [Fernández2001].

- [Fernández2001] p. 231-234

## 3.3. Les pantalles planes

---

### 3.3.1. Introducció a les pantalles planes

---

L'objectiu de les pantalles planes és el de simplificar l'espai físic en profunditat necessari pel funcionament d'un TRC. Hi ha diferents tipus de pantalles planes i es poden classificar en pantalles passives i actives.

Les pantalles passives no generen llum per si mateixes, sinó que solament modulen la llum que les travessa. En aquest apartat trobaríem les pantalles de cristall líquid (LCD, *Liquid Crystal Display*), amb les seves variants de cristall nemàtic de torsió, *active matrix* LCD, i LCD colestèric.

Les pantalles actives generen llum per si mateixes sense la necessitat d'una font de llum externa. Els exemples més comuns són: pantalles de plasma, les electroluminiscentes i els FED (*Field Emission Display*).

### 3.3.2. Pantalles planes passives

---

#### Pantalles de cristall líquid (LCD)

---

El cristall líquid és una estructura intermèdia entre l'estat líquid i sòlid en funció de la tensió aplicada.

En aplicar una tensió, les molècules del cristall s'orienten (comportament sòlid) i no deixen passar la llum a través d'elles. Si no apliquem cap tensió, les molècules es disposen aleatòriament (comportament líquid), deixant passar la llum.



Observeu els gràfics en la pàgina 236 de [Fernández2001].

Els LCD convencionals presenten dos grans problemes: l'excessiva directivitat, que redueix l'angle de visió fins a  $15^\circ$  en vertical, i que resulta complicat obtenir nivells de transparència intermedis en funció de la tensió aplicada.

Existeixen LCD millorats: nemàtics de torsió, *active matrix* LCD i LCD colestèric que milloren aquestes limitacions.

## LCD nemàtic de torsió

---

Els LCD nemàtics de torsió permeten angles de visió majors i podem aconseguir diferents tonalitats de llum.

Estan formats per dos polaritzadors, desfasats  $90^\circ$ , tal com podeu observar a la figura de la pàgina 238 de [Fernández2001].

En aplicar una tensió, les molècules s'orienten i no encaminen la llum, que en no tenir component horitzontal no pot travessar el segon polaritzador (estat opac). En no aplicar cap tensió, la llum queda encaminada a través de les molècules (estat transparent).

El principal problema és el gran cost quan les pantalles són grans.

## Active Matrix LCD

---

En els LCD de matriu activa, per polaritzar el LCD s'utilitzen transistors TFT (*Thin Film TRT*) que es troben en un dels elèctrodes. Observeu l'estructura en [Fernández2001], pàgina 239.

Les darreres tecnologies permeten millorar l'eficiència lluminosa, col·locant els transistors entre els píxels, emprant polaritzadors reflectants i no absorbents i emprant tres fonts de llum de longitud d'ona diferents.

També s'augmenta l'angle de visió utilitzant la tecnologia IPS (*In Plane Switching*) i la tecnologia múltiple-domini.

- [Fernández2001] p. 241. 245

## LCD colestèric

---

Els cristalls colestèrics no fan servir polaritzadors sinó que tenen una biestabilitat: el píxel roman en un dels dos estats, sense consumir potència, i només hi ha consum en els canvis d'estat.

No utilitzen llum pròpia, sinó que la textura del fons reflecteix el 50 % de la llum incident cap a l'exterior en l'estat transparent.



Pel seu baix consum són molt utilitzats en telefonia mòbil, calculadores, etc.

### 3.3.2. Pantalles planes actives

---

#### Pantalles electroluminiscents

---

Els elements electroluminiscents estan formats per una pel·lícula fina que emet llum en aplicar-li una tensió. Ocupen una porció petita del mercat de les pantalles planes a causa de la baixa qualitat que proporcionen.

Podeu observar l'estructura de les pantalles electroluminiscents a [Fernández2001], pàgina 247.

#### FED (*Field Emission Display*)

---

El principi de funcionament dels FED és el mateix que el dels TRC: els electrons exciten els fòsfors que produeixen llum. La diferència és que els electrons no es generen per emissió termoiònica sinó gràcies a un camp elèctric. (Vegeu el gràfic a la pàgina 249 de [Fernández2001]).

Els electrons van del càtode a ànode i pel camí impacten amb els fòsfors.

Això permet una alta eficiència lluminosa i un tamany reduït. Hi existeix una redundància massiva (cada píxel disposa d'uns 10000 càtodes, oferint una gran robustesa davant d'errors).

Actualment, aquesta tecnologia es troba en estat incipient però hi ha línies de recerca per produir grans pantalles de televisió en color.

Podeu observar l'estructura dels FED a [Fernández2001], pàgina 249.

#### Pantalles de plasma

---

El plasma conté el mateix nombre d'ions positius i negatius i en ésser ionitzat emet llum ultravioleta. Els fòsfors converteixen la llum ultravioleta en llum *RGB*.

Tenen una vida útil superior a les 10000 hores, similar als TRC, i el seu cost augmenta linealment respecte el tamany. Permet angles de visió grans i una profunditat de la pantalla molt reduïda.

Els principals inconvenients són la poca luminància i la qualitat, que encara que acceptable no és perfecta.

Les pantalles de plasma presenten un efecte memòria. El *flicker* desapareix però les imatges en moviment es veuen borroses. Aquest defecte es pot reduir mitjançant una camp magnètic.

- [Fernández2001] p. 251-252

## RESUM

---

En aquesta sessió hem estudiat els fonaments dels monitors color per a televisió. Hem vist el TRC color, els diferents tipus existents i els principals ajustos. També hem vist els diferents tipus de pantalles planes.





## SESSIÓ 9: Sistemes IDTV

### FITXA DE LA SESSIÓ

- ❖ **Nom:** Sistemes IDTV
- ❖ **Tipus:** teòrica
- ❖ **Format:** no presencial
- ❖ **Durada:** 2 hores
- ❖ **Dedicació:** 2 hores
- ❖ **Treball a lliurar:** no
- ❖ **Material:**
  - Bibliografia bàsica:
    - [Fernández2001]
    - [Torres1993]

### PRECEDENTS

Fins ara hem vist les característiques dels sistemes de televisió SDTV, EDTV i HDTV. També hem repassat els principals tipus de pantalles. En aquesta sessió estudiarem les modificacions per millorar els receptors.

### OBJECTIUS

En aquesta sessió estudiarem els sistemes de televisió de definició millorada (IDTV, *Improved Definition Television*), és a dir, les millores que podem introduir a nivell del receptor.

### CONTINGUTS

En aquesta sessió tractarem dels sistemes IDTV, és a dir, millores que es poden introduir en el tractament del senyal a nivell de recepció.

## 3.4. Sistemes IDTV

El terme IDTV es refereix a les millores introduïdes a nivell del tractament del senyal rebut al receptor. Són, doncs, millores en el filtrat de la  $Y$  i la  $Cr$ , en la cancel·lació d'imatges fantasmes (ecos) o bé en la reproducció de les imatges en la pantalla (sistemes 100 Hz), prestacions que tradicionalment es troben en televisors de gammes superiors a la bàsica.

### 3.4.1. Els filtres COMB

El descodificador PAL separa les components de luminància i crominància de dins el senyal de vídeo compost. Típicament, això es feia mitjançant un filtre passa-baixes per obtenir la luminància, i un passa-banda per obtenir el senyal de crominància.

Aquesta separació de la luminància i crominància redueix l'ample de banda útil de la luminància a 3 MHz i les dues components s'interfereixen mútuament a causa de la



presència d'harmònics de luminància dins la banda de crominància i a la inversa (*cross-luminance* i *cross-color*). A aquesta interferència entre components, cal afegir la conseqüent reducció de la resolució horitzontal per la reducció de l'ample de banda.

Els filtres COMB (pinta) permeten filtrar selectivament els paquets de luminància i crominància per solucionar els dos problemes, aprofitant l'entrellaçat espectral de les dues components. Perquè el sistema funcioni correctament, es basa en la hipòtesi que dues línies adjacents del mateix camp tenen un senyal molt similar, és a dir, que estem en condicions d'imatges estàtiques i que per tant els paquets espectrals de cada component estan ben delimitats.

Aquest sistema és força car i només s'incorpora en els televisors de gamma alta.

## Filtres COMB per a NTSC

El filtre està format per un sumador del senyal amb ell mateix, retardat un període de línia:

$$y(t) = x(t) + x(t - T_H)$$

En freqüència, podem observar que s'elimina la component de crominància, obtenint el senyal de luminància.

$$|Y(f)| = |X(f)| \cdot \left| \cos\left(\omega \cdot \frac{T_H}{2}\right) \right|$$

Si en comptes d'utilitzar un sumador, fem servir un restador, podem recuperar la crominància, en eliminar la luminància.

Aquesta solució és molt millor que els filtres passa-baixes i passa-banda en recuperar tota la informació corresponent a la luminància o crominància.

Aquest filtre es pot millorar en selectivitat, utilitzant dues línies de retard.

- [Fernández2001] p. 201-206

## Filtres COMB per a PAL

L'espectre del senyal PAL no pot utilitzar el mateix filtre que en NTSC ja que l'espectre és diferent. La informació de color està situada a múltiples senars de  $F_H/4$ . Observeu l'espectre del senyal PAL a la pàgina 207 de [Fernández2001]. En PAL, el retard utilitzat serà  $2 \cdot T_H$ . Si utilitzem un sumador, recuperem el senyal de luminància, i si utilitzem un restador, el senyal de crominància.

Per augmentar la selectivitat, podem utilitzar dues línies de retard, de  $2 T_H$  cadascuna.

El filtratge fa una mitjana de línies, reduint la resolució però el resultat és millor que quan hi ha *cross-color* o *cross-luminance*.



El problema d'aquests filtres és quan no es compleix la hipòtesi per la presència de moviment. Aleshores el *cross-color* no tan sols no es redueix, sinó que s'amplifica. Per tal de minimitzar aquest problema, s'utilitzen filtres COMB adaptats, en els quals es detecta la presència de moviment, comparant una imatge amb l'anterior.

### 3.4.2. Els sistemes 100 Hz

El *flicker* és el pampallugueig de les imatges degut al fet que tenim una freqüència de 25 imatges per segon. A l'apartat 2.2.2 ja vàrem poder observar que, per tal de tenir una sensació de continuïtat en les imatges, ens calia un mínim de 40 impactes lluminosos per segon; però que si la lluentor o la superfície de l'àrea augmentava, aquesta freqüència havia de ser major. Amb el sistema entrellaçat solentem el problema en la major part de les vegades, ja que tenim 50 impactes lluminosos per segon però tot i així encara hi ha situacions on el *flicker* no queda del tot eliminat. A més a més, les pantalles actuals són cada vegades més lluminoses, influint negativament en el *flicker*.

Hi ha dos tipus de *flicker*, el de grans àrees (les àrees lluminoses i constants presenten un pampallugueig) i el de línia (una línia horitzontal molt prima només es present en un dels dos camps, fent que hi hagi una tremolor de la línia). Podeu trobar informació dels sistemes 100 Hz a [Torres1993], pàgines 159-163.

#### *Flicker* de grans àrees

Per solucionar el problema de grans àrees el que es fa és utilitzar una memòria i visualitzar cada camp dues vegades

Això vol dir que en el temps d'un camp ara en visualitzem dos, fent que les línies no durin 64  $\mu$ s sinó 32  $\mu$ s.

Aquest sistema presenta dos problemes:

En comprimir el senyal temporalment a la meitat, suposa expandir-lo freqüencialment per dos, implicant que l'ample de banda dels circuits passa a ser el doble, és a dir, 10 MHz.

Els camps començaven en llocs diferents per facilitar l'escombrat. Ara cal visualitzar dos camps que comencen en la mateixa posició consecutivament, complicant el procés del senyal.

- [Torres1993] p. 159-160



## Flícker de línia

---

El sistema anterior no anul·la el *flícker* de línia, ja que la distància de repetició temporal d'un mateix camp segueix sent de 1/25 segons. L'efecte és especialment molest quan tenim una informació que està present només en un dels dos camps (una línia molt fina per exemple) i que, per tant, només apareix a una freqüència de 25 Hz molt per sota de la freqüència crítica de *flícker*.

La solució, en aquest cas, consisteix també a visualitzar els camps a una freqüència doble però alternativament cada camp, eliminat així el *flícker* de línia. El mètode, però, presenta l'inconvenient que produeix un canvi en l'ordre de la visualització dels camps diferent del que s'ha enregistrat. En presència de moviment en la imatge, aquest desordre provoca una borrositat en el moviment dels objectes.

La solució passa per un sistema en què es detecti el moviment, i en aplicar en cada cas, el mètode òptim per reduir el *flícker*.

- [Torres1993] p. 160-162

## RESUM

---

En aquesta sessió hem repassat dues de les tècniques que s'engloben dins del concepte de IDTV, és a dir, millores realitzades a l'interior del receptor. Hem vist especialment el sistema 100 Hz i els filtres COMB.



## SESSIÓ 10: Televisió digital i MPEG2 Systems

### FITXA DE LA SESSIÓ

- ❖ **Nom:** Televisió digital i MPEG2 Systems
- ❖ **Tipus:** teòrica
- ❖ **Format:** no presencial
- ❖ **Durada:** 2 hores
- ❖ **Dedicació:** 2 hores
- ❖ **Treball a lliurar:** no
- ❖ **Material:**
  - Bibliografia bàsica:
    - [Fernández2001]
    - [Benoit1998]
    - [Torres1993]
  - Bibliografia complementària:
    - [Bethencourt1990]

### PRECEDENTS

En la sessió anterior hem estudiat com transmetre i rebre senyal de TV analògica. En l'assignatura TV Digital I varem estudiar els mètodes que permetien la compressió del senyal de vídeo digital i els estàndards de compressió de vídeo per a videoconferència i MPEG.

### OBJECTIUS

En aquesta sessió farem una introducció als sistemes de TV digital al món i veurem les bases del senyal digital a transmetre, el MPEG-2 *transport stream*.

### CONTINGUTS

## 4. Televisió digital

### 4.1. Els sistemes de TV digital al món

Arreu del món existeixen diferents sistemes de televisió digital.

L'estàndard europeu de difusió de televisió digital és el DVB (*Digital Video Broadcasting*). Està estès arreu del món. Ha estandarditzat una única forma de transmissió del senyal, homogeni en diferents medis i fent que la majoria dels estàndards siguin comuns.



L'ATSC (*Advanced Television Systems Committee*) és un estàndard públic, desenvolupat per la Gran Aliança, als Estats Units d'Amèrica, per la transmissió de televisió digital terrestre.

El DSS és un sistema propietari, desenvolupat per Hughes, que utilitza l'empresa DirectTV que ofereix televisió digital per satèl·lit. És utilitzat als Estats Units i al Japó.

CableLabs és un sistema propietari, basat en QAM-256 per la transmissió de televisió digital per cable, als Estats Units.

L'ISDB (*Integrated Services Digital Television*) és la variant japonesa del DVB-T. És flexible en la transmissió de continguts heterogenis (ràdio, SDTV, HDTV, etc.). Està estès també a gran part de sud-Amèrica, amb el Brasil com a principal precursor.

Els estàndards europeu i americà són incompatibles. A la pàgina 559 i 560 de [Fernández2001] podeu veure les principals diferències entre aquests dos estàndards.

- [Fernández2001], p. 555-560
- [Benoit1998], p. 91-104

## 4.2. MPEG2 Systems

### Introducció

El MPEG2 *System* (part 1 de l'estàndard MPEG-2) proporciona els mecanismes que permeten combinar diferents tipus d'informació multimèdia en un únic *stream* que pot ser transmès o emmagatzemat en medi digital.

Un *stream* MPEG s'obté de multiplexar múltiples *streams* elementals (*Elementary Streams, ES*) de vídeo, àudio i dades. Els *streams* multiplexats s'han de poder descodificar de manera correctament sincronitzada. Generalment, el *stream* MPEG té un *bitrate* constant i els *streams* elementals poden tenir un *bitrate* variable.

Vegeu el multiplexat de *streams* a la pàgina 530 de [Fernández2001].

- [Fernández2001], p. 527-530

### Sincronització

Els estàndards MPEG aconseguen la sincronització mitjançant segells temporals (*time stamps*) i referències de rellotge (*Clock References, CR*).

El segell temporal és un camp de 33 bits que indica l'instant en què s'ha de descodificar o visualitzar cada unitat de presentació, ja sigui àudio o vídeo, segons el rellotge del sistema (*System Time Clock, STC*).



Existeixen dos tipus de segells temporals, els *Decoding Time Stamp* (DTS) i els *Presentation Time Stamp* (PTS) que indiquen quan s'ha de descodificar o reproduir la unitat de representació (imatge o fragment d'àudio), respectivament.

El PTS i el DTS poden coincidir com, per exemple, en el cas de l'àudio (en aquest cas només s'envia el PTS) o en imatges tipus *B* que s'han de descodificar i presentar en el mateix moment (no són referència de ningú). En canvi, en imatges *I* i *P* generalment no coincideixen (a no ser que sigui un GOP sense *B*) i, aleshores, tenim  $PTS > DTS$  ja que primer cal descodificar i després presentar.

A mesura que es codifica la imatge, es van inserint PTS/DTS, referenciats al STC. Per tal que el STC també estigui disponible en el descodificador, durant la trama s'envien referències de rellotge (CR).

El CR és un camp de 42 bits que indica al receptor quin hauria de ser el STC en rebre la referència. D'aquesta manera es pot sincronitzar i reproduir el rellotge de forma local.

El STC s'actualitza a una freqüència de 90 KHz, és a dir, que resulta un comptador cíclic amb més de 13000 hores de període. A causa de possibles variacions en el retard de transmissió, el CR pot diferir lleugerament del STC. Per compensar-ho, els receptors incorporen un PLL que recupera un STC estable.

Podeu observar el sistema de sincronització a la pàgina 534 de [\[Fernández2001\]](#).

- [\[Fernández2001\]](#), p. 531-533

## **Packetized Elementary Stream (PES)**

---

Cada *stream* elemental (ES) està format per dades d'una única font (vídeo, àudio o dades) més dades auxiliars per sincronització, identificació i caracterització de la informació.

Els *streams* elementals s'empaqueten en paquets PES (*Packetized Elementary Streams*) de longitud constant o variable. Aquest paquets PES es poden multiplexar de dues formes creant *program* o *transport streams*.

A la pàgina 536-537 de [\[Fernández2001\]](#) podeu observar la capçalera del PES. És a la capçalera del PES on s'insereix el PTS i DTS corresponent a les dades (imatge o fragment d'àudio) que transporta el paquet.

La sintaxi de sistema de MPEG2 defineix dos tipus de *streams*: els *program streams* i els *transport streams*.

- [\[Fernández2001\]](#), p. 535-537
- [\[Benoit1998\]](#), p. 72-75



## Program Stream

---

Els *Program Streams* (PS) estan orientats a aplicacions amb una taxa d'errors baixa, ja que els paquets són de longitud gran i variable. Generalment aquestes aplicacions són d'emmagatzemament, com per exemple el DVD.

Cada PS transporta un únic programa i només disposa d'un únic rellotge (en aquest cas el CR que s'envien prenen el nom de SCR, *System Clock Reference*). És compatible amb MPEG1, però afegeix funcionalitat addicional. S'utilitza en sistemes d'emmagatzematge. Els PS consten de *packs* de dades multiplexades. Cada *pack* està format per una capçalera, un nombre variable de paquets PES i altres dades descriptives (PSI).

A la pàgina 541 de [Fernández2001] podeu veure la capçalera del *pack*.

- [Fernández2001], p. 539-541
- [Benoit1998], p. 70

## Transport Stream

---

El *Transport Stream* (TS) ofereix més robustesa en canals sorollosos. Els paquets tenen una longitud fixa, de 188 bytes i s'utilitzen en aplicacions com la TV digital.

Permet incloure diferents programes en un mateix *stream* i cadascun disposa del seu STC. Els CRs de cada programa s'anomenen PCR per poder distingir cadascun dels programes. Per organitzar el diferents programes dins del TS s'envia la *Program Specific Information* (PSI) un conjunt de taules que relacionen *streams* amb programes.

Cada paquet TS consta d'un capçalera de 4 bytes, un camp d'adaptació (opcional) i dades pertanyents a un paquet PES o PSI. A la pàgina 546 de [Fernández2001] podeu veure aquestes capçaleres. El camp d'adaptació té dues funcions; de farciment de paquet fins als 188 bytes i per a transportar el PCR en alguns casos.

La informació continguda en el camp d'adaptació la podeu observar a la pàgina 547 de [Fernández2001].

- [Fernández2001], p. 543-547
- [Benoit1998], p. 71-72

## Program Specific Information (PSI)

---

La PSI conté descripcions de programes i dels PES que componen cada programa, assignant-li un PID a cada ES. S'envien periòdicament per permetre una sintonització aleatòria durant la difusió d'un TS. Es pot transmetre en diversos paquets TS, si no hi cap en un de sol.

Els *null packets* permeten mantenir un *bitrate* constant i tenen un PID 0 x 01 FF.



- [Fernández2001], p. 542, p. 548-549
- [Benoit1998], p. 75-81

La PSI està formada per diverses taules: la PAT, NIT, PMT i CAT.

### **Program Association Table (PAT)**

---

La PAT s'envia en paquets TS de PID = 0 x 0000. Sense la PAT seria impossible la descodificació dels *streams* ja que conté una llista amb tots els programes i els PID que transporten les PMT corresponents. Permet afegir o eliminar programes del TS enviant una nova PAT amb el número de versió canviat.

Cal retransmetre-la cada 100 ms, com a mínim. També defineix el PID de la NIT (PID del programa 0).

- [Fernández2001], p. 550

### **Network Information Table (NIT)**

---

La NIT és opcional. Conté informació de les característiques de la xarxa, paràmetres relatius a la transmissió. El seu PID està especificat en la PAT i s'envia en una *private section* (estructura de dades lliure).

- [Fernández2001], p. 551

### **Program Map Table (PMT)**

---

Les PID de les PMT estan definits en la PAT i relaciona la informació dels diferents programes amb el corresponent PID.

Inclou el número de programa i versió, el PID del paquet que conté el PCR del programa, els descriptors de programa i els PIDs dels *streams* elementals.

Els descriptors PMT contenen informació relativa i descriptiva d'un programa. Hi ha 256 descriptors possibles (vídeo, àudio, CA, copyright, etc.) dels quals, 191 són definibles per l'usuari.

- [Fernández2001], p. 552-553

### **Conditional Access Table (CAT)**

---

El seu PID és 0 x 0001. Transporta informació sobre l'encriptació i accés condicional per limitar l'accés als usuaris autoritzats.

Podeu veure el descriptor de CA a la pàgina 554 de [Fernández2001].



- [Fernández2001], p. 554

## RESUM

---

En aquesta sessió hem introduït els principals sistemes de TV digital al món i hem repassat l'estàndard MPEG2 *systems*, que permet generar *transport* i *program streams*, i la PSI.



## SESSIÓ 11: DVB-S i DVB-C

### FITXA DE LA SESSIÓ

---

- ❖ **Nom:** DVB-S i DVB-C
- ❖ **Tipus:** teòrica
- ❖ **Format:** no presencial
- ❖ **Durada:** 2 hores
- ❖ **Dedicació:** 2 hores
- ❖ **Treball a lliurar:** no
- ❖ **Material:**
  - Bibliografia bàsica:
    - [Fernández2001]
    - [Benoit1998]
    - [Torres1993]
  - Bibliografia complementària:
    - [Bethencourt1990]

### PRECEDENTS

---

En la sessió anteriors hem estudiat els principals sistemes de TV digital a món i hem repassat l'estàndard MPEG2 *systems*, que permet generar *transport i program streams*, i la PSI.

### OBJECTIUS

---

En aquesta sessió farem una introducció al sistema europeu de TV digital, el *Digital Video Broadcasting (DVB)*

### CONTINGUTS

---

## 4.3. Digital Video Broadcasting (DVB)

---

### 4.3.1. Introducció al Digital Video Broadcasting (DVB)

---

En 1990 va quedar demostrada la viabilitat de la televisió digital. L'any següent es va crear el *European Launching Group (ELG)* i l'any 1993 donà lloc al projecte DVB, actualment integrat per més de 200 organitzacions. Es va decidir començar desplegant la televisió per cable i satèl·lit.

L'any 1996 es van iniciar les emissions a França, Itàlia, Alemanya i Anglaterra, i l'any 1997, les emissions de *Canal Satélite Digital* a l'Estat espanyol.



## Objectius del DVB

L'estàndard DVB busca establir-se com a estàndard internacional per la televisió digital, definint estàndards pels canals de transmissió terrestre, satèl·lit i cable.

Les característiques bàsiques són comunes a tots els estàndards DVB i garanteixen la interoperabilitat. Fan referència als mètodes de codificació de la informació digital. Les característiques diferencials són específiques de cada estàndard i depenen del canal de transmissió. Fan referència a les tècniques de modulació i codificació del canal. A la pàgina 573 de [Fernández2001] podeu veure la cadena de transmissió de televisió digital.

Altres objectius que persegueix el DVB els podeu trobar resumits en les pàgines 563-565 de [Fernández2001].

- [Fernández2001], p. 561-575

## Característiques bàsiques del DVB

El DVB utilitza el MP@ML del MPEG2 com a estàndard de codificació de vídeo. En el altres casos per HDTV també utilitza el nivell d'alta definició (MP@HL). Pel multiplexat de vídeo, àudio i dades, s'utilitza el *transport stream* del MPEG2, afegint-hi més informació de servei (DVB-SI, *Service Information*), en taules addicionals. S'utilitza un sistema de *scrambling* i de correcció d'errors (*Forward Error Correction*, FEC). També disposa d'una interfície d'accés condicional.

Existeixen múltiples estàndards DVB que podeu observar a les pàgines 574 i 575 de [Fernández2001].

### 4.3.2 Televisió digital via satèl·lit (DVB-S)

Les característiques del canal de transmissió marquen el tipus de modulació que cal utilitzar. En el cas de la transmissió via satèl·lit, el canal és molt sorollós; es disposa d'un gran ample de banda i l'emissor emet en poca potència. Veien aquestes característiques, el tipus de modulació emprat és el QPSK, poc eficient però robust enfront els errors. A més a més, existeixen cinc codis FEC disponibles per permetre l'adaptació a condicions adverses. El canal de retorn resulta complicat.

A la pàgina 577 de [Fernández2001] podeu observar el diagrama de blocs DVB-S. El multiplexador de transport permet transmetre diferents programes en un sol TS. L'adaptació al canal de transmissió afegeix redundància al senyal per tal que sigui més robust enfront dels errors, permetent detectar-los i corregir-los. També s'encarrega de realitzar la modulació QPSK.

El FEC està format per diversos mòduls: l'*outer coder*, l'*interleaver* i l'*inner coder*.

L'*outer-coding* es tracta d'un codi Reed-Solomon (204:188) aplicat als paquets MPEG2 de 188 bytes, afegint 16 bytes al final que permeten corregir errors durant la transmissió. Vegeu la pàgina 579 de [Fernández2001].



L'*interleaver* (entrellaçador) s'encarrega de reordenar els bytes dins d'un paquet seguint una seqüència prèvia. El byte de sincronisme no s'entrellaça. Permet repartir els efectes d'una ràfega local de soroll sobre un gran bloc de dades. En el gràfic de la pàgina 580 de [Fernández2001] podeu veure que els bytes es retarden de 0 a 17 x 11 bytes.

L'*inner coding* és un codi convolucional que afegeix bits de redundància per protegir les dades. Existeixen cinc codis FEC predefinits de factors 1/2 (1 bit de redundància per 1 bit de dades), 2/3, 3/4, 5/6 i 7/8 (factor de menor protecció). Els quatre darrers factors s'aconsegueixen esborrant selectivament alguns bits ja codificats en 1/2 mitjançant un procés de *puncturing*.

Opcionalment, podem tenir un aleatoritzador. L'objectiu del *scrambler* és presentar una seqüència amb una presència aproximadament igual de '1' i '0'. El senyal d'entrada, excepte el byte de sincronització, és multiplicat per una seqüència pseudoaleatòria de 15 posicions. Aquesta seqüència es reinicialitza cada 8 paquets TS, i s'indica mitjançant la negació del byte de sincronització.

En la pàgina 583 de [Fernández2001] podeu veure la modulació QPSK utilitzada pel DVB-S.

- [Fernández2001], p. 576-583
- [Benoit1998], p. 104-111

### **Bit Error Rate (BER)**

---

Indica la proporció de bits erronis transmesos. S'ha estandarditzat una forma per a mesurar el BER abans de la correcció Reed-Solomon. Per sota  $2 \cdot 10^{-4}$  podem afirmar que el BER (després de la correcció Reed-Solomon) és correcte (entre  $10^{-10}$  a  $10^{-12}$ ). La taxa d'error depèn de la potència del senyal i de la relació senyal/soroll.

### **4.3.3. Televisió digital via cable (DVB-C)**

---

El cable és un canal de transmissió poc sorollós. És possible emprar molta potència però l'ample de banda és reduït. El tipus de modulació emprat és 16, 32 o 64-QAM, més eficient que el QPSK utilitzat pel DVB-S. El canal de retorn és viable i molt eficient (televisió interactiva). A la pàgina 586 de [Fernández2001] podeu veure la constel·lació corresponent a la modulació QAM.

A la pàgina 585 de [Fernández2001] hi ha el diagrama de blocs del DVB-C. Podeu observar que abans de la modulació QAM no s'aplica cap codi convolucional ja que el canal és poc sorollós.

A la pàgina 587 de [Fernández2001] podeu veure alguns aspectes del DVB-CS orientat a les antenes comunitàries.

- [Fernández2001], p. 584-587



- *[Benoit1998], p. 104-111*

## RESUM

---

En aquesta sessió hem introduït els sistemes de televisió digital al món, i hem estudiat els estàndards DVB-S per difusió per satèl·lit, i DVB-C, per difusió per cable.



## SESSIÓ 12: L'estàndard DVB - T

### FITXA DE LA SESSIÓ

---

- ❖ **Nom:** L'estàndard DVB - T
- ❖ **Tipus:** teòrica
- ❖ **Format:** no presencial
- ❖ **Durada:** 2 hores
- ❖ **Dedicació:** 2 hores
- ❖ **Treball a lliurar:** no
- ❖ **Material:**
  - Bibliografia bàsica:
    - [Fernández2001]
    - [Benoit1998]
  - Bibliografia complementària:
    - [Bethencourt1990]

### PRECEDENTS

---

En la sessió anterior vàrem estudiar els estàndards de transmissió de senyal de televisió digital per cable (DVB-C) i per satèl·lit (DVB-S).

### OBJECTIUS

---

En aquesta sessió estudiarem l'estàndard de transmissió de senyal de televisió via terrestre (DVB-T) i l'estàndard DVB-SI (servei d'informació).

### CONTINGUTS

---

#### 4.3.4. Televisió digital via terrestre (DVB-T)

---

El DVB-T ha de ser robust a la propagació multicamí i a les interferències de canals adjacents i cocanals. En els sistemes analògics, les propagacions multicamí provoquen dobles imatges. En els sistemes digitals hi ha una interferència intersimbòlica.

Per tal de poder utilitzar les xarxes de transmissió terrestres existents, l'ample de banda emprat és de 8 MHz. La modulació utilitzada és l'OFDM que és una codificació jeràrquica amb dos nivells de la informació, que permet funcionar en xarxes de freqüència única (*Single Frequency Net*, SFN).

Altres requeriments que ha de complir l'estàndard DVB-T els podeu trobar a la pàgina 588 de [Fernández2001].

Les dades, organitzades en paquets de transport de 188 bytes són passats per un dispersor d'energia i codificats seguint la mateixa normativa que el DVB-S. Per evitar la interferència intersimbòlica es posen intervals de guarda (espais blancs entre símbols), perdent eficàcia. El temps d'interval de guarda ha de ser major que el temps



de rebot. Per recuperar l'eficiència, cal enviar molts bits per símbol, utilitzant una modulació multiportadora.

En el transmissor és realitzada la transformada ràpida de Fourier inversa discreta (IFFT) i en el receptor, la transformada FFT permet recuperar la informació.

## **Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing (COFDM)**

La modulació COFDM és una tècnica de modulació amb multiportadora (MCM), introduïda als anys 60. La seva complexitat impedeix que es pugui implementar fins als anys 90. La primera aplicació comercial és el T-DAB (*Terrestrial Digital Audio Broadcasting*).

L'ample disponible es divideix en  $M$  bandes freqüencials, a les quals s'assigna una subportadora. Les dades es divideixen en  $M$  subcanals de baixa velocitat i a cada canal s'assigna una subportadora QAM.

L'espectre QAM és una *sync*. Les portadores han de ser ortogonals per permetre una desmodulació sense interferències. Algunes portadores sempre tenen algun valor per tal que el descodificador pugui sincronitzar-se.

A la pàgina 594 de [Fernández2001] podeu observar les diferències entre les modulacions amb multiportadora i les modulacions amb portadora única.

Previ a *l'interleaving*, la trama d'entrada es desmultiplexa en 2, 4 ó 6 subtrames, segons si la modulació a aplicar és QPSK, 16 QAM o 64 QAM. L'*inner interleaving* opera a nivell de bit primer, sobre blocs de 126 bits) i a nivell de símbol, a continuació (sobre blocs de 1512 bits pel mode 2 k i 6048 pel mode 8 k). El *mapper* relaciona els símbols de sortida de *l'interleaver* amb punts de la constel·lació QPSK i QAM.

Les dades es divideixen en dos tipus: d'alta i baixa prioritat. Les dades d'alta prioritat es protegeixen amb un FEC = 1/2 i s'utilitzen per determinar el quadrant del pla complex (Observeu el mapeig jeràrquic a la pàgina 599 de [Fernández2001]). Les dades de baixa prioritat es protegeixen amb FEC = 5/6 i determinen la posició correcta de la portadora dins el quadrant complex.

Les principals característiques de la trama OFDM estan a les pàgines 600 i 601 de [Fernández2001], i els paràmetres dels modes 2 k i 8 k, a la pàgina 603.

Els senyals de referència transporten una informació que el receptor coneix a priori, permetent sincronitzar la trama OFDM, sincronitzar la freqüència, identificar el mode de transmissió i estimar correctament el canal i el soroll de fase.

- [Fernández2001], p. 588-607
- [Benoit1998], p. 111-117

### 4.3.5. Servei d'informació (DVB-SI)

---

La informació de servei permet que el descodificador pugui autoconfigurar-se. Permet confeccionar la guia de programes electrònica (*Electronic Program Guide*, EPG).

La informació de servei s'inclou en forma de taules privades en les trames de TS MPEG2.

El DVB-SI persegueix que l'IRD es pugui sintonitzar i autoconfigurar, ajustar-lo per a determinats serveis. Transporta informació de la programació i horaris, i el nom i tipus de cada servei. Per últim, també agrupa els serveis per categories.

Els continguts de les taules DVB-SI els podeu veure a les pàgines 625 i 626 de [Fernández2001].

El DVB-SI està basat en el MPEG2 (PAT, PMT, CAT i NIT), però disposa de taules ampliades (SDT, EIT, RST, TDT, ST, BAT, etc.).

- *Fernández2001*, p. 623-628

## RESUM

---

En aquesta sessió hem vist l'estàndard de televisió digital terrestre (DVB-T) i la part d'informació de servei del DVB (DVB-SI).





## SESSIÓ 13: Accés condicional

### FITXA DE LA SESSIÓ

---

- ❖ **Nom:** Accés condicional
- ❖ **Tipus:** teòrica
- ❖ **Format:** no presencial
- ❖ **Durada:** 2 hores
- ❖ **Dedicació:** 2 hores
- ❖ **Treball a lliurar:** no
- ❖ **Material:**
  - Bibliografia bàsica:
    - [Fernández2001]
    - [Benoit1998]
  - Bibliografia complementària:
    - [Bethencourt1990]

### PRECEDENTS

---

En les sessions anteriors vam estudiar els estàndards de transmissió de televisió digital via satèl·lit (DVB-S), via cable, (DVB-C) i via terrestre (DVB-T). També vàrem estudiar el servei d'informació (DVB-SI).

### OBJECTIUS

---

En aquesta sessió estudiarem l'accés condicional (DVB-CA) i els dos sistemes que en l'actualitat estan funcionant: el *simulcrypt* i el *multicrypt*.

### CONTINGUTS

---

#### 4.3.6. L'accés condicional (DVB-CA)

---

L'accés condicional pretén evitar qualsevol accés no desitjat a la informació emesa per una plataforma digital, per motius morals, ètics, polítics o econòmics.

El sistema d'accés condicional ha de ser compatible amb MPEG2 *systems*, robust enfront dels atacs pirates i el més senzill possible. Alhora, ha de permetre els transcontrol, permetent als operadors de cable, per exemple, substituir l'accés condicional amb les seves pròpies dades.

Requereix de l'ús de dues tecnologies: l'algorisme de *scrambling* (estàndard i secret) i l'algorisme d'accés condicional (específic de cada proveïdor).

L'algorisme de *scrambling* és comú per a tots els sistemes d'accés condicional. Està dissenyat per minimitzar la complexitat del descodificador. Pot operar a nivell de paquets PES o de paquets TS de MPEG2 *systems*. El *scrambling* només s'aplica a les dades, no a la capçalera.



L'algorisme d'enciptació és específic de cada operador. Els usuaris autoritzats poden efectuar el *descrambling* en funció de la paraula de control enciptada, fent intel·ligibles les imatges, àudio i dades auxiliars.

- [Fernández2001], p. 608-620
- [Benoit1998], p. 83-89.

### Simulcrypt

---

Una única paraula de control, que es codifica amb tots els algorismes CA emprats en el descodificador dels usuaris autoritzats a rebre el programa. Un mateix programa pot ser descodificat per IRD que utilitzen algorismes CA diferents. En cas d'un atac pirata, es pot canviar l'algorisme CA.

El *simulcrypt* requereix l'acord mutu de proveïdors. És el sistema de codificació emprat per l'antiga plataforma satèl·lit *Canal Satélite Digital* i les altres plataformes del grup *Canal+*.

### Multicrypt

---

Permet que els proveïdors operin independentment amb el seu propi algorisme CA i paraules de control. Les funcions de desenciptació i desemmascament de l'accés condicional es fan en un petit mòdul connectat a l'IRD. Aquest mòdul s'anomena *Common Interface* (CI) i permet que l'algoritme d'enciptació sigui intercanviable, donant més llibertat als usuaris a triar quin es el que més l'interessa.

Els sistemes *multicrypt* deslliguen l'IRD de les plataformes i permeten a noves plataformes, utilitzar els IRD existents, afegint un mòdul d'accés condicional. Era l'opció triada per l'antiga plataforma *Via Digital*. Actualment, la utilitzen en el sistema de "premium TV" de la TDT.

## 4.3.7. Problemes de televisió digital

---

A continuació, teniu un conjunt de problemes que us poden ajudar a acabar d'entendre el funcionament de la transmissió de televisió digital.

### Problema 1

---

Calcula la modulació més adient que ha d'utilitzar un sistema DVB-C per poder transmetre almenys 30 Mbps amb un *roll-off* de 0,15.

### Problema 2

---

Calcula el *bitrate* útil d'una modulació DVB-T amb mode 8 k, interval de guarda de 1/16, codificació convolucional 3/4 i *mapping* de 64 QAM.



### Problema 3

---

Calcula l'ample de banda utilitzat per un sistema DVB-S si utilitza un *roll-off* de 0,28, un FEC de 3/4 i un *bitrate* útil de 49,7 Mbps.

### Problema 4

---

Calcula l'ample de banda utilitzat per un sistema DVB-C si utilitza un *roll-off* de 0,15, una modulació 32 QAM i un *bitrate* útil de 31,9 Mbps.

### Problema 5

---

Calcula l'ample de banda utilitzat per un sistema DVB-T si utilitza una modulació 64 QAM, amb un interval de guarda de 1/8, un FEC de 5/6 i mode 8 k.

## RESUM

---

En aquesta sessió hem estudiat els dos sistemes d'accés condicional (DVB-CA): el *simulcrypt* i el *multicrypt*. També s'han proposat un conjunt de problemes de TV digital.





## Bibliografia

### LLIBRES

#### **Sistemas analógicos y digitales de televisión**

Torres, Luis; Lleida, Eduardo; Casas, Josep Ramon  
Edicions UPC  
Barcelona, 1993  
[Torres1993]

#### **Television Measurements. PAL System**

Craig, Margaret  
Tektronix  
Beaverton, 1991  
[Craig1991]

#### **La calidad y sus medidas en la señal de televisión**

Pérez López, Emilio  
Instituto Oficial de Radiotelevisión Española  
Madrid, 1993  
[Pérez1993]

#### **PAL Plus**

Pareja Carrascal, Emilio  
Instituto Oficial de Radiotelevisión Española  
Madrid, 1995  
[Pareja1995]

#### **Sistemas de televisión. Clásicos y avanzados**

Bethencourt Machado, Tomás  
Instituto Oficial de Radio y Televisión  
Madrid, 1990  
[Bethencourt1990]

#### **Televisión digital. MPEG-1, MPEG-2, Sistema europeo DVB**

Benoit, Hervé  
Editorial Paraninfo  
Madrid, 1998  
[Benoit1998]



## APUNTS

---

### **Sistemes de Televisió**

Fernàndez, Gabriel  
Enginyeria i Arquitectura La Salle  
Barcelona, 2001  
[Fernàndez2001]

### **Televisió. Pràctiques**

Güell, Jaume; Ribas, Josep  
Enginyeria i Arquitectura La Salle  
Barcelona, 2001  
[Güell2001]

### **Encoding Parameters of Digital Television for Studios, ITU-R 601**

Unió Internacional de Telecomunicacions  
ITU  
1990  
[itu601]

### **Conventional Analog Television – An introduction**

Kuhn, Kelin J.  
1995  
[www.ee.washington.edu/conselec/CE/kuhn/ntsc/95x4.htm](http://www.ee.washington.edu/conselec/CE/kuhn/ntsc/95x4.htm)  
Referència: [Kuhn1995]



## Glossari

### **Aliasing PAL-Plus.**

La recepció d'una imatge en 16:9 en una pantalla en 4:3 posa la informació d'alta freqüència del senyal (detalls de la imatge) en una modulació ultranegra en la part superior i inferior de la pantalla. Aquestes bandes són les que ajuden als receptors PAL Plus a fer la reconstrucció de la imatge (ja que si no, hi hauria molt poca resolució). Mentre enviem el *vertical helper* no podem enviar color.

### **CAT**

*Conditional Access Table*. Dades de protecció del senyal (PID = 1).

### **CODIFICACIÓ DUOBINÀRIA**

Reduir l'ample de banda a la meitat passant de dos a tres nivells. Amb aquest sistema l'ample de banda varia segons la component que estem transmetent.

### **COFDM**

*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*. S'utilitza en el DVB-T i permet aprofitar molt bé l'espectre. Es basa amb una modulació multiportadora on els ecos es poden cancel·lar fàcilment.

### **COMPRESSIÓ**

La compressió intenta eliminar la redundància que podem trobar en determinades fonts d'informació. La compressió pot ser reversible (quan no hi ha pèrdua amb el què comprimeixes) o irreversible (amb pèrdua, *lossy*, són els que l'original i el reconstruït no són idèntics).

### **CORRECCIÓ EN GAMMA**

La correcció en gamma consisteix a aplicar en el transmissor una no linealitat al senyal del tipus elevat a  $1/\text{gamma}$ . Això es fa per compensar la no linealitat que existeix al tubs de raigs catòdics dels receptors que generalment són del tipus elevat a gamma. Gamma és un factor que dependrà de la no linealitat del receptor i acostuma a prendre valors al voltant de 2. D'aquesta forma la resposta global del sistema emissor-receptor serà lineal.

### **CROMINÀNCIA**

És la especificació del color (matís i saturació).

### **CROSS-COLOR**

Interferència del color sobre la luminància. Per molt que s'utilitzin els espais de Gray, com que compartim el mateix ample de banda entre la luminància i el color sempre tenim alguna interferència.

### **CROSS-LUMINÀNCIA**



Interferència de la luminància sobre el color. Per molt que s'utilitzin els espais de Gray, com que compartim el mateix ample de banda entre la luminància i el color sempre tenim alguna interferència.

### **CROSSTALK**

Interferència entre els senyals  $I$  i  $Q$ , els quals haurien de ser independents. Això produeix un canvi en el matís del color (igualment que els errors de fase).

### **DATACAST**

Servei de lloguer per transmetre dades utilitzant els les línies 20 – 21 del camp I i les línies 333 – 334 del camp II.

### **DEFLEXIÓ**

És el fet de desviar el feix d'electrons d'esquerra a dreta en un TRC. Això s'aconsegueix creant un camp magnètic, donant una rampa de corrent a les bobines de deflexió horitzontals. Existeix també la deflexió vertical que serveix perquè el feix faci el moviment de dalt a baix.

### **DIGITALITZACIÓ**

Un senyal digital és més robust al soroll que un d'analògic i necessita menys potència per ser transmès. L'ús de circuits electrònics digitals ens permeten manipular més fàcilment el senyal, aplicar codis correctors d'errors, comprimir, utilitzar canals adjacents (amb més ample de banda).

### **DISTORSIÓ**

La distorsió és una malformació del senyal degut a una resposta imperfecte del sistema.

### **DISTORSIÓ DE COIXÍ**

Per solucionar el fet que la pantalla d'un televisor és aproximadament plana (els punts dels extrems estan en un punt més llunyà del centre de la pantalla i les imatges queden bombades en forma de coixí), es col·loquen imants a cada banda en la televisió en blanc i negre, o bé ajustem el corrent de deflexió electrònicament, en el cas de la televisió en color.

### **DISTORSIÓ DE LINEALITAT**

Causada per la no curvatura de la pantalla de televisió (la separació entre línies de l'extrem superior i inferior és major que la separació que hi ha entre les del centre de la pantalla). Es pot solucionar fent una correcció en "S" que suavitzarà la corba de la deflexió horitzontal.

### **DTS**

Forma part del *time stamps* (segells temporals). Indica el moment de descodificació.

### **DVB**

*Digital Video Broadcasting*. Estàndard de TV digital europeu. Codificació del canal per tal de protegir la informació. Permet interoperabilitat (poder passar d'un tipus de canal



a un altre fàcilment i a un cost baix). DVB-S (canal tipus satèl·lit), DVB-C (canal tipus cable), DVB-T (canal terrestre). La font d'entrada en tots els casos ha estat codificada prèviament amb MPEG-2.

### **EDTV**

*Extended Definition Television*. Sistemes analògics que milloren el senyal transmès. Els més importants són PAL PLUS i MAC.

### **EFFECTE PERSIANA**

Barres de Hannover. En la imatge hi ha línies que es veuen més lluent que d'altres. Quan la correcció en gamma és major que  $5^\circ$  part de la informació de luminància viatja en el senyal de cromà. L'entrellaçat agreuja aquest fenomen.

### **FACTOR DE COMPRESSIÓ**

Relació que ens indica el número de vegades que reduïm la informació en un sistema de compressió de dades.

### **FILTRES COMB**

Filtres de "pinta". Filtre que s'aplica al senyal en color per tal d'eliminar la crominància i poder extreure'n la luminància del senyal en color. Aquest filtre es basa en la mitjana de línies, per tant les imatges tenen que ser estàtiques. En el cas de tenir imatges en moviment utilitzarem el filtre comb adaptatiu (que s'aplicarà solament a la senyal d'alta freqüència i obtenint només una part de la luminància).

### **FORMAT BÚSTIA**

Quan es produeix una imatge en 16:9 i la reproduïm per un monitor 4:3, per no perdre informació el monitor encongeix la imatge i la informació d'alta freqüència modulada en ultranegre es presenta en una barra superior i inferior a la pantalla.

### **GASETA**

És un camp que s'utilitza per estructurar les pàgines del teletext. El seu identificador pot obtenir els valors de 1 a 8.

### **HD-MAC**

Sistema d'alta definició HDTV que es compon de 1250 línies/imatge, 25 imatges/segon, 2 camps imatge i relació 16:9. Treballa amb vectors de moviment per interpolar una fusió de les 2 trames sols al lloc on hi ha hagut moviment.

### **HDTV**

Sistemes analògics d'alta definició. Permet obtenir més resolució espacial, relació d'aspecte panoràmica 16:9, millora del color i so digital. N'hi ha dos tipus: HD-MAC (1250 línies/imatge, 25 imatges/segon, 2 camps imatge i relació 16:9). MUSE (1050 línies/imatge, 30 imatges/segon, 2 camps/imatge i relació 16:9). S'aconsegueix augmentar la resolució espacial, millora del color, so digital i relació d'aspecte panoràmica 16:9. Mostratge *subNyquist*.

### **IDTV**



*Improved Definition Television.* Millora feta en els receptors a partir de filtres COMB, cancel·ladors d'eco i sistemes de 100 Hz. Amb això s'aconsegueix eliminar totalment el *flicker* (però apareix un problema temporal que es manifesta com una tremolor).

### **IMATGE PROGRESSIVA**

S'utilitza en el cinema. El cinema capta les imatges fotograma a fotograma; la imatge des de l'inici ja és una foto de 576 línies.

### **IMATGES I, B, P**

Són les imatges que poden portar un GOP dins la seqüència del MPEG. Les imatges *I* (*intra*) estan codificades sense predicció temporal, les imatges *P* (*predicted*) la codificació és amb predicció temporal a partir d'una altre imatge *I* o *P* anterior, i les imatges *B* (*bidirectional*) estan codificades amb predicció temporal a partir d'una *I* o *P* posterior.

### **INNER CODING**

Codi convolucional que s'utilitza per protegir l'estàndard DVB-S. Per cada bit d'entrada en tenim dos a la sortida, cosa que implica màxima protecció però poca eficiència.

### **INTEGRADOR ELECTRÒNIC**

Es troba en el sistema PAL-D per solucionar els problemes del PAL-S. Realitza la integració de les línies electrònicament. Com a conseqüència s'elimina totalment l'efecte persiana i la línia de retard és ultrasònica, però tenim una pèrdua de resolució vertical del color.

### **INTERFERÈNCIA**

La interferència és un senyal molt similar al nostre (generalment freqüencialment) que afecta al nostre senyal.

### **INTERLEAVING**

Normalment l'utilitzen els sistemes DVB per desordenar els bytes d'informació temporalment i així evitar ràfegues d'errors, i permet el bon funcionament del sistema (evitar pèrdua de sincronisme).

### **INTRAFRAME**

Quan la compressió de vídeo es realitza en una sola imatge (extreu la redundància de cada imatge).

### **MAC**

*Multiplexed Analog Components.* Objectius: millorar el sistema PAL, millorar la qualitat sobretot via satèl·lit amb un millor aprofitament de l'espectre, mantenir certa compatibilitat amb el sistema PAL, eliminar interferències *Y/Cr*, millorar resolució horitzontal i augmentar el nombre i qualitat de canals de so.

### **MACROBLOCK**

Conjunt de 16 x 16 píxels sobre els quals es fa la predicció temporal. Podem codificar els macroblocs en *intraframe* (calculem la DCT sobre el bloc de la imatge directe, no hi ha predicció temporal) o bé en *interframe* (utilitza predicció temporal).



## **MÀSCARA D'OMBRES**

Consisteix en afegir a la pantalla de televisió una planxa perforada abans de la capa de fòsfor. D'aquesta manera els electrons que provenen del senyal  $R$ ,  $G$  i  $B$  impactaran en el seu fòsfor corresponent per tal de tenir el senyal en color. Apareixen errors de puresa (magnetització i deformació tèrmica) que s'han de solucionar amb la utilització d'imants.

## **MÈTODES PREDICTIUS**

Basat en predicció. Consisteixen a predir la informació a partir de mostres prèvies. Generalment, les mostres directament no tenen redundància però es mouen dins un marge (són similars). Aquests mètodes no transmeten el valor sinó l'error del que havia de transmetre i el que ha predit, esperant que aquests siguin aprox. 0.

## **MÈTODES TRANSFORMATS**

Serveixen per eliminar la redundància espacial. Basen el seu funcionament en treballar en un domini transformat on la informació es descriu de forma més compacta. Aquests mètodes són més complexos que els predictius però també més òptims.

## **MODULACIÓ ULTRANEGRE**

Tractament de la alta freqüència de la luminància de la imatge. Reducció de l'amplitud amb un compressor. Filtrar el senyal a 4 MHz i modular la BLU amb  $F_{sp}$ .

## **MOSTRATGE *SUBNYQUIST***

Aquests sistemes agafen no totes les mostres sinó alternatives. Aquestes mostres es recuperaran en el receptor mitjançant mètodes d'interpolació.

## **MPEG-2**

Digital. Algorisme de compressió de la informació de vídeo per poder transmetre la informació, comú a tots els països.

## **MUSE**

Sistema HDTV. 1050 línies/imatge, 30 imatges/segon, 2 camps/imatge i relació 16:9. S'aconsegueix augmentar la resolució espacial, millora del color, so digital i relació d'aspecte panoràmica 16:9. Mostratge *subNyquist*.

## **NIT**

*Network Info Table*. Paràmetres de la transmissió. Es col·loca a la posició del programa 0.

## **NTSC**

Sistema de TV americà. Compost de 525 línies/imatge, 30 imatges/segon i 2 camps/imatge. Relació d'aspecte 4:3. – resolució espacial + temporal. Com a principal problema les distorsions de color causades pels errors de fase entre l'oscil·lador del receptor i la portadora que provoquen canvis de matís en el color (botó *hue*: ajust manual de la fase).

## **PAL**

*Phase alternating line*. Europeu. Sistema analògic compost de 625 línies/imatge, 25 imatges/segon i 2 camps/imatge. Relació d'aspecte 4:3. La combinació de fase entre



línies més l'integrador electrònic cancel·la els canvis de matís en el color a causa dels errors de fase (receptors PAL inclouen el control de croma). Elimina el *crosstalk*. Sistema més car i patró interferent més molest que en el NTSC.

### **PAL PLUS**

Senyalització que es transmet per la línia 23 del camp *I* que porta informació en alta freqüència *I* que s'utilitza per veure les imatges en 16:9.

### **PAL PLUS**

Sistema analògic que millora el senyal PAL convencional. Permet la compatibilitat entre 4:3 i 16:9 (en format panoràmic).

### **PAT**

*Program Association Table*. Forma part del PSI. Ens indica el nombre de programes que viatgen en un *transport stream* i els PID de cada PMT. Té PID = 0.

### **PCR**

*Program Clock Reference*. Es la referència del rellotge amb que ha estat codificat un programa i que ha de servir per sincronitzar el rellotge del receptor. Forma part del *stream* del MPEG-2. Es localitza en el camp d'adaptació en certes imatges de forma periòdica.

### **PID**

Identificador de paquet. Identifica els paquets de transport. És únic per cada *elemental stream* i ocupa 13 bits.

### **PMT**

*Program Map Table*. Forma part del PSI. Ens indica el nombre d'*streams* que forma un programa i el PID de cadascun d'ells.

### **PROGRAM STREAM**

Multiplexació en MPEG2 en aplicacions amb baixes taxes d'errors. Conjunts de packets PES (*Packetized Elementary Streams*) s'agrupen en PACK.

### **PSI**

*Program Specific Information*. Ens dona informació de l'estructura d'*streams* de cada programa.

### **PTS**

Forma part del *time stamps* (segells temporals). Indica el moment de presentació.

### **PUNCTURING**

Elimina bits per poder aconseguir codes rates a partir d'1:2 de menor protecció.

### **REDUNDÀNCIA**

Fonaments de la compressió. Gràcies a que existeix una redundància en les fonts d'informació existeixen mètodes de compressió per tal d'eliminar els diferents tipus de redundància: temporal, espacial, estadística, psicofísica.



## SECAM

*Sequentiel a couleur avec memoire.* Sistema analògic compost per 625 línies / imatge. La modulació en FM de la crominància elimina errors de *crosstalk* i de fase, però fa impossible l'entrellaçat de l'espectre. La resolució de color en sentit vertical disminueix.

## SENYALS DE TEST VITS.

*Vertical Interval Test Signals.* Senyals que ajudaran a verificar la qualitat de la imatge. Es troben a la línia 17-18 del camp I i la 330-331 del camp II.

## SFN

*Single Frequency Network.* Utilitzar una mateixa freqüència, perquè així una potència llunyana es rebrà com una reflexió. Serà necessària una sincronització entre els emissors.

## SINCRONISME

Són els impulsos existents en el senyal de televisió que ens diuen quan acaba una línia i quan acaba el camp. Indiquen al feix d'electrons que impacte sobre el TRC (tub de raigs catòdics), l'inici d'una nova línia (sincronisme de línia o horitzontal) o bé l'inici d'un nou camp (sincronisme de camp o vertical).

## SOROLL

El soroll és un senyal elèctric, aleatori amb naturalesa natural que ens contamina el nostre senyal quan aquest viatja a través d'un canal.

## STC

*System Time Clock.* Relotge del sistema amb hem codificat una seqüència MPEG2. Forma part del *stream* del MPEG-2.

## SUBTRAMA

En el sistema D-MAC una línia es compon: 1 *run-in* bit + 6 bits sincronisme + 2•99 bits (so + dades) + 1 bit de separació. Cada bloc de 99 bit s'anomena subtrama.

## TELETEXT

Servei d'informació unidireccional en format de text. Aquest format disposa en la pantalla de 25 línies i 40 columnes, un total de 1000 caràcters/pàgina de teletext. Aquesta informació viatja en les línies VBI corresponents al camp I de la 7 a la 22 i al camp II de la 320 a la 337.

## TELEVISIÓ

Sistema de comunicació electrònic per transmetre imatges amb moviment amb el seu corresponent so a distància.

## TIME STAMPS

Les imatges es codifiquen amb l'assignació de *time stamps* (segells temporals). DTS indica el moment de descodificació. PTS indica el moment de presentació (les imatges P es codifiquen bastant abans que presenten per esperar les imatges B). PTS i DTS van dins de la capçalera del paquet PES.

**TRC**

Tub de raigs catòdics. És un aparell format per un coll, con i una pantalla. Els electrons que es generen al coll fins arribar a la pantalla impactaran sobre una capa de fòsfor que resideix en ella, la qual convertirà l'energia dels electrons en energia lluminosa.

**TSP**

*Transport Stream Packet*. Està format per tres camps, capçalera de 4 Bytes (PID), un camp d'adaptació (opcional) que porta el PCR i un camp de dades (*payload*). Són paquets curts de longitud fixa (188 bytes), utilitzats normalment amb transmissions amb taxes d'errors altes.

**VBI**

*Vertical Blanking Interval*. Està format per les senyals de test (ajudaran a verificar la qualitat de la imatge), senyals de teletext (transmetre informació digital dins un senyal analògic), senyalització PAL Plus (formats panoràmics), senyals de *Datacast* (servei de transmissió de dades per a empreses) i *VPS* (*Video Programming System*, enregistrament de vídeo).

**VER**

*Bit Error Rate*. És el resultat de dividir el nombre de bits erronis pel nombre de bits transmesos. Perquè una transmissió sigui correcte  $BER = \text{aprox. } 10^{-11}$ .

**VERTICAL HELPER**

Efecte produït per la superposició de components espectrals de diferents bandes freqüencials quan un senyal analògic és mostrejat amb una freqüència de mostratge menor que el doble de l'ample de banda del senyal (freqüència de *Nyquist*).

**VÍDEO DIGITAL**

Digitalització d'un senyal analògic que proporciona: alta qualitat, robustesa al soroll, emmagatzematge sense pèrdua i transmissió en xarxes telemàtiques d'alta velocitat.