

**Treball Final de Carrera**

*Sistemes logístic de codificació i  
identificació, i perspectives de futur*

Joan Adrià Bonache Oliver

**ANNEX**

**Enginyeria d'Organització Industrial**

Director: Joan Antoni Garrote

Vic, Setembre 2007



# Continguts

|         |  |    |
|---------|--|----|
| Annex A | AECOC .....  | 1  |
| A.1     | Passos per a la implantació del codi de barres.....              | 1  |
| A.2     | AECOC-Data .....   | 5  |
| A.2.1   | Funcionament del sistema .....                                   | 5  |
| A.2.2   | Publicació de producte.....                                      | 6  |
| A.2.3   | Modalitats d'accés.....  | 8  |
| A.2.4   | Exemple .....  | 8  |
| A.3     | Introducció a l'EDI.....   | 10 |
| A.3.1   | Llenguatge comú.....   | 10 |
| A.3.2   | Estacions d'usuari EDI .....                                     | 11 |
| A.3.3   | Xarxes i comunicacions .....                                     | 12 |
| A.3.4   | EDI per Internet.....  | 12 |
| A.3.5   | Què cal fer per implantar l'EDI? .....                           | 13 |
| A.3.6   | Cost.....  | 13 |
| A.3.7   | Què és XML? .....  | 14 |
| A.3.8   | Arbres de decisions.....   | 15 |
| Annex B | Símbols lineals.....   | 18 |
| B.1     | Càlcul del dígit de control.....                                 | 18 |
| B.2     | Codis de país GS1 .....  | 19 |
| B.3     | Jocs de caràcters per l'EAN 128.....                             | 20 |
| B.4     | Recomanacions de concatenació .....                              | 24 |
| B.5     | Codi utilitzat per al seguiment.....                             | 25 |
| Annex C | Impressió codis de barres .....                                  | 26 |
| C.1     | Verificació de la qualitat d'impressió dels codis de barres..... | 26 |
| C.1.1   | El funcionament del verificador .....                            | 27 |
| C.1.2   | La metodologia de verificació ISO .....                          | 30 |
| C.1.3   | Els 7 paràmetres de l'anàlisi ISO .....                          | 31 |
| C.2     | Tècniques d'impressió codis unidimensionals .....                | 35 |
| C.2.1   | Tècniques d'impressió off-site.....                              | 36 |
| C.2.2   | Tècniques d'impressió on-site.....                               | 38 |
| C.3     | Tècniques d'impressió codis bidimensionals .....                 | 44 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| Annex D | Codificacions 1D i 2D.....                             | 46 |
| D.1     | Resum de les codificacions .....                       | 46 |
| Annex E | Correctors d'errors .....                              | 50 |
| E.1     | Introducció als codis correctors d'errors .....        | 50 |
| E.1.1   | Distància Hamming i distància de codi .....            | 50 |
| E.1.2   | Codis lineals.....                                     | 51 |
| E.1.3   | Una sèrie de regles .....                              | 56 |
| E.1.4   | Codis Reed-Solomon .....                               | 57 |
| Annex F | El sistema RFID .....                                  | 66 |
| F.1     | Principis bàsic de funcionament del sistema RFID ..... | 66 |
| F.1.1   | Acoblament inductiu.....                               | 67 |
| F.1.2   | Acoblament backscatter.....                            | 72 |
| F.1.3   | Close Coupling.....                                    | 75 |
| F.2     | Rangs de freqüència .....                              | 76 |
| F.3     | Procés de comunicació EPC .....                        | 77 |
| Annex G | Articles .....   | 80 |
| G.1     | Traçabilitat .....                                     | 80 |
| G.2     | Codis bidimensionals als mòbils .....                  | 82 |
| G.3     | Tecnologia RFID .....                                  | 87 |



## **Annex A AECOC**

### ***A.1 Passos per a la implantació del codi de barres***

Són necessaris 10 passos per aconseguir la correcta implantació dels codis de barres.

#### **1. Obtenir identificador de la companyia.**

El fabricant de productes ha d'afiliar-se a AECOC – GS1 (a Espanya) per a obtenir la consecució d'ús dels dígitos del país i del fabricant.

#### **2. Assignació de números.**

Una vegada es disposa dels dígitos que identifiquen l'empresa s'ha de procedir a completar els codis identificadors de producte. L'empresa haurà de generar una sèrie variable de dígitos en funció del codi d'empresa que li ha estat assignat. És necessari crear un catàleg o llistat amb tots els articles.

Qualsevol variació del producte com: marca, sabor, tamany, promocions, etc., requereixen un codi diferent.

#### **3. Seleccionar sistema d'impressió.**

Per a la impressió del codi de barres en flexografia, serigrafia, rotogravat, litografia i offset, s'utilitzarà una pel·lícula mestre o un símbol generat utilitzant software idonis que assegurin el compliment dels estàndards GS1.

Per a la impressió d'etiquetes amb un codi de barres s'utilitzen impressores: tèrmiques, làser, Ink Jet (bombolles) i Transferència Tèrmica. Igualment, el software que s'utilitzi per generar els símbols, ha de garantir el compliment dels estàndards GS1.

#### **4. Seleccionar l'escenari d'escaneig per el codi de barres.**

Les especificacions del codi de barres: tamany, ubicació, qualitat, etc. dependrà del lloc a on serà escanejat l'article. Són escenaris d'escaneig el Punt de Venda, el Centre de Distribució, etc.

## **5. Seleccionar la simbologia adequada del codi de barres.**

Un cop s'ha seleccionat correctament l'escenari a on s'escanejarà l'article cal escollir adequadament la simbologia a utilitzar.

En funció de l'element que es desitgi identificar, s'haurà d'utilitzar un codi i simbologia diferent: GTIN-13, GTIN-8, GTIN-12, GTIN-14 o ITF-14, o GS1-128.

## **6. Seleccionar les dimensions del codi de barres.**

Magnificació, és la dimensió del codi de barres (alt x ample) incloent les àrees de silenci (espais en blanc als laterals del codi). El tamany estàndard del codi es denomina magnificació 100%. L'ampliació o reducció del tamany del codi de barres, depèn de l'espai disponible i del sistema d'impressió.

Els sistemes d'impressió posseeixen qualitats diferents de reproducció d'imatges. Conseqüentment, la selecció de la magnificació ha de ser determinada d'acord amb les variacions de cada sistema d'impressió. Quant més gran sigui el símbol, major serà la seva tolerància d'impressió.

Truncament és la reducció de l'alçada de les barres del codi i cal evitar-lo perquè, quant menor sigui l'alçada de les barres, menor serà l'eficiència del símbol.

Qualsevol truncament, per petit que sigui, disminueix la capacitat del lector per llegir el codi al primer intent, és a dir, que quant més petites siguin les barres, més difícil serà la lectura del codi provocant més intents de lectura per part del lector.

A vegades és impossible col·locar un codi amb tot el seu tamany degut a l'àrea de l'etiqueta o a la forma del producte, en aquests casos l'alçada de les barres han de ser impreses lo més gran possible.

Quan en un producte existeix espai suficient com per imprimir un codi a tamany complet, no s'ha de truncar.

BWR o reducció d'ample de barres, és un recurs que ha d'utilitzar l'impressor per a compensar el guany d'impressió. BWR, ha de realitzar-se a la fase de disseny del codi especialment quan s'imprimeix en flexografia o serigrafia.

## 7. Generar text del codi de barres.

Es recomana col·locar informació llegible sobre de l'article comercial codificat. Aquesta dependrà del producte a codificar: per a codis GTIN, sense cap excepció s'ha d'imprimir el número de dígits corresponents a la simbologia utilitzada. S'ha d'imprimir 12 dígits per al símbol GTIN-12, 13 dígits per al símbol GTIN-13 i 8 per als símbols UPC-E o GTIN-8.

A la simbologia GTIN-128, els Identificadors d'Aplicació (IA) aniran entre parèntesis. Per contra, aquests no seran codificats a la simbologia ja que són caràcters humanament llegibles per a la interpretació del número posterior a l'IA.

## 8. Seleccionar combinacions llegibles per al codi de barres.

Els escàners llegeixen codis de barres, reconeixent el contrast entre les àrees clares i fosques del símbol. Això significa que encara que el negre i el blanc siguin els colors més contrastats, altres colors poden ser igualment efectius i poden complementar el disseny de l'article comercial.

| <b>Combinacions de color llegibles</b> | <b>Combinacions de colors NO llegibles</b> |
|--|--|
| Negre sobre Blanc                      | Groc sobre Blanc                           |
| Blau sobre Blanc                       | Taronja sobre Blanc                        |
| Verd sobre Blanc                       | Vermell sobre Blanc                        |
| Marró Fosc sobre Blanc                 | Marró Clar sobre Blanc                     |
| Negre sobre Taronja                    | Vermell sobre Verd                         |
| Blau sobre Taronja                     | Blau Fosc sobre Blau Clar                  |
| Verd sobre Taronja                     | Vermell sobre Blau                         |
| Marró sobre Taronja                    | Vermell sobre Marró                        |
| Negre sobre Groc                       | Negre sobre Verd                           |
| Blau sobre Groc                        | Negre sobre Blau Clar                      |
| Verd sobre Groc                        | Negre sobre Blau Fosc                      |
| Marró sobre Groc                       | Negre sobre Marró                          |
| Negre sobre Vermell                    | Or sobre Blanc                             |
| Blau sobre Vermell                     | Negre sobre Or                             |
| Verd sobre Vermell                     | Taronja sobre Or                           |
| Marró sobre Vermell                    | Vermell sobre Or                           |

**Taula A.1.1 Combinacions de color segons AECOC.**



És recomanable realitzar una prova de color, sobretot a l'utilitzar tons marrons, vermells o ataronjats, per verificar el contrast i una correcta lectura del codi. No s'aconsella la utilització de colors metàl·lics per al fons o per a les barres, superposició de colors o trames.

#### **9. Considerar la ubicació i posició del codi de barres.**

Es recomana que el símbol es trobi a la base natural del producte. En articles comercials que no posseeixin aquesta base, per exemple les fundes de plàstic, paquets o embalatges flexibles, el símbol haurà d'anar col·locat al revers o lateral inferior de l'embalatge, evitant les àrees de soldadura, aixafat, distorsions, doblats o talls. Lo més important és que el símbol estigui pròxim a la base de l'embalatge.

El codi podrà estar ubicat verticalment o horitzontalment a l'embalatge. Haurà de posicionar-se per a què les barres segueixin el sentit de la impressió. Aquest procediment redueix les distorsions inherents a reproduccions gràfiques especialment als processos de flexografia i serigrafia.

Als embalatges cilíndrics, es recomana utilitzar el símbol en posició vertical (barres paral·leles a la base), ja que no hi haurà distorsions o restriccions en relació al diàmetre de l'embalatge.

#### **10. Verificar la qualitat del codi de barres.**

Els mercats tant nacional com internacional cada vegada són més exigents amb la qualitat d'impressió dels símbols dels codis de barres, degut a que un dels factors que resten eficiència al funcionament de la cadena de distribució (Supply Chain) és l'incompliment de les especificacions GS1.

No és suficient llegir amb escàner comercial, sinó verificar el compliment dels estàndards de qualitat dels codis de barres a través d'equips de verificació. Actualment els compradors d'Europa i EEUU, exigeixen que els lots de productes comptin amb una certificació de compliment de les normes: ISO/IEC 15416 Bar Code Print Quality.

## **A.2 AECOC-Data**

Des de març de l'any 2000 es troba en funcionament el Servei AECOC-Data, una gegantesca base de dades centralitzada de productes, que ha estat desenvolupada conjuntament per AECOC i Telefónica-Data España. Aquest servei ha estat dissenyat per a què proveïdors i distribuïdors puguin intercanviar informació sobre els productes de forma automàtica, evitant consumir recursos que són necessaris a altres activitats i assegurant l'alineament dels fitxers mestres (AECOC, *AECOC-Data, en marcha*. 10 d'abril del 2000. <http://www.aecoc.es/web/hemeroteca.nsf>. (Consulta:20/03/2007)).

Les diferències existents entre els fabricants del producte d'un proveïdor i la informació de què disposen provoquen enormes problemes d'eficiència, que consumeixen importants recursos.

Al març del 2000 un 10% del total de les comandes que s'emeten tenien errors i un 30% d'aquests errors eren deguts al desalineament del catàleg de productes, segons un estudi realitzat per Andersen Consulting per encàrrec d'AECOC.

Aquests errors repercuteixen en tot el cicle de negoci, especialment en l'elaboració de la factura, generant encara més ineficiències a la cadena de subministra i repetint tasques que no aporten valor per al consumidor.

L'alineament de la informació sobre productes és un procés molt costós, ja que s'ha de realitzar de forma manual, comunicant a cada un dels interlocutors qualsevol canvi que s'hi realitzi.

L'objectiu del servei AECOC-Data és que l'alineament de fitxers mestres entre els interlocutors es realitzi de forma automàtica, correcta i coordinada. És realment important evitar que les diferències d'informació provocades per el desalineament dels fitxers mestres repercuteixin al llarg del cicle del negoci, generant costos logístics i administratius per a tots els interlocutors.

### **A.2.1 Funcionament del sistema**

El funcionament del sistema és molt simple: el proveïdor envia la informació actualitzada dels seus productes a una Base de Dades Centralitzada. Els distribuïdors, per la seva part, poden fer consultes dels articles publicats a AECOC-Data i subscriure's en aquells productes que siguin del seu interès, rebent puntualment qualsevol modificació realitzada als mateixos. Al servei AECOC-Data l'intercanvi

d'informació es basa en dos operacions: la publicació de productes i la subscripció a productes.

Publicar un producte consisteix en introduir la informació dels productes (codis EAN, descripció, dimensions i pesos, unitat base, agrupacions i preus) a la base de dades centralitzada AECOC-Data.

## A.2.2 Publicació de producte

Informació sobre el producte que es pot introduir a AECOC-DATA:

- **Dades del producte:**
  1. Classificació AECOC (Codi de classificació del producte d'acord amb la Classificació Estandarditzada d'AECOC).
  2. Codi EAN del producte.
  3. Marca.
  4. Tipus de producte.
    - a. Unitat de Consum.
    - b. Agrupacions o següent/s unitat jeràrquica.
  5. Nom del producte.
  6. Descripció del Producte.
  7. Unitat de Comanda: indica si aquesta unitat es considera com unitat de comanda o no.
  8. Variable promocional: només en el cas que el producte sigui una variable promocional.
  9. Data d'execució: data a partir de la qual el producte quedarà visible per a totes les organitzacions usuàries d'AECOC-Data.
  10. Data de generació o de disponibilitat del producte: data a partir de la qual el producte pot ser demanat per una organització.
  11. Data de no disponibilitat: data a partir de la qual el producte no es trobarà disponible al mercat.
  12. Preu de tarifa del producte.

### 13. Tipus d'accés.

- a. Públic, tots els subscriptors podran accedir-hi.
- b. Llista d'accés, selecció de subscriptors que desitgen rebre la informació del producte.

- **Dades de Logística:**

1. Tipus d'embalatge.
2. Talla, color, alt, ample, profunditat, pes líquid, pes brut, ...

La informació es pot introduir manualment o automàticament. Per a realitzar l'entrada de dades manual l'usuari disposa de formularis a la pàgina web d'AECOC-Data tant per a la introducció d'informació nova com per a la modificació de dades d'articles ja publicats per l'empresa. L'entrada automàtica de la informació es realitzarà mitjançant el missatge PRICAT de EDI<sup>1</sup>-EANCOM, utilitzat per realitzar l'intercanvi d'informació, aconseguint que la informació circuli amb més velocitat.

Els productes que s'hi publiquen queden visibles i poden ser consultats únicament per aquells distribuïdors que estiguin autoritzats per el publicador. La funcionalitat d'estadístiques disponibles a AECOC-Data permet que els publicadors coneguin en tot moment quin és l'estat actual dels productes enviats a AECOC-Data. A més, permet conèixer quins distribuïdors s'han subscrit als seus productes.

Subscriure's a productes permet rebre tota la informació referent a productes públics, és a dir, a disposició de tots els usuaris, i també a aquells productes per als quals el publicador hagi donat autorització al subscriptor.

Al realitzar la subscripció, AECOC-Data generarà un missatge PRICAT informant de les característiques definides del producte. A més, el subscriptor rebrà a la seva estació d'usuari EDI les modificacions que es realitzin sobre qualsevol producte al que estigui subscrit. Això permet conèixer els últims canvis dels productes automàticament, i així tenir perfectament actualitzada la informació als seus fitxers mestres.

---

<sup>1</sup> EDI: Electronic Data Interchange

També existeix la possibilitat de realitzar intencions de subscripció, que significa que l'empresa es troba interessada en rebre la informació d'un producte, empresa o categoria que encara no es troba publicat a AECOC-Data. Així, en quant es publiqui la informació, el subscriptor podrà rebre-la sense haver de subscriure's, sempre i quan compti amb l'autorització del publicador.

### **A.2.3 Modalitats d'accés**

Els servei disposa de dues modalitats d'accés:

#### **1. Accés EDI-EANCOM.**

Els usuaris EDI poden enviar i rebre informació en missatges PRICAT a la seva estació d'usuari, fet que els permet automatitzar el procés de notificació de canvis, recepció d'informació i manteniment del mestre d'articles.

#### **2. Accés web.**

L'accés web permet donar d'alta productes a la base de dades, fer modificacions als articles ja publicats i definir els accessos als publicadors. Els distribuïdors podran realitzar consultes dels productes publicats a la base de dades i subscriure's en aquells que siguin del seu interès. En el cas de desitjar subscriure's i rebre la informació referent a un producte és necessari disposar d'una estació d'usuari. L'accés web també permet la publicació de productes, però implica una entrada manual dels mateixos als formularis habilitats a AECOC-Data.

### **A.2.4 Exemple**

L'exemple<sup>2</sup> següent es basa en les dades referents a la jerarquia de la càmera de vídeo, així com les seves característiques logístiques que es defineixen a la figura següent:

---

<sup>2</sup> Exemple extret de AECOC, *AECOC-Data, en marcha*. 10 d'abril del 2000. <http://www.aecoc.es/web/hemeroteca.nsf/WPT/1691B33BFA4970B0C12568BD003B5B1B?Op enDocument&Highlight=0,AECOC-Data> . (Consulta:20/03/2007).

|  |  |  |
|--|--|--|
|                   |                   |           |
| <b>8456789000014</b>   | <b>18456789000011</b>  | <b>28456789000018</b>  |
| <b>Marca: AECOC</b><br><b>Modelo: CAM-177</b>  | <b>Cantidad: 4</b><br><b>Contiene 4 CAM-177</b>  | <b>Cantidad: 64</b><br><b>Contiene 256 CAM-177</b>   |
| <b>Peso bruto: 2 kg</b><br><b>Altura: 100 mm</b><br><b>Anchura: 100 mm</b><br><b>Fondo: 150 mm</b> | <b>Peso bruto: 8 kg</b><br><b>Altura: 200 mm</b><br><b>Anchura: 200 mm</b><br><b>Fondo: 300 mm</b> | <b>Peso bruto: 512 kg</b><br><b>Altura: 800</b><br><b>Anchura: 800</b><br><b>Fondo: 1200</b> |

Fig. A.2.1 Dades referents a la jerarquia del producte.

A la següent figura es mostra com es mostrarien aquestes dades a AECOC-Data.



|   |                       |   |
|---|-----------------------|---|
|  | <b>8456789000014</b>  | Videocámara de uso doméstico modelo CAM-177 |
|  | <b>18456789000011</b> | 4 Caja de 4 videocámaras modelo CAM-177     |
|  | <b>28456789000018</b> | 64 Palet de 64 cajas modelo CAM-17          |

Fig. A.2.2 Dades referents a la jerarquia del producte a AECOC-Data.

A la part superior de la imatge s'hi veu tota la informació d'aquest article. Entrant a cadascun dels icones s'hi podran observar les característiques següents:

- Etiquetas: contempla la possibilitat de descripció de l'article en diferents idiomes, així com la descripció de l'article al tiquet de caixa (price look-up).
- C. Comerciales: permet indicar quantitats mínimes de comanda i el preu de tarifa de l'article.
- Accés: permet definir un article com públic o privat. En cas de ser públic, l'article podrà ser consultat per totes les empreses que estiguin donades d'alta a AECOC-Data. En cas d'escollir accés restringit per a un determinat grup d'empreses s'haurà d'indicar que l'article és privat i definir les empreses que podran visualitzar-lo.

- Subscriptors: aquesta icona permet conèixer els distribuïdors que s'han subscrit al producte que es veu en pantalla. Aquesta funcionalitat només es troba disponible per al publicador de l'article.

A la part inferior s'observa el diagrama d'arbre que indica l'estructura jeràrquica de l'article: unitat base, primer nivell d'agrupació o caixa i palet amb els codis EAN corresponents. També apareix detallada la descripció de cada un d'aquests codis junt amb la quantitat d'unitats de l'element jeràrquic inferior contingut en cada element de l'estructura jeràrquica, tal i com s'observa a la Figura A.2.2.

### **A.3 Introducció a l'EDI**

Les sigles EDI corresponen a l'anglès Electronic Data Interchange (Intercanvi Electrònic de Dades). EDI és l'enviament i recepció de documents per mitjans telemàtics amb la finalitat de possibilitar el seu tractament automàtic. Aquest sistema pretén que l'emissor i el receptor d'un determinat document comercial puguin ser directament els respectius ordinadors centrals, guanyant així temps i evitant errors (AECOC, *EDI por dónde empezar*. 2006 (Consulta: 04/03/2007)).

Els tres components d'un sistema EDI són:

- Els missatges estàndard.
- Els programes EDI o Softwares d'Estació d'Usuari (SEUs)
- Comunicacions necessàries per l'intercanvi de missatges comercials.

#### **A.3.1 Llenguatge comú**

Les aplicacions informàtiques necessiten un llenguatge comú per entendre's. A finals dels 80, es desenvolupa un estàndard internacional, UN/EDIFACT (United Nations Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport).

Actualment hi ha més de 250 missatges UN/EDIFACT desenvolupats o en procés de desenvolupament, que cobreixen una àmplia gamma de transaccions comercials, de serveis i administratives.

El mateix any que apareix EDIFACT, l'Assemblea General d'EAN determina que la norma estàndard internacional EDI hauria de desenvolupar-se a partir de l'estàndard EDIFACT. Així va néixer el projecte de comunicacions EDI, avui conegut sota les sigles de EANCOM.

L'objectiu d'EANCOM va ser doble, EAN Internacional va recomanar:

1. EANCOM s'adoptés com l'estàndard per a les comunicacions internacionals EDI.
2. Les organitzacions EAN que no havien definit encara les normes nacional de comunicacions EDI o que revisessin les seves normes nacionals existents, podien adoptar EANCOM.

Per donar suport a la implantació d'aquests estàndards AECOC va crear el que es coneix com a Guia d'Implantació, l'objectiu de la qual és la de facilitar la integració dels missatges EDI amb els sistemes d'informació de les companyies.

### **A.3.2 Estacions d'usuari EDI**

Són els programes que suporten EDI. La funció bàsica de les estacions d'usuari consisteix en traduir les dades que entren de d'un missatge estàndard (EANCOM) a un format intern d'arxiu d'una companyia. També realitza el procés invers per a missatges que surten de la companyia.

Tot i això, a més de la funció de traductor, els paquets EDI contenen també altres funcions addicionals. Aquestes solen incloure:

- Conversió de múltiples missatges estàndard i versions de missatge.
- Manteniment de perfils d'interlocutors.
- Interfícies d'aplicació ("data mapping").
- Mòduls de comunicació per a intercanviar informació directament o per mitjà d'un o més Xarxes de Valor Afegit.
- Informació d'administració de missatges sortints i entrants incloent referències per a auditories, etc.



### **A.3.3 Xarxes i comunicacions**

Una vegada les dades d'una aplicació s'han convertit des d'un arxiu amb format intern al format de missatge estàndard per mitjà del software d'estació EDI, les dades han de ser comunicades o físicament transferides al receptor del missatge. Encara que és possible transferir les dades per mitjans magnètics o òptics, les telecomunicacions són una part essencial del concepte EDI.

Fent una analogia entre les comunicacions i el llenguatge humà, quan totes les persones parlen a la vegada, encara que parlin el mateix idioma, no s'estableix comunicació perquè no hi ha comprensió. Les comunicacions de dades també requereixen algunes normes de disciplina per aconseguir transferir ordenadament la informació, això s'aconsegueix amb els protocols de comunicació.

A més , hi ha diverses opcions de xarxes de telecomunicacions presents al mercat. Algunes d'aquestes opcions són la comunicació privada punt a punt utilitzant línies llogades, l'ús de la xarxa de telefonia pública o la xarxa pública de paquets (IBERPAC a Espanya), Internet, o principalment, Xarxes de Serveis de Valor Afegit per companyies especialitzades (Seres, Portel i Fonocom).

### **A.3.4 EDI per Internet**

Als últims anys s'ha parlat molt sobre les possibilitats d'Internet com a sistema de comunicació. Aquesta xarxa de comunicació lluny de ser una amenaça per a EDI suposa una oportunitat a l'ampliar les possibilitats i ha obert un nou canal de comunicació per a què els usuaris del EDI-EANCOM puguin utilitzar-lo.

Al ser Internet un canal obert i per tant insegur es recomana la utilització de la firma electrònica digital als documents per a garantir de forma segura el cicle complet d'una transmissió EDI: integritat de dades i la identificació de l'emissor, d'aquesta forma s'aconsegueix que l'emissor no pugui negar l'enviament de les dades, i el destinatari la recepció d'aquestes. Aquest mecanisme s'ha posat en marxa per a transmissions via Internet, per considerar la xarxa un mitjà insegur. No obstant, un cop les estacions EDI han incorporat les funcionalitats específiques de seguretat, els missatges "blindats" poden circular per qualsevol xarxa de transmissió, Internet o Xarxa de Valor Afegit.

En funció de la qualitat de la connexió a Internet que es disposi i de la disponibilitat de la xarxa mateixa, les estacions EDI hauran de poder seleccionar quins missatges i per

a quins interlocutors s'escollirà Internet com a mitjà de transmissió i per a quins altres s'utilitzarà una Xarxa de Valor Afegit.

La criticitat en temps ha provocat que apareguin servidors de correu electrònic especialitzats en l'intercanvi d'informació utilitzant correu electrònic, aquest concepte de servidor de correu d'accés restringit permet crear comunitats d'usuaris que disposen d'una qualitat de servei acordada dins d'aquest entorn, al moment que el missatge intercanviat surt d'aquest entorn, tots els paràmetres de qualitat deixen de tenir validesa. AECOC ha creat un servei de certificació com a segell de qualitat de les xarxes d'Internet que estiguin especialitzades en l'intercanvi de documents EDI.

### A.3.5 Què cal fer per implantar l'EDI?

Els principals passos a seguir serien els següents:

- **Associar-se a AECOC.** El motiu per fer-ho no és un altre que el de disposar d'un codi d'empresa (punt operacional) que s'utilitzarà per confeccionar la direcció electrònica de l'empresa. Evidentment, les empreses ja associades a AECOC podran utilitzar el seu corresponent codi EAN.
- **Escollir el tipus de solució a utilitzar:** automàtica o manual. Les solucions manuals són adequades per empreses que tenen un volum d'intercanvi d'informació inferior als 30 documents mensuals.
- **Escollir el canal de comunicació:** via per la qual viatjaran els documents. Pot ser per mitjançant la utilització de Xarxes de Valor Afegit o bé per mitjà d'Internet Públic o Privat.

### A.3.6 Cost

Breument els conceptes d'inversió en la implantació EDI són (dades de febrer del 2006):

- **Associació a AECOC:** Quota d'entrada de 601.01€ més una quota anual que depèn del volum de facturació de l'empresa (mínim 153 €/any). AECOC està formada per més de 21.000 empreses associades.
- **Solució EDI Manual:** Contracte amb la solució EDI Manual escollida, el preu oscil·la entre 12 i 90€ mensuals.

- **Solució EDI Automàtica.**

- **Hardware:** Disposar d'un ordinador i un element de connexió (modem, router,...) que poden adquirir-se a qualsevol comerç especialitzat o bé utilitzar-se algun disponible a l'empresa. Preu de mercat.
- **Software de connexió EDI:** el software té una gran varietat de preus i pot trobar-se solucions homologades des dels 600€. El preu final depèn del proveïdor i la plataforma utilitzada, així com de les funcionalitats instal·lades.
- **Alta a la Xarxa de Valor Afegit o Internet.**
- **Enllaç amb la informàtica interna:** Molt variable, depèn de multitud de factors com el grau d'integració, hardware i software disponibles, etc. Es pot consultar a una empresa especialitzada. Enllaçar dos missatges pot costar al voltant de 1.200€.

### A.3.7 Què és XML?

És un llenguatge que va néixer l'any 1998 i que es pot utilitzar per a intercanviar documents en format electrònic. Aquest llenguatge es basa en etiquetes que permeten la realització de transaccions comercials entre interlocutors. El conjunt d'etiquetes definirà tots els continguts necessaris per a poder incloure en els documents totes les dades necessàries per poder fer transaccions documentals entre dues parts.

Una de les característiques que presenta XML és la seva flexibilitat en la definició de les etiquetes que identifiquen els continguts documentals. Precisament aquesta característica és la seva principal desavantatge, ja que serà necessari adaptar els documents que s'intercanvien en format XML a tots els interlocutors, multiplicant enormement les tasques d'integració i manipulació de la informació rebuda.

Per evitar aquest problema, AECOC ja ha definit el conjunt d'etiquetes que s'utilitzaran a l'Intercanvi Electrònic de Documents entre empreses utilitzant tecnologia XML, per intercanviar informació de manera estàndard entre interlocutors.

### A.3.8 Arbres de decisions

Tot seguit es presenten uns arbres resum relacionats amb la presa de decisions sobre la tecnologia EDI a implantar en una empresa. Aquests quadres es presenten a mode de resum de la guia d'AECOC per escollir el software EDI<sup>3</sup>, per aprofundir més en les possibilitats de EDI s'aconsella llegir la citada guia.

- **Tipologia de software EDI: Automàtica o No Automàtica.**

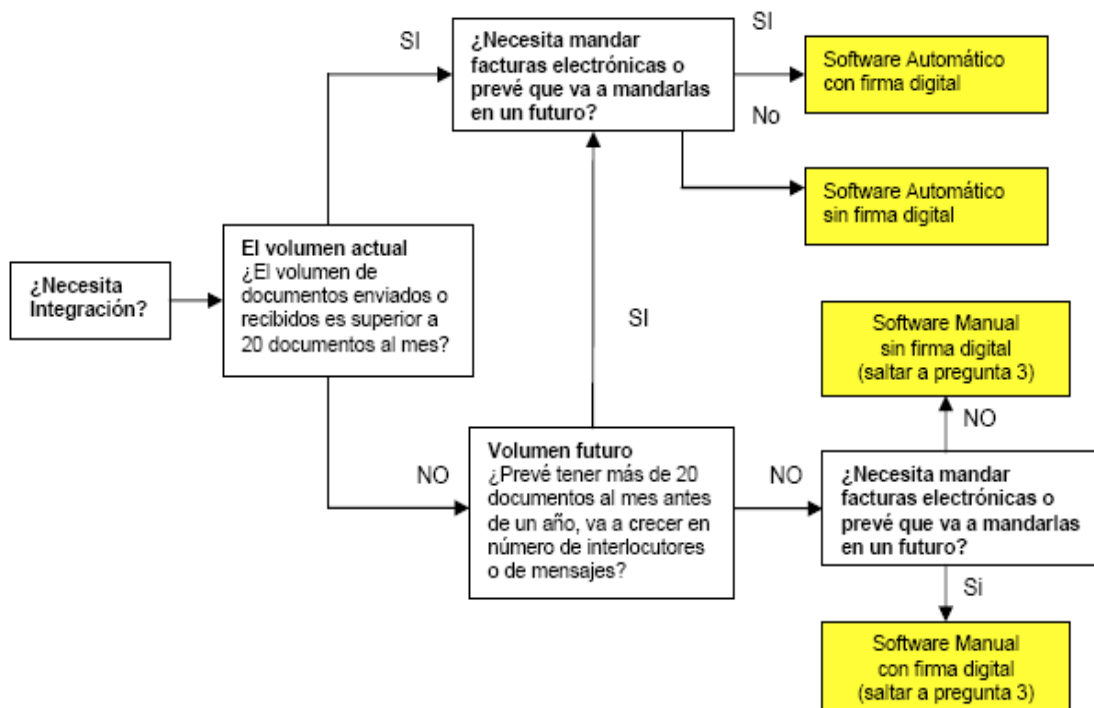


Fig. A.3.1 Tipologia de Software EDI, segons la Guia per escollir el Software EDI d'AECOC.

<sup>3</sup> AECOC, *Guía para escoger el Software EDI*. Febrer del 2006. [http://www.aecoc.es/web/comercio.nsf/c26e324ee59af673c12568c500468a18/24d469c93870976ec12569520027bb95/\\$FILE/Guia%20para%20escoger%20un%20Software%20EDI.pdf](http://www.aecoc.es/web/comercio.nsf/c26e324ee59af673c12568c500468a18/24d469c93870976ec12569520027bb95/$FILE/Guia%20para%20escoger%20un%20Software%20EDI.pdf) (Consulta: 04/03/2007)

- Canal de comunicacions que cal utilitzar.

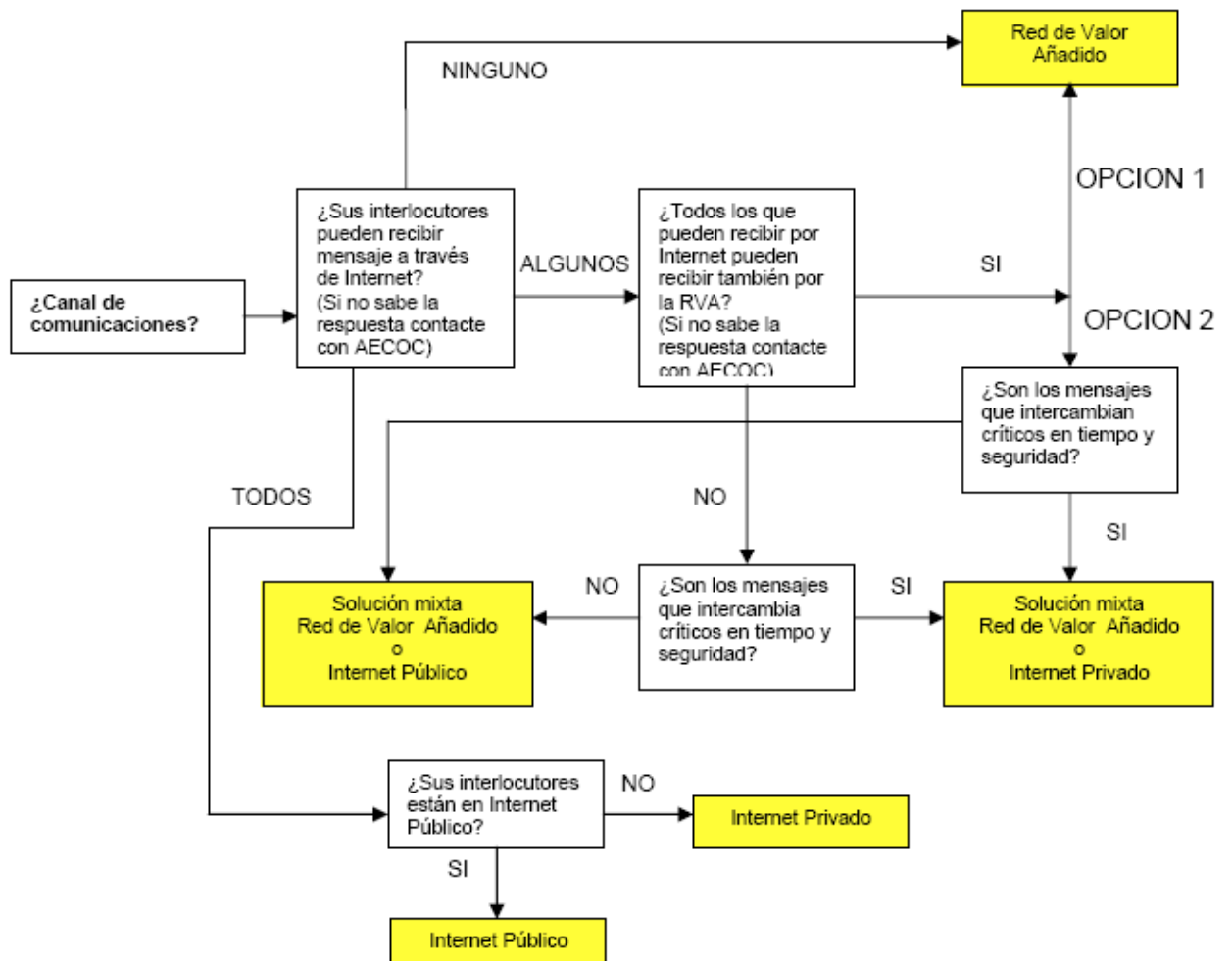
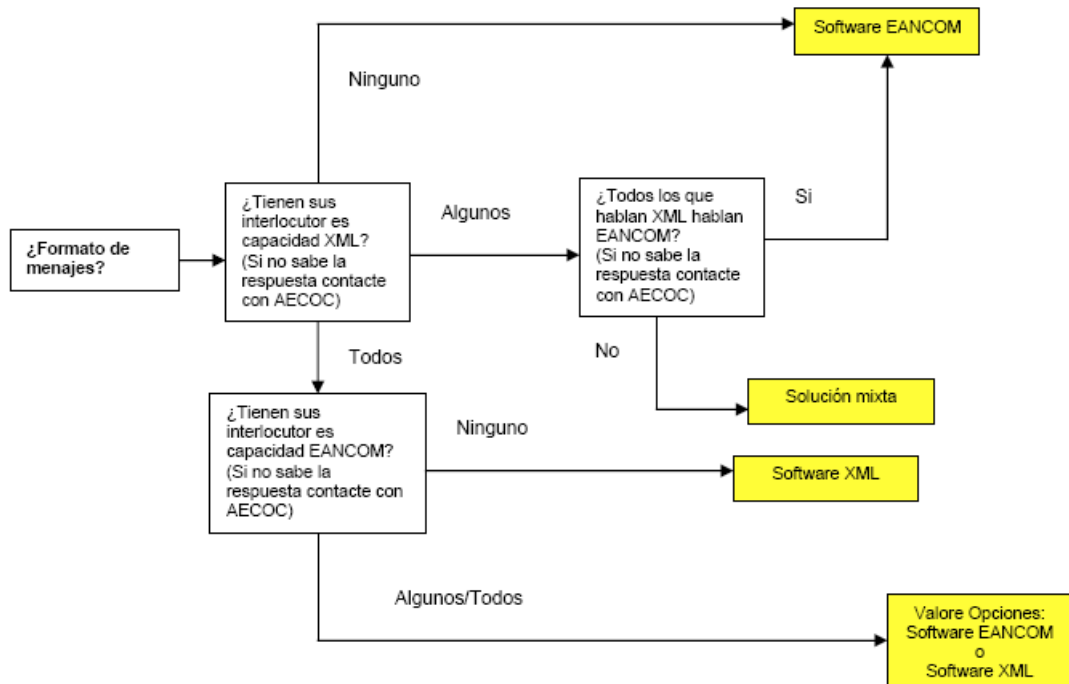


Fig. A.3.2 Canal de comunicacions a utilitzar, segons la Guia per escollir el Software EDI d'AECOC.

- **Format d'intercanvi: EANCOM o XML.**



**Fig. A.3.3 Format d'intercanvi a utilitzar, segons la Guia per escollir el Software EDI d'AECOC.**

## Annex B Símbols lineals

### B.1 Càlcul del dígit de control

El dígit de control és una part important de la codificació GS1 (EAN/UPC), ja que permet l'eliminació total dels errors de lectura del codi. És el mecanisme que evita l'error en el tractament automàtic del Codi GS1. El dígit de control dóna seguretat a la lectura del codi.

El procés de càlcul és el mateix per a codificacions EAN i UPC:

1. Numerar el codi de dreta a esquerra. Es multipliquen per 1 els dígits que ocupen posició parella i per 3 els dígits que ocupen posició imparella.
2. Se sumen els valors dels productes obtinguts.
3. Es busca la desena superior al resultat de la suma anterior i es resten aquests dos valors. El resultat obtingut és el dígit de control.

Exemple:

|                                 |    |    |   |   |    |   |    |   |    |   |   |  |                                     |
|---------------------------------|----|----|---|---|----|---|----|---|----|---|---|--|-------------------------------------|
| 12                              | 11 | 10 | 9 | 8 | 7  | 6 | 5  | 4 | 3  | 2 | 1 |  | Numeració                           |
| 8                               | 4  | 1  | 2 | 3 | 4  | 5 | 6  | 7 | 8  | 9 | 1 |  | Codi GTIN-13 sense dígit de control |
| 1                               | 3  | 1  | 3 | 1 | 3  | 1 | 3  | 1 | 3  | 1 | 3 |  | Primer Pas                          |
| 8                               | 12 | 1  | 6 | 3 | 12 | 5 | 18 | 7 | 24 | 9 | 3 |  | Resultats                           |
| 8+12+1+6+3+12+5+18+7+24+9+3=108 |    |    |   |   |    |   |    |   |    |   |   |  | Segon Pas                           |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| Valor de la desena superior     | 110 |
| Valor del resultat obtingut     | 108 |
| Resultat de la resta del valors | 2   |

**Taula B.1.1 Exemple de càlcul del dígit de control per l'EAN 13.**

El dígit de control per al codi GTIN-13 de l'exemple és el 2. Per tant, el codi complet és: 84 1234567891 2.

El càlcul del dígit de control a l'EAN 14 i per al SSCC (IA 00) del EAN 128 és exactament igual que per a l'EAN 13, amb la diferència del número de dígits utilitzats (concretament 13 per a l'EAN 14 i 17 per al SSCC).

## B.2 Codis de país GS1

|  |   |
|--|---|
| 000 - 019 GS1 US                               | 627 GS1 Kuwait                          |
| 020 - 029 Restricted distribution (MO defined) | 628 GS1 Saudi Arabia                    |
| 030 - 039 GS1 US                               | 629 GS1 Emirates                        |
| 040 - 049 Restricted distribution (MO defined) | 640 - 649 GS1 Finland                   |
| 050 - 059 Coupons                              | 690 - 695 GS1 China                     |
| 060 - 139 GS1 US                               | 700 - 709 GS1 Norway                    |
| 200 - 299 Restricted distribution (MO defined) | 729 GS1 Israel                          |
| 300 - 379 GS1 France                           | 730 - 739 GS1 Sweden                    |
| 380 GS1 Bulgaria                               | 740 GS1 Guatemala                       |
| 383 GS1 Slovenija                              | 741 GS1 El Salvador                     |
| 385 GS1 Croatia                                | 742 GS1 Honduras                        |
| 000 - 019 GS1 US                               | 743 GS1 Nicaragua                       |
| 020 - 029 Restricted distribution (MO defined) | 744 GS1 Costa Rica                      |
| 030 - 039 GS1 US                               | 745 GS1 Panama                          |
| 040 - 049 Restricted distribution (MO defined) | 746 GS1 Republica Dominicana            |
| 050 - 059 Coupons                              | 750 GS1 Mexico                          |
| 060 - 139 GS1 US                               | 754 - 755 GS1 Canada                    |
| 200 - 299 Restricted distribution (MO defined) | 759 GS1 Venezuela                       |
| 300 - 379 GS1 France                           | 760 - 769 GS1 Schweiz, Suisse, Svizzera |
| 380 GS1 Bulgaria                               | 770 GS1 Colombia                        |
| 383 GS1 Slovenija                              | 773 GS1 Uruguay                         |
| 387 GS1 BIH (Bosnia-Herzegovina)               | 775 GS1 Peru                            |
| 400 - 440 GS1 Germany                          | 777 GS1 Bolivia                         |
| 450 - 459 & 490 - 499 GS1 Japan                | 779 GS1 Argentina                       |
| 460 - 469 GS1 Russia                           | 780 GS1 Chile                           |
| 470 GS1 Kyrgyzstan                             | 784 GS1 Paraguay                        |
| 471 GS1 Taiwan                                 | 786 GS1 Ecuador                         |
| 474 GS1 Estonia                                | 789 - 790 GS1 Brasil                    |
| 475 GS1 Latvia                                 | 800 - 839 GS1 Italy                     |
| 476 GS1 Azerbaijan                             | 840 - 849 GS1 Spain                     |
| 477 GS1 Lithuania                              | 850 GS1 Cuba                            |
| 478 GS1 Uzbekistan                             | 858 GS1 Slovakia                        |
| 479 GS1 Sri Lanka                              | 859 GS1 Czech                           |
| 480 GS1 Philippines                            | 860 GS1 YU (Serbia & Montenegro)        |
| 481 GS1 Belarus                                | 865 GS1 Mongolia                        |
| 482 GS1 Ukraine                                | 867 GS1 North Korea                     |
| 484 GS1 Moldova                                | 869 GS1 Turkey                          |
| 485 GS1 Armenia                                | 870 - 879 GS1 Netherlands               |
| 486 GS1 Georgia                                | 880 GS1 South Korea                     |
| 487 GS1 Kazakstan                              | 884 GS1 Cambodia                        |
| 489 GS1 Hong Kong                              | 885 GS1 Thailand                        |
| 500 - 509 GS1 UK                               | 888 GS1 Singapore                       |



|                                    |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| 520 GS1 Greece                     | 890 GS1 India                     |
| 528 GS1 Lebanon                    | 893 GS1 Vietnam                   |
| 529 GS1 Cyprus                     | 899 GS1 Indonesia                 |
| 530 GS1 Albania                    | 900 - 919 GS1 Austria             |
| 531 GS1 MAC (FYR Macedonia)        | 930 - 939 GS1 Australia           |
| 535 GS1 Malta                      | 940 - 949 GS1 New Zealand         |
| 539 GS1 Ireland                    | 950 GS1 Global Office             |
| 540 - 549 GS1 Belgium & Luxembourg | 955 GS1 Malaysia                  |
| 560 GS1 Portugal                   | 958 GS1 Macau                     |
| 569 GS1 Iceland                    | 977 Serial publications (ISSN)    |
| 570 - 579 GS1 Denmark              | 978 - 979 Bookland (ISBN)         |
| 590 GS1 Poland                     | 980 Refund receipts               |
| 594 GS1 Romania                    | 981 - 982 Common Currency Coupons |
| 599 GS1 Hungary                    | 990 - 999 Coupons                 |
| 600 - 601 GS1 South Africa         | 890 GS1 India                     |
| 603 GS1 Ghana                      | 893 GS1 Vietnam                   |
| 608 GS1 Bahrain                    | 899 GS1 Indonesia                 |
| 609 GS1 Mauritius                  | 900 - 919 GS1 Austria             |
| 611 GS1 Morocco                    | 930 - 939 GS1 Australia           |
| 613 GS1 Algeria                    | 940 - 949 GS1 New Zealand         |
| 616 GS1 Kenya                      | 950 GS1 Global Office             |
| 618 GS1 Ivory Coast                | 955 GS1 Malaysia                  |
| 619 GS1 Tunisia                    | 958 GS1 Macau                     |
| 621 GS1 Syria                      | 977 Serial publications (ISSN)    |
| 622 GS1 Egypt                      | 978 - 979 Bookland (ISBN)         |
| 624 GS1 Libya                      | 980 Refund receipts               |
| 625 GS1 Jordan                     | 981 - 982 Common Currency Coupons |
| 626 GS1 Iran                       | 990 - 999 Coupons                 |

Taula B.2.1 Codis de país GS1

### ***B.3 Jocs de caràcters per l'EAN 128***

La simbologia EAN 128 disposa de 3 jocs de caràcters que permeten representar cadascun dels caràcters del símbol. Aquests jocs de caràcters són:

- **Joc A:** inclou tots els caràcters estàndards alfanumèrics en majúscules, els caràcters de comando, i els caràcters especials.
- **Joc B:** inclou tots els caràcters estàndards alfanumèrics en minúscules i majúscula més els caràcters especials.
- **Joc C:** inclou el joc dels 100 primers parells de dígit (des del 00 fins al 99) més els caràcters especials. Aquest joc permet representar parells de dígit

com un únic caràcter, optimitzant així l'espai ocupat per el símbol a l'etiqueta (es redueix pràcticament a la meitat la longitud del símbol respecta a la utilització d'altres jocs). És condició indispensable que el caràcter representat per aquest joc, sigui numèric i format per un número parell de dígit.

Aquesta simbologia també permet alternar els diferents jocs de caràcter, amb la finalitat d'aconseguir la màxima optimització de l'espai.

La representació de cada caràcter en barres apareix a la següent taula. Per exemple, la construcció del caràcter FNC1 és 411131, que significa que aquest caràcter es compon per:

1. una barra de 4 mòduls<sup>4</sup> +
2. un espai de 1 mòdul +
3. una barra de 1 mòdul +
4. un espai de 1 mòdul +
5. una barra de 3 mòduls +
6. un espai de 1 mòdul



Fig. B.3.1 Caràcter FNC1.

| VALOR | BEBEBE         |        |
|-------|----------------|--------|
| 103   | INICI (CODI A) | 211412 |
| 104   | INICI (CODI B) | 211214 |
| 105   | INICI (CODI C) | 211232 |

Taula B.3.1 Inicis del codi EAN 128

| VALOR  | BEBEBE |
|--------|--------|
| PARADA | 233112 |

Taula B.3.2 Parada del codi EAN 128

<sup>4</sup> Un mòdul és l'amplada de la barra més estreta

A on:

B=Barra  
E=ESPAI

A la pàgina següent es pot veure el joc de caràcters complet del codi EAN 128.

| VALOR | CODI<br>A | CODI<br>B | CODI<br>C | MOD. BARRA I<br>ESPAIS (BEBEBE) | VALOR | CODI<br>A | CODI<br>B | CODI<br>C | MOD. BARRA I<br>ESPAIS (BEBEBE) |
|-------|-----------|-----------|-----------|---------------------------------|-------|-----------|-----------|-----------|---------------------------------|
| 0     | SP        | SP        | 00        | 2 1 2 2 2 2                     | 52    | T         | T         | 52        | 2 1 3 3 1 1                     |
| 1     | !         | !         | 01        | 2 2 2 1 2 2                     | 53    | U         | U         | 53        | 2 1 3 1 3 1                     |
| 2     | "         | "         | 02        | 2 2 2 2 2 1                     | 54    | V         | V         | 54        | 3 1 1 1 2 3                     |
| 3     | #         | #         | 03        | 1 2 1 2 2 3                     | 55    | W         | W         | 55        | 3 1 1 3 2 1                     |
| 4     | \$        | \$        | 04        | 1 2 1 3 2 2                     | 56    | X         | X         | 56        | 3 3 1 1 2 1                     |
| 5     | %         | %         | 05        | 1 3 1 2 2 2                     | 57    | Y         | Y         | 57        | 3 1 2 1 1 3                     |
| 6     | &         | &         | 06        | 1 2 2 2 1 3                     | 58    | Z         | Z         | 58        | 3 1 2 3 1 1                     |
| 7     | '         | '         | 07        | 1 2 2 3 1 2                     | 59    | [         | [         | 59        | 3 3 2 1 1 1                     |
| 8     | (         | (         | 08        | 1 3 2 2 1 2                     | 60    | \         | \         | 60        | 3 1 4 1 1 1                     |
| 9     | )         | )         | 09        | 2 2 1 2 1 3                     | 61    | ]         | ]         | 61        | 2 2 1 4 1 1                     |
| 10    | *         | *         | 10        | 2 2 1 3 1 2                     | 62    | ^         | ^         | 62        | 4 3 1 1 1 1                     |
| 11    | +         | +         | 11        | 2 3 1 2 1 2                     | 63    | _         | _         | 63        | 1 1 1 2 2 4                     |
| 12    | ,         | ,         | 12        | 1 1 2 2 3 2                     | 64    | NUL       | '         | 64        | 1 1 1 4 2 2                     |
| 13    | -         | -         | 13        | 1 2 2 1 3 2                     | 65    | SOH       | a         | 65        | 1 2 1 1 2 4                     |
| 14    | .         | .         | 14        | 1 2 2 2 3 1                     | 66    | STX       | b         | 66        | 1 2 1 4 2 1                     |
| 15    | /         | /         | 15        | 1 1 3 2 2 2                     | 67    | ETX       | c         | 67        | 1 4 1 1 2 2                     |
| 16    | 0         | 0         | 16        | 1 2 3 1 2 2                     | 68    | EOT       | d         | 68        | 1 4 1 2 2 1                     |
| 17    | 1         | 1         | 17        | 1 2 3 2 2 1                     | 69    | ENQ       | e         | 69        | 1 1 2 2 1 4                     |
| 18    | 2         | 2         | 18        | 2 2 3 2 1 1                     | 70    | ACK       | f         | 70        | 1 1 2 4 1 2                     |
| 19    | 3         | 3         | 19        | 2 2 1 1 3 2                     | 71    | BEL       | g         | 71        | 1 2 2 1 1 4                     |
| 20    | 4         | 4         | 20        | 2 2 1 2 3 1                     | 72    | BS        | h         | 72        | 1 2 2 4 1 1                     |
| 21    | 5         | 5         | 21        | 2 1 3 2 1 2                     | 73    | HT        | i         | 73        | 1 4 2 1 1 2                     |
| 22    | 6         | 6         | 22        | 2 2 3 1 1 2                     | 74    | LF        | j         | 74        | 1 4 2 2 1 1                     |
| 23    | 7         | 7         | 23        | 3 1 2 1 3 1                     | 75    | VT        | k         | 75        | 2 4 1 2 1 1                     |
| 24    | 8         | 8         | 24        | 3 1 1 2 2 2                     | 76    | FF        | l         | 76        | 2 2 1 1 1 4                     |
| 25    | 9         | 9         | 25        | 3 2 1 1 2 2                     | 77    | CR        | m         | 77        | 4 1 3 1 1 1                     |
| 26    | :         | :         | 26        | 3 2 1 2 2 1                     | 78    | SO        | n         | 78        | 2 4 1 1 1 2                     |
| 27    | ;         | ;         | 27        | 3 1 2 2 1 2                     | 79    | SI        | o         | 79        | 1 3 4 1 1 1                     |
| 28    | <         | <         | 28        | 3 2 2 1 1 2                     | 80    | DLE       | p         | 80        | 1 1 1 2 4 2                     |
| 29    | =         | =         | 29        | 3 2 2 2 1 1                     | 81    | DC1       | q         | 81        | 1 2 1 1 4 2                     |
| 30    | >         | >         | 30        | 2 1 2 1 2 3                     | 82    | DC2       | r         | 82        | 1 2 1 2 4 1                     |
| 31    | ?         | ?         | 31        | 2 1 2 3 2 1                     | 83    | DC3       | s         | 83        | 1 1 4 2 1 2                     |
| 32    | @         | @         | 32        | 2 3 2 1 2 1                     | 84    | DC4       | t         | 84        | 1 2 4 1 1 2                     |
| 33    | A         | A         | 33        | 1 1 1 3 2 3                     | 85    | NAK       | u         | 85        | 1 2 4 2 1 1                     |
| 34    | B         | B         | 34        | 1 3 1 1 2 3                     | 86    | SYN       | v         | 86        | 4 1 1 2 1 2                     |
| 35    | C         | C         | 35        | 1 3 1 3 2 1                     | 87    | ETB       | w         | 87        | 4 2 1 1 1 2                     |
| 36    | D         | D         | 36        | 1 1 2 3 1 3                     | 88    | CAN       | x         | 88        | 4 2 1 2 1 1                     |
| 37    | E         | E         | 37        | 1 3 2 1 1 3                     | 89    | EM        | y         | 89        | 2 1 2 1 4 1                     |
| 38    | F         | F         | 38        | 1 3 2 3 1 1                     | 90    | SUB       | z         | 90        | 2 1 4 1 2 1                     |
| 39    | G         | G         | 39        | 2 1 1 3 1 3                     | 91    | ESC       | {         | 91        | 4 1 2 1 2 1                     |
| 40    | H         | H         | 40        | 2 3 1 1 1 3                     | 92    | FS        |           | 92        | 1 1 1 1 4 3                     |
| 41    | I         | I         | 41        | 2 3 1 3 1 1                     | 93    | GS        | }         | 93        | 1 1 1 3 4 1                     |
| 42    | J         | J         | 42        | 1 1 2 1 3 3                     | 94    | RS        | ~         | 94        | 1 3 1 1 4 1                     |
| 43    | K         | K         | 43        | 1 1 2 3 3 1                     | 95    | US        | DEL       | 95        | 1 1 4 1 1 3                     |
| 44    | L         | L         | 44        | 1 3 2 1 3 1                     | 96    | FNC3      | FNC3      | 96        | 1 1 4 3 1 1                     |
| 45    | M         | M         | 45        | 1 1 3 1 2 3                     | 97    | FNC2      | FNC2      | 97        | 4 1 1 1 1 3                     |
| 46    | N         | N         | 46        | 1 1 3 3 2 1                     | 98    | CAMBIO    | CAMBIO    | 98        | 4 1 1 3 1 1                     |
| 47    | O         | O         | 47        | 1 3 3 1 2 1                     | 99    | COD C     | COD C     | 99        | 1 1 3 1 4 1                     |
| 48    | P         | P         | 48        | 3 1 3 1 2 1                     | 100   | COD B     | FNC 4     | COD B     | 1 1 4 1 3 1                     |
| 49    | Q         | Q         | 49        | 2 1 1 3 3 1                     | 101   | FNC 4     | COD A     | COD A     | 3 1 1 1 4 1                     |
| 50    | R         | R         | 50        | 2 3 1 1 3 1                     | 102   | FNC 1     | FNC 1     | FNC 1     | 4 1 1 1 3 1                     |
| 51    | S         | S         | 51        | 2 1 3 1 1 3                     |       |           |           |           |                                 |

Taula B.3.3 Joc de caràcters del codi EAN 128

## **B.4 Recomanacions de concatenació**

A efectes d'optimització de l'espai ocupat per el símbol EAN 128 a l'etiqueta, s'hauran de tenir presents les següents recomanacions:

- Utilització preferent d'informació numèrica, i formada per un número de dígits parells. Aquest fet permetrà la utilització del joc de caràcters C (Annex B.3), que permet representar parelles de dígits com un únic caràcter.

Per exemple, es vol identificar un palet no estàndard compost per 112 caixes codificades amb un codi EAN: 7861234500017. Per tant, la línia de símbol seria:

(02)0786124500017 (37)112

Per utilitzar el joc de caràcters C, cal utilitzar un número de dígits parell. Per tant, la quantitat, en lloc de 112 haurà de ser 0112, quedant la línia del símbol de la següent forma:

(02)0786124500017 (37)0112

- En el cas de la utilització d'Identificadors d'Aplicació, exceptuant els de la Taula 5.3.5 (apartat del treball 5.3.4.d), s'han d'incloure al final de la línia de codi. La raó és que si el IA apareix en l'última posició no ha de finalitzar amb el caràcter FNC1. En canvi, si després d'un IA apareix una altre IA, ha d'aparèixer el caràcter FNC1 actuant com a separador, de forma que s'incrementa en un els caràcters a omplir.

Per exemple, es vol identificar un palet amb un codi EAN: 17861234500014. A més, a l'etiqueta s'hi vol incloure el número de lot 1234XY i el pes net, 300Kg. S'hauran d'utilitzar els IA:

**01** (Codi EAN de l'agrupació): camp fix de 14 dígits.

**10** (Número de lot): camp variable de fins a 20 caràcters.

**3100** (Pes net en Kg): camp fix de 6 dígits.

La concatenació que permet optimitzar l'espai ocupat per el símbol a l'etiqueta haurà de ser:

(01)17861234500014 (3100)000300 (10)1234XY

## ***B.5 Codi utilitzat per al seguiment***

El Número Seriat d'Unitats Enviades pot utilitzar-se per a combinacions estàndard o no de producte. Conté cinc parts:

|    |   |          |           |   |
|----|---|----------|-----------|---|
| 00 | 3 | 84 12345 | 123456789 | 9 |
|----|---|----------|-----------|---|

**Fig. B.5.1 Estructura codi utilitzat per al seguiment.**

**00:** Identificador d'Aplicació (IA) que identifica a aquest codi.

**3:** Indicador d'empaquetatge. Sempre és igual a 3.

**84 12345:** Codi EAN d'empresa.

**12... 89:** És el número de sèrie de 9 dígit, assignat per l'empresa que codifica de forma única cada unitat enviada.

**9:** Es tracta del dígit de control.

Exemples d'Identificadors d'Aplicació:

- Si els interlocutors comercials hi estan d'acord poden representar el codi d'article mitjançant l'EAN 128, al qual se li poden afegir informacions tals com dates i lots. El IA(01) permet identificar la unitat i el IA(15) la data de consum recomanada. L'avantatge del EAN 128 es troba en que tota la informació es pot combinar en un únic símbol.
- En ocasions és necessari conèixer el número d'unitats contingudes en la unitat de transport. El IA(02) concatenat amb el IA(37) donarà aquesta informació.

## **Annex C Impressió codis de barres**

### ***C.1 Verificació de la qualitat d'impressió dels codis de barres***

La utilització de barres per identificar un producte permet una gestió ràpida, econòmica i automatitzada de les transaccions comercials. Per aconseguir la màxima eficiència és necessari que el codi de barres sigui llegible al primer intent al 100% dels escàners del mercat.

Tot i això, en ocasions la lectura és impossible o bé dona un resultat erroni perquè els símbols són incorrectes, provocant errors i manipulacions innecessàries. La gestió dels productes que presenten codis de barres defectuosos implica un cost suplementari considerable.

La impressió dels codis de barres amb bona qualitat depèn de diferents factors, des de la impressió fins als fabricants (d'etiquetes amb els codis incorporats) tenint en compte els importadors, impressors de cartró ondulat, dissenyadors de packaging, logística, etc.

La tendència és dirigir-se a un estat de tolerància zero, particularment al món de la gran distribució, la qual pateix directament els inconvenients dels codis defectuosos.

Els grans distribuïdors ja han automatitzat els seus processos de distribució. Les caixes de cartró i els palets són transportats per cintes transportadores que disposen de lectors per captar la informació i poder gestionar la càrrega de forma automatitzada. Per tant, aquests sistemes de classificació implica que no poden existir codis de barres no llegibles o amb dificultats de lectura. En molts casos, si el símbol és il·legible, la càrrega serà retornada al proveïdor.

Els centres automatitzats funcionen per tot el món, i els productes que posseeixen codis de barres defectuosos suposen costos que poden implicar que no es comercialitzin novament productes de proveïdors amb codis de barres il·legibles una sola vegada.

Existeix un únic mètode de verificació reconegut universalment, el mètode ISO/IEC 15416, per determinar el nivell de qualitat d'un codi de barres imprès. Aquest mètode permet obtenir una valoració sobre la qualitat del símbol. Per obtenir aquesta valoració únicament es pot utilitzar un aparell anomenat verificador (que haurà de complir la norma ISO/IEC 15426). Gràcies al mètode de verificació ISO no existeixen ambigüitats entre empreses sobre la qualitat d'un codi de barres.

El control de la qualitat dels codis de barres no es limita simplement a la verificació de la qualitat d'impressió, també és important assegurar-se de la simbologia utilitzada, la ubicació al packaging, els marges clars, els colors de les barres i els espais, el tamany del símbol, etc.

### **C.1.1 El funcionament del verificador**

És molt important diferenciar entre un lector de codis de barres i un verificador.

El verificador és un dispositiu que llegeix el codi de barres i retorna una informació sobre l'estat de la qualitat del mateix. D'aquesta forma, si el verificador indica que el codi de barres obté una valoració igual o superior al nivell mínim que indica la normativa, i a més s'acompleixen les dimensions mínimes, es podrà garantir la lectura al primer intent al 100% dels lectors del mercat. Si el codi de barres no obtingués aquesta valoració mínima, caldria interpretar els resultats que ofereix el verificador per portar a terme les accions correctores oportunes per corregir els problemes de qualitat del codi.

En canvi, mitjançant la utilització d'un lector de codi de barres no es podrà garantir la lectura d'un símbol al 100% dels lectors del mercat. Si el lector llegeix el codi de barres, només es podrà garantir que el símbol serà llegible per escàners de tecnologia igual o superior a l'escàner utilitzat en el control. En aquest cas, si el símbol no és llegit per el lector, no es disposarà d'informació sobre els errors que presenta i per tant, no es coneixeran les accions correctores per garantir la seva lectura.

El funcionament i les característiques d'un verificador són establertes per la norma estàndard ISO 15426.

El funcionament del verificador és simple, una llum vermella és projectada amb un angle de 45° graus sobre la superfície. La llum reflexada s'orienta mitjançant un joc de miralls i lents, passant prèviament a través d'una obertura definida també per els estàndards. Els elements a considerar són:

- **La longitud d'ona.**

La longitud d'ona de la llum del verificador és de 670nm  $\pm$ 10.



- **L'obertura.**

L'obertura es troba determinada per els estàndards, en funció de la simbologia i/o del tamany. Quant més petita sigui l'obertura del lector, més elevada serà la resolució. Per exemple, un símbol EAN 13 (GTIN-13) és verificat amb una obertura de 0.15mm. En canvi, un símbol ITF-14 (GTIN-14), generalment més gran, és verificat amb una obertura de 0.25mm fins a 0.50mm.

Si es verifica un símbol de tamany petit cal utilitzar una resolució més elevada per tant, una obertura més petita per tal d'aconseguir una exigència de qualitat més elevada (quant més petit sigui el símbol, el mínim defecte que s'hi produeixi, pot ser mal interpretat per un lector).

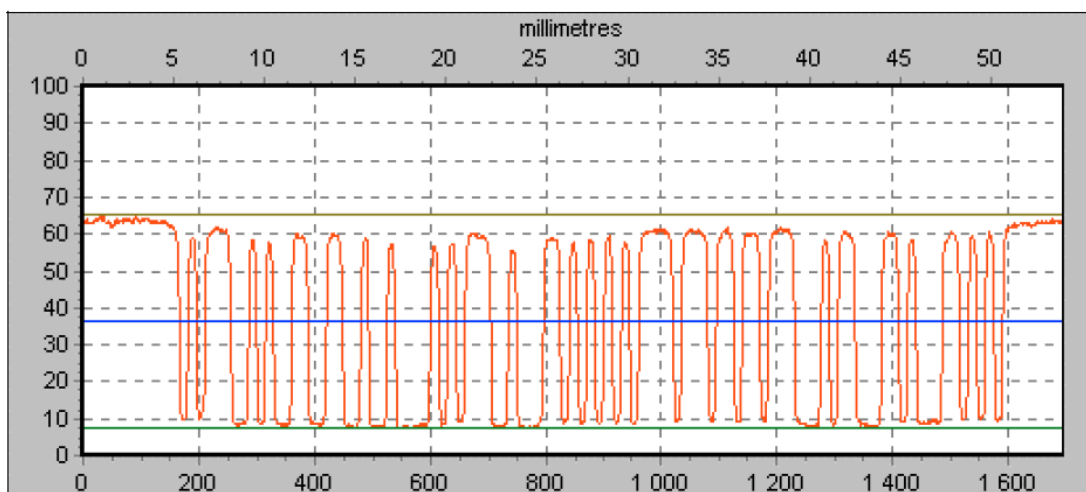
En canvi, quan el símbol té un tamany més gran, la resolució serà més baixa, i per tant serà necessària una obertura major, assegurant així que els petits defectes com zones sense imprimir a les barres o punts impresos als espais no distorsionaran la lectura. Per exemple, quan els símbols s'imprimeixen sobre cartró reciclat que presenta imperfeccions, aquestes no afectaran a un lector de baixa resolució.

- **Reflectància.**

La reflectància és la proporció de llum reflexada que és captada per els sensors del verificador. Quan la llum és projectada sobre un codi de barres amb barres fosques i fons clar, les barres absorbeixen la llum i els espais la reflecteixen.

Si s'observa la corba de reflectància, aquesta mostra el valor de reflectància a cada punt del codi de barres. Els pics corresponen a zones amb reflectàncies elevades, és a dir, a aquelles zones amb colors clars que reflecteixen la llum. Per tant, els pics correspondran als espais i marges clars.

Les valls correspondran a les zones de reflectància inferior, determinada per colors foscos que absorbeixen la llum. Aquestes zones de menor reflectància correspondran a les barres del símbol.



**Fig. C.1.1 Corba de reflectància d'un codi de barres.**

Les zones a l'extrem esquerra i dret de la corba (Figura C.1.1), a on la reflectància és alta, corresponen als marges clars.

El verificador determina quins són els valors màxims i mínims de la reflectància. A la Figura C.1.1 s'observa que  $R_{max}=66\%$  i  $R_{min}=8\%$ .

- **El llindar de la reflectància.**

El llindar correspon al valor mig entre  $R_{max}$  i  $R_{min}$ , que a l'exemple anterior és del 29% i s'il·lustra per una línia recta en aquest valor (línia blava a la Figura C.1.1).

La corba de reflectància passa de la zona superior de la ona a la part inferior d'aquesta, que correspon el pas d'un espai a una barra. Per a determinar el punt precís a on es troba el límit entre els dos elements s'agafa el punt d'intersecció de la corba amb la línia del llindar de reflectància. Així doncs, cada vegada que la corba talla la línia del llindar, el verificador interpreta que és el pas d'una barra a un espai o viceversa. Tots els punts d'intersecció serveixen per a mesurar la densitat de les barres i els espais i procedir a tots els anàlisis dimensionals. El valor global del llindar no té influència directa sobre la nota general del codi de barres, però com que les mesures es troben realitzades en aquest nivell, existeix influència directa amb els paràmetres de dimensió.

La corba de reflectància permetrà comprendre millor el funcionament del verificador i també identificar els defectes a partir de la seva observació. En alguns

casos a on el verificador no retorni informació degut a un codi de barres il·legible, l'anàlisi d'aquesta corba ajudarà a determinar el motiu d'aquesta falta de llegibilitat.

### C.1.2 La metodologia de verificació ISO

Existeix un únic mètode de verificació recomanat per EAN/UCC (GTIN), el mètode ISO. Aquest mètode es troba estipulat a "Especificaciones Generales EAN.UCC" (EAN Internacional, *Verificación de códigos de barras para simbologías lineales*. Juliol 2003. <http://www.aecoc.es/web/AecocHome.nsf/> (consulta: 20/06/2007)). Es basa en els estàndards ISO/IEC-15416 per a mesurar la qualitat d'un codi de barres imprès i ISO/IEC-15426 que estableix els tipus de verificadors.

L'estàndard de verificació ISO és reconegut i utilitzat a tot el món, assegurant una homogeneïtat perfecta de mètodes de verificació dels codis de barres entre empreses que mantenen relacions comercials.

L'objectiu de la verificació és el d'analitzar els paràmetres del símbol que poden afectar a la lectura d'aquest a qualsevol escàner. A partir d'aquest anàlisi, el verificador ofereix una valoració mitjançant una nota. Si la nota és negativa, més elevada serà la probabilitat d'il·legibilitat del símbol.

La nota ISO es dona a partir de dues notacions, la CEN i la ANSI. Si és mitjançant nomenclatura CEN, els valors possibles són de 4 a 0, essent el 4 el valor indicatiu d'una millor qualitat i el 0 el de pitjor. Mitjançant nomenclatura ANSI el resultat s'ofereix amb les lletres A, B, C, D i F (no existeix la nota E), també de millor a pitjor nivell de qualitat.

| Nota CEN  | Nota ANSI |
|-----------|-----------|
| 3.5 - 4.0 | A         |
| 2.5 - 3.5 | B         |
| 1.5 - 2.5 | C         |
| 0.5 - 1.5 | D         |
| 0.0 - 0.5 | F         |

**Taula. C.1.1 Comparativa nomenclatura CEN i ANSI.**

Per garantir que la qualitat d'impressió és correcta, el símbol ha d'obtenir una valoració mínima establerta a la normativa. Si el símbol obté aquesta nota mínima, i a més les

dimensions i ubicació són correctes, es podrà garantir la lectura del mateix al primer intent al 100% dels escàners del mercat.

| Simbologia                             | Nivell mínim ISO (CEN/ANSI) | Obertura | Longitud d'ona |
|--|-----------------------------|----------|----------------|
| EAN/UPC                                | 1.5 (C)                     | 0.15mm   | 670nm ±10      |
| EAN/UCC-128                            | 1.5 (C)                     | 0.15mm   | 670nm ±10      |
| ITF-14<br>(Mod <sup>5</sup> X<0.635nm) | 1.5 (C)                     | 0.25mm   | 670nm ±10      |
| ITF-14<br>(ModX≥0.635nm)               | 0.5 (D)                     | 0.5mm    | 670nm ±10      |

Taula. C.1.2 Notes mínimes establertes per la normativa

El verificador, després de llegir un símbol, retorna una nota resultat de l'anàlisi dels 7 paràmetres següents: Rmin, contrast de barres, contrast de símbol, modulació, defectes, descodificabilitat i decode (EAN International, *Verificación de códigos de barras para simbologías lineales*. Juliol 2003. <http://www.aecoc.es/web/AecocHome.nsf/> (consulta: 20/06/2007)).

El resultat final és el més baix dels 7 paràmetres que s'han analitzat. Simplement que un dels paràmetres es trobi per sota del nivell mínim establert per la normativa per a què es consideri el símbol fora d'especificacions.

Es recomana realitzar 10 lectures a varies alçades del codi de barres per a obtenir una correcta valoració de la qualitat. A cada una d'aquestes 10 lectures li correspon un nota ISO i el resultat final és la mitja de les 10 notes individuals.

### C.1.3 Els 7 paràmetres de l'anàlisi ISO

- **Reflectància mínima (Rmin).**

És el valor més baix de reflectància registrat per el verificador en tot el codi de barres.

Si el valor és inferior a la meitat del valor de la reflectància màxima (Rmax), s'assignarà una nota A. En cas contrari, és a dir, si el valor és superior a la meitat de Rmax, la nota serà F.

---

<sup>5</sup>Mod X: Amplada de la barra més estreta del codi.

L'error més freqüent que provoca un valor inferior al mínim estipulat a la normativa és l'ús de colors de barres massa clars o derivats importants del vermell.

Les barres s'han d'imprimir en colors foscos. No són vàlids colors de barres clars o colors amb gran quantitat de vermell. Tampoc és recomanable l'ús de colors daurats, platejats ni amb excessives brillantors.

- **El contrast de símbol (Symbol Contrast).**

El contrast de símbol és la diferència entre  $R_{max}$  i  $R_{min}$ .

Aquest paràmetre pot adquirir els valors A, B, C, D i F. Quant més elevat sigui el contrast més alt serà el resultat d'aquest paràmetre.

L'error més freqüent que provoca que aquest paràmetre no adquireixi el nivell mínim requerit és l'ús de colors de fons excessivament foscos i/o colors de les barres excessivament clars. En definitiva, l'ús de colors no adequats per a les barres ni per al fons.

- **El contrast mínim de barra (Edge Contrast)**

El verificador mesura la diferència de contrast a cada transició de barra a espai i d'espai a barra. La diferència més baixa en valor absolut és el contrast mínim de barra.

Si el contrast mínim és superior al 15%, el resultat és A. En cas contrari, el resultat és F.

El motiu més habitual que provoca que aquest paràmetre no adquireixi el valor mínim és degut a la impressió de codis de barres sobre Film, a on no s'obté una impressió de barres o del fons totalment homogènia. Poden quedar zones del codi de barres a on es pot transparentar allò que es trobi darrere del codi.

- **La modulació (Modulation).**

La modulació és la relació entre el contrast de barra i el de símbol (Edge Contrast/Symbol Contrast). Quant més grans sigui la diferència entre el contrast de barra i de símbol, més gran serà la valoració.

En definitiva, aquest paràmetre avalua la regularitat de l'amplitud de les ones corresponents a barres i espais que s'observen a la gràfica de reflectància (Figura C.1.1).

Aquest paràmetre pot adquirir els valors A, B, C, D i F. Quant més elevada sigui la regularitat a l'amplitud de les ones, més elevat serà el resultat d'aquest paràmetre.

Els motius principals que provoquen que aquest paràmetre obtingui una valoració inferior a la mínima són:

- Ús de colors de codi de barres no apropiats.
- Falta d'homogeneïtat als colors utilitzats per al fons i per a les barres.
- Engruiximent de barres excessius.

- **Defectes (Defects).**

Aquest paràmetre analitza l'existència de punts impresos als espais o zones sense imprimir a les barres. Aquests defectes poden confondre al lector, interpretant una barra o un espai a on no existeix.

Aquest paràmetre pot adquirir els valors A, B, C, D i F.

Els principals motius que provoquen valors inferiors al mínim són:

- Deteriorament dels capçals d'impressió de les impressores que generen línies sense imprimir que seccionen les barres del codi.
- Existència de brutícia, pols, etc. Durant el procés d'impressió que puguin provocar punts impresos als espais o no impressions d'alguna zona de les barres.
- Marges clars insuficients.

- **Descodificabilitat (Decodability).**

Mesura les dimensions de cada barra i espai de cada caràcter del símbol. Aquest paràmetre és una valoració de la desviació d'aquesta mesura respecte al valor teòric.

Pot adquirir els valors A, B, C, D i F. La descodificabilitat mesura la facilitat per la qual un lector pot descodificar els caràcters d'un codi de barres, tenint en compte

la desviació de cada barra i espai. Una valor baix d'aquest paràmetre sempre és resultat d'una mala precisió de les dimensions del caràcter.

Els principals motius que provoquen un valor inferior al mínim són:

- Defectes de qualitat d'impressió (engruiximent o afinament de barres).
- Deteriorament dels capçals d'impressió de les impressores que generen línies sense imprimir que seccionen les barres del codi.
- Contrast de colors no apropiats.

- **Decode (Decode).**

Aquest paràmetre indica el grau d'acompliment del codi amb les especificacions de la normativa.

- Verificació dels marges clars.
- Verificació del codi de control.
- Estructura del codi.

Si el resultat és correcte, la nota serà A. En cas contrari, la nota serà F.

Quan el paràmetre de Decode és incorrecte i l'estructura, el dígit de control i els marges clars són correctes, significa que el codi de barres s'ha generat incorrectament, ja que l'algorisme de descodificació de la simbologia no pot ser aplicat.

| NOTA CEN | NOTA ANSI | Rmin                      | Contrast de símbol | Contrast de barra | Modulació   | Defectes    | Descodificabilitat | Decode     |
|----------|-----------|---------------------------|--------------------|-------------------|-------------|-------------|--------------------|------------|
| 3.5-4.0  | A         | $\leq 0.5 \times R_{max}$ | $\geq 70\%$        | $\geq 15\%$       | $\geq 0.70$ | $\leq 0.15$ | $\geq 0.62$        | Correcte   |
| 2.5-3.5  | B         |                           | $\geq 55\%$        |                   | $\geq 0.60$ | $\leq 0.20$ | $\geq 0.50$        |            |
| 1.5-2.5  | C         |                           | $\geq 40\%$        |                   | $\geq 0.50$ | $\leq 0.25$ | $\geq 0.37$        |            |
| 0.5-1.5  | D         |                           | $\geq 20\%$        |                   | $\geq 0.40$ | $\leq 0.30$ | $\geq 0.25$        |            |
| 0.0-0.5  | F         | $\leq 0.5 \times R_{max}$ | $< 20\%$           | $< 15\%$          | $< 0.40$    | $> 0.30$    | $< 0.25$           | Incorrecte |

**Taula. C.1.3 Taula resum de les notes ISO**

Exemple d'un report de verificació.

| 8456789012345                               |   |                      |
|---|---|----------------------|
| Data:                                       | 20/05/04                                |                      |
| Hora:                                       | 16:04:02                                |                      |
| Obertura:                                   | 0.15mm (6mil)                           |                      |
| Longitud d'ona:                             | 660nm                                   |                      |
| Número de lectures:                         | 10                                      |                      |
| Tipus de codi:                              | EAN 13<br>59barres+espais. NBW=320.10µm |                      |
| Nota ISO:                                   | C (2.0) – Correcte                      |                      |
| Guany Impressió de les barres (tolerància): | -7.75% (±28.6%)                         |                      |
|   | Lectures Correctes                      | Lectures Incorrectes |
| Estructura                                  | 10                                      | 0                    |
| Dígit de Control                            | 10                                      | 0                    |
| Marge Esquerra                              | 10                                      | 0                    |
| Marge Dret                                  | 10                                      | 0                    |
|   | Percentatges                            | Notes Mitges         |
| Reflectància Mínima                         | 2%                                      | A (4.0)              |
| Reflectància Màxima                         | 45%                                     |                      |
| Llindar                                     | 24%                                     |                      |
| Contrast de Símbol                          | 43%                                     | C (2.0)              |
| Contrast de Barra                           | 26%                                     | A (4.0)              |
| Modulació                                   | 61%                                     | B (3.0)              |
| Defectes                                    | 6%                                      | A (4.0)              |
| Descodificabilitat                          | 89%                                     | A (4.0)              |
| Decode                                      |   | A (4.0)              |

## C.2 Tècniques d'impressió codis unidimensionals

La impressió dels codis de barres es pot classificar en dos categories principals: impressió off-site i impressió on-site.



### C.2.1 Tècniques d'impressió off-site

Aquest tipus d'impressió es classifica així per la seva incapacitat d'imprimir dades variables i per el tamany, cost i complexitat dels equips.

La impressió off-site es refereix a la tecnologia que s'utilitza per generar simbologia per a un ús subseqüent. Normalment s'utilitza per a crear volums mitjans i grans de símbols idèntics. Degut al temps que triga en imprimir-se la simbologia i els seu ús, a aquest procés se l'anomena lot.

El codi de barres pot ser imprès en una gran varietat de substrats, que poden ser: etiquetes, tags, pàgines, paquets convencionals, i en articles de consum final.

Hi ha diferents tècniques d'impressió. La tècnica de tinta fresca inclou la impressió tipogràfica, litogràfica, flexogràfica, rotogravadura i la roda de tinta. Altres tècniques que existeixen són la fotocomposició, estampa tèrmica i per làser.

Tècniques d'impressió Off-site:

- **Tècniques de Tinta Fresca.**

Es coneix normalment com impressió tradicional. Cadascun d'aquests mètodes aplica tinta al substrat del material. Les tècniques varien principalment en la forma en què la tinta és transferida al substrat. La majoria dels casos, una imatge fotogràfica, ja sigui negativa o positiva del codi de barres és la que s'utilitza com a placa per després ser utilitzada per l'impressora. Cada impressió realitzada pot imprimir-se amb una amplada diferent, en funció del sistema d'impressió que s'utilitzi.

- Tipografia.

Aquesta és una de les tècniques més antigues utilitzades per als processos industrials. Es realitza mitjançant discos que contenen la tinta. Els discos estan fets de metall, polímers, o altres materials i contenen una tinta que s'eixuga més lentament que la tinta utilitzada en altres sistemes.

Una adaptació que es realitza a la tipografia és la que es denomina com a roda mecànica, que pot imprimir imatges i variar les dades impreses. El disc principal d'impressió conté un número de rodes individuals que poden tenir varis caràcters a la seva circumferència. Els rotllos són indexats en una forma predeterminada per a crear un procés de dades seqüencial.

Per aquest sistema d'indexació no es poden utilitzar per imprimir codis de barres continus.

- Litografia

És àmpliament utilitzada per impressions d'excel·lent qualitat i en una elevada quantitat de substrats.

S'utilitza un disc químicament tractat per aconseguir que les àrees a on s'imprimeixi siguin absorbents d'oli i repel·lents a l'aigua. El disc s'uneix a la circumferència del rotlle i es posa en contacte amb aigua i tinta. Degut a què la tinta és a base d'olis, únicament una part del disc és adherida en tinta, produint una impressió més neta.

Amb una metodologia adequada, aquest mètode pot produir codis de barres d'alta qualitat amb dimensions fins a 10 mil·lèsimes de polzada d'espessor.

- Flexografia.

S'utilitza per imprimir en etiquetes, cartró corrugat, i altres substrats.

La imatge a imprimir és col·locada al anvers d'un disc de goma flexible o polímer que s'ajusta a la circumferència del rotlle. El substrat es pressiona contra el disc d'impressió pressionat per un rotlle.

Degut a la naturalesa flexible del disc, pot haver-hi distorsions a la imatge. La flexografia s'utilitza normalment per a imprimir símbols de fins 20 mil·lèsimes de polzada.

- Rotogravadura

Aquest sistema utilitza un disc cilíndric al qual la imatge s'uneix a la part inferior de la superfície del disc, en forma de petites cèl·lules. La tinta és aplicada a la superfície del rotlle, i després és tallada i separada.

El substrat es pressiona contra la superfície del disc, ocasionant que la tinta es transfereixi a les cèl·lules. Degut al patró de cèl·lules inserides al rotlle, la qualitat del codi de barres no és molt elevada.

- Roda d'Impressió.

Aquest sistema s'utilitza per imprimir codis de barres sobre superfícies que es troben en moviment. S'aplica tinta a una roda fixa i es pressiona contra la superfície sobre la qual es vol imprimir el codi de barres. Aquest mètode s'utilitza per imprimir la informació sobre cartró corrugat, però es limita a 40 mil·lèsimes.

- **Fotocomposició.**

Equip que pot produir una excel·lent qualitat al codi de barres en superfícies que són fotosensibles.

Imatge d'alta resolució, creada per un ordinador i projectada en un material fotosensible. Després de desenvolupar i laminar el procés, els resultats són molt encertats i precisos. Aquesta tècnica s'utilitza per símbols de fins a 3 mil·lèsimes de polzada, però el cost és més elevat que si s'utilitzen altres mètodes. L'avantatge és que pot accedir a la informació d'un ordinador, donat que el procés es realitza per mitjà d'un ordinador, igualment útil per fer retocs i correccions del mateix.

- **Estampat Tèrmic.**

En aquest cas un disc d'impressió fet de metall és escalfat i pressionat sobre un llistó a elevada temperatura. La qualitat és bona, però el seu cost és elevat.

## **C.2.2 Tècniques d'impressió on-site**

Aquests sistemes d'impressió són els més utilitzats quan és necessari incloure el codi de barres al lloc a on s'utilitzarà l'article. Existeix una gran varietat de sistemes d'impressió d'aquest tipus: matriu de punts, tambor, tèrmiques, transferència manual, injecció de tinta, xerografia, magnetografia i electrostàtica.

Les dades a imprimir s'envien a l'impressora mitjançant teclat, o enllaços paral·lels o sèries (ports de comunicació dels ordinadors). Les impressores poden estar unides a ordinadors o a terminals locals tipus CRT.

- **Impressores de Matriu de Punt.**

Es van crear per a ser utilitzades com a impressores d'ordinadors o PC, són les conegudes com impressores d'agulles.

Porten un martell a un llistó de tinta que entra en contacte amb el paper.

Aquestes impressores solen ser dissenyades per imprimir sobre fulls de paper de 8.5 a 11 polzades. Existeixen dos tipus principals: serials i en línia.

Les impressores serials utilitzen un cap imprimible mòbil amb una o dues files verticals d'agulles adjacents. Aquestes agulles s'omplen de tinta i entren en contacte amb el paper provocant l'impressió.

Una impressora de matriu de punt lineal, es troba composta de múltiples agulles que es col·loquen sobre un pont mòbil horitzontal. El pont oscil·la d'un costat a un altre mentre el disc avança.

Per imprimir el codi, aquestes impressores generen els punt de forma que semblin línies rectes, Un inadequat alineament dels punts produirà una resolució inadequada al codi generat.

Aquestes impressores generalment utilitzen un llistó amb tinta que va girant al voltant d'ella mateixa. És necessari vigilar el desgast del llistó, degut a que quan és nou genera punts més grans i conforme es desgasta genera punts més petits.

La majoria d'aquestes impressores generen un tamany d'entre 15 i 20 mil·lèsimes de polzada.

- **Impressores de Tambor.**

Normalment es coneixen com impressores de font. Dissenyades específicament per imprimir codis de barres i etiquetes.

Utilitzen un tambor giratori que conté un codi de barres i caràcters llegibles que es troben en contacte amb la superfície externa. Quan el caràcter que es desitja imprimir arriba a la zona d'impressió, un martell colpeja la superfície amb un llistó de tinta i després al tambor.

El llistó passa per l'impressora una sola vegada. Degut a que la tinta no es reutilitza, no varia l'amplada dels caràcters.

Degut a que la roda d'impressió es troba junta a l'impressora, no és fàcil canviar la simbologia o corregir el format vertical. Les cintes poden canviar-se, però la posició vertical del codi ha de ser constant.

Aquests sistemes són útils per crear la simbologia en articles de tamany reduït degut a l'alta resolució que té.

- **Impressores Tèrmiques.**

Utilitzades durant anys per a la impressió de llibres, revistes, etc., no va ser fins al 1981 quan aquestes impressores es van utilitzar per a crear codis d'alta qualitat.

Totes les impressores utilitzen el mateix sistema d'impressió. Una superfície de color clar és impregnada per un recobriment transparent que canvia cap a un color fosc, principalment negre, i en algunes ocasions en color blau després d'haver estat exposat a calor durant un període de temps. La imatge no es crea degut al cremat, sinó a causa d'una reacció química del recobriment.

La imatge es forma més ràpidament a temperatures elevades. Si la temperatura és menor a 60°C, el recobriment tardaria més de 5 anys en enfosquir-se. Si la temperatura puja a un rang de 200°C la reacció ocorre en pocs mil·lisegons.

Com que el capçal d'impressió conté el substrat, aquest té una vida operacional finita i s'ha de considerar com un bé consumible.

Les tres configuracions bàsiques de la impressió són els de capçal mòbil, capçal fix amb barres d'escalfament i capçal fix amb matrius de punts candents.

- Capçal mòbil: un petit capçal d'entre 7 i 24 punts escaneja lateralment el paper mentre aquest es mou en una direcció perpendicular a la seva trajectòria.

Tècnica de baix cost amb velocitat limitada. Degut en aquesta desavantatge i alguns problemes relacionats amb la precisió d'alinear el capçal de l'impressora amb les barres, aquesta tècnica és utilitzada poques vegades.

- Capçal fix format per barres d'escalfament: dissenyats per imprimir etiquetes.

Una unitat tèrmica es mou a través del capçal fix que és forçat a entrar en contacte amb els elements d'escalfament per a produir l'etiqueta. Sistema més flexible que la impressió per tambor.

- Capçal fix amb matriu de punts candents: és la impressora termal més utilitzada. La impressora pot imprimir els punts a qualsevol part del paper. Aquesta tecnologia s'utilitza per a imprimir pàgines i també etiquetes.

Velocitats d'impressió entre 50 i 150mm/segon, però alguns equips poden utilitzar-se al doble de velocitat, si s'optimitza el format de l'etiqueta.

Altes velocitats d'impressió requereixen paper tèrmic especial, i algunes vegades resulta en una impressió de baixa qualitat.

La impressió tèrmica és un mètode molt estès i popular en la generació de codis de barres, degut al seu format, flexibilitat, qualitat d'imatge, velocitat i cost.

La principal desavantatge es troba en què les imatges tèrmiques que s'imprimeixen no poden estar subjectes a ambients amb temperatures superiors als 60°C o estar exposades més de dos dies a la llum solar (ultraviolada).

- **Impressores per transferència de calor.**

Aquestes impressores tenen moltes similituds amb les d'escalfor directa. S'utilitza un capçal d'impressió, però es troba en contacte amb un llistó especial que allibera els materials de pigmentació superant certa temperatura. El llistó es troba en contacte físic amb la superfície del material.

La imatge que s'imprimeix és estable, i no resulta afectada per la temperatura o la llum ultraviolada.

Aquestes impressores són tan versàtils com les anteriors, amb les avantatges addicionals que es pot utilitzar paper normal i corrent, la imatge que s'imprimeix pot utilitzar-se en ambients interns i externs i la duració de la vida del capçal és més llarga. La desavantatge que presenten és que s'utilitza major quantitat de producte consumible, que és el llistó tèrmic.

És possible imprimir etiquetes en color. En aquest cas la impressora conté 4 capçals d'impressió i 4 llistons de color. Aquests dispositius són més cars, lents i produeixen més soroll.

Les impressores tèrmiques, i de transferència de calor normalment venen equipades amb densitats als capçals d'impressió entre 100, 200, 300 i 400 punts per polzada. Aquesta densitat de punts es refereix a la mínima dimensió amb què es pot imprimir una línia.

- **Impressores per serigrafia.**

Es basa en la tecnologia de paper llis de copiadora. Aquesta és difícilment utilitzada en impressores làser contemporànies.

El procés de serigrafia que forma la tecnologia bàsica per a Xerox Corporation comprèn l'ús de superfícies semiconductores fotosensibles a on s'han dipositat càrregues elèctriques. Aquesta superfície és exposada a una imatge òptica donant com resultat la descàrrega de les àrees seleccionades, creant una imatge electrostàtica que es posa en contacte amb el tòner. Les partícules del tòner són selectivament atretes a la imatge electrostàtica. La imatge del tòner resultant és transferida al paper mitjançant calor i/o pressió.

- **Impressores electrostàtiques.**

Utilitza partícules del tòner per formar una imatge contrastant en un material de substrat de llum i color. No existeix un tambor impressor en una impressora electrostàtica, però sí que és utilitzat un paper especial.

Una impressora electrostàtica diposita càrregues elèctriques directament al paper amb una matriu d'electrodes anomenada capçal d'impressió. Aquesta imatge elèctrica selecciona partícules del tòner de l'estació, la qual pot utilitzar líquid o un tòner molt potent. La imatge final és fusionada amb calor i/o pressió.

Per el número de restriccions elèctriques i mecàniques la resolució és limitada aproximadament a 100 punts per polzada.

- **Impressores de ions de posició.**

Aquest tipus d'impressora és una barreja entre una impressora electrostàtica i una per serigrafia.

El tambor d'impressió és un tambor dur, és un conductor cilíndric i es troba acotat per una capa aïllant.

El capçal d'impressió és una distribució lineal d'electrodes operant en un camp elèctric controlat. El controlador provoca que el capçal projecti una corrent de ions controlats a una superfície d'impressió del tambor, donant com a resultat una imatge carregada. Aquest imatge atrau selectivament partícules del tòner a l'estació i la imatge és transferida a paper per mitjà de la pressió. La pressió també fusiona la imatge, però aquesta tècnica no és compatible amb molts etiquetats de materials laminats. Resolució de 150 punts per polzada.

- **Impressores magnetogràfiques.**

Són similars a les impressores de ions de posició, excepte que s'utilitzen imatges magnètiques en lloc d'imatges electrostàtiques. Aquest procés és anomenat magneto litografia.

El tambor estar fet d'un material que pot ser fàcilment magnetitzat. Un capçal d'impressió que consisteix en una distribució de caps de gravació magnètics, escriu una imatge magnètica a la superfície del tambor. És un procés semblant a l'utilitzat en la gravació de les cintes d'àudio (cassets).

La imatge magnètica passa a l'estació del tòner, a on partícules magnètiques del tòner són atretes a les àrees magnetitzades del tambor d'impressió. La imatge resultant és transferida al paper i es fusiona. La resolució de la imatge és aproximadament de 100 punts per polzada, és limitada per l'espai físic necessari per a la distribució dels capçals de gravació.

- **Impressores d'injecció de tinta.**

La recent demanda d'impressores d'injecció de tinta ha provocat que s'augmenti l'ús i la viabilitat de crear codis de barres amb aquest mètode.



El tamany actual del punt d'impressió és molt dependent. És molt important que l'usuari potencial d'aquesta tecnologia seleccioni cuidadosament els materials que seran utilitzats per assegurar que la impressió del codi de barres es realitzi correctament.

### **C.3 Tècniques d'impressió codis bidimensionals**

Els codis bidimensionals permeten la seva marcació directa sobre els productes millorant d'aquesta manera les seves capacitats de traçabilitat.

Aquesta opció ha guanyat terreny en comparació amb la tecnologia RFID, perquè un gran número d'associacions ja han estudiat i publicat pautes per definir la seva utilització en algunes aplicacions concretes. I és que la fiabilitat que aporten aquests codis, gràcies a algorismes de correcció d'errors com el Reed Salomon (capaç de recuperar fins a un 30% de codi malmès) és superior als codis lineals.

Amb la marcació directa es converteixen en una mena d'inscripció sobre pedra, compacta, no falsejable, robusta i solidària amb el producte.

Les principals tecnologies que permeten la marcació directa són: la micro-percussió, el gravat electroquímic i el xorro de tinta. Els factors més importants a considerar són la duració del codi marcat, la composició dels materials, els terminis de producció i les dificultats degudes al desgast o erosió del producte durant el seu cicle de vida.

- **Gravat electroquímic.**

És un mètode que es pot utilitzar per marcar els metalls conductors, al produir una reacció química entre el metall i un electrolític per una corrent elèctrica de baixa tensió. És una tecnologia econòmica, per a utilitzar en situacions a on la producció sigui elevada. A més, és molt adequada per a petites sèries de peces sensibles a limitacions mecàniques, al no generar cap estrès i no plantejar problemes de fragilitat al material. Resulta, doncs, molt adequada per peces de turboreactors i objectes del sector mèdic (equips, instruments quirúrgics...).

- **La micro-percussió.**

És una tecnologia que intervé per deformació de la matèria, per efecte d'una punta de carbur en oscil·lació, fins a 300 percussions per segon, comandada

electrònicament. Representa una inversió fiable i no precisa la utilització de materials de consum. A més, genera una interferència sonora que pot reduir-se utilitzant una cabina d'aïllament o escollint una versió concreta de la marcació: per fregament i no per percussió. El resultat de la marcació és molt resistent a totes les agressions mecàniques o químiques i no resulta afectada per la calor. Aquesta tecnologia s'utilitza molt per a les peces mecàniques i els subconjunts dels sectors de l'automòbil i aeronàutic.

- **Marcació per làser.**

(YAG/CO<sub>2</sub>) aplica una font de calor a la peça, que transforma el seu aspecte creant el contrast: la marcació es caracteritza per una elevada finor i es pot realitzar en qualsevol tipus de material. Intervé un raig lluminós orientat amb un sistema de miralls, la marcació es realitza a gran velocitat, amb una precisió que permet la marcació de codis bidimensionals de tamany molt petit (2mm de costat). Raó per la qual resulta molt adequada per a la marcació de components elèctrics o equips mèdics, especialment al sector dels semiconductors. En qualsevol cas, precisa d'una inversió elevada, de 3 a 6 vegades més gran en comparació amb altres solucions.

- **Impressores per xorro de tinta.**








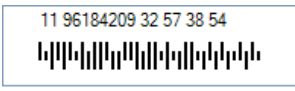

Contenen un capçal d'impressió que "dispara" unes gotes de tinta sobre la superfície de la peça. Resulta molt interessant per a les peces en moviment, al produir una marcació caracteritzada per molt contrast i fàcil de llegir. Tot i això, precisa d'una intervenció continua i regular al poder-se obstruir les boquilles amb facilitat, concretament quan es para la producció, i a més, són necessaris materials de consum costosos, com són tintes i dissolvents. Si bé es troben disponibles tintes que es defineixen permanent, que precisen afegir al compost resines i copolímers, aquest tipus de marcació no es considera permanent per la gran majoria d'aplicacions DPM (Direct Part Marking).





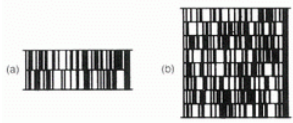
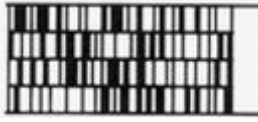

## Annex D Codificacions 1D i 2D

### D.1 Resum de les codificacions

| Nom         | Codi   | Longitud | Joc de caràcters      | Dígit de control | Descripció   |
|-------------|--|----------|-----------------------|------------------|--|
| Codi 128    | <br>CODIGO 128            | variable | ASCII (128 caràcters) | Mòdul 103        | Alta compressió de dades.  |
| EAN/UCC 128 | <br>EAN/UCC 128           | variable | ASCII (128 caràcters) | Mòdul 103        | És una forma especial del codi 128.<br><br>Molt utilitzats en distribució interna. |
| EAN-13      | <br>7 701234 567897      | 13       | Numèric 0-9           | Mòdul 10         | Utilitzats bàsicament per identifica productes al punt de venda.                   |
| EAN-8       | <br>7701 2340           | 8        | Numèric 0-9           | Mòdul 10         | Versió curta del EAN-13  |
| JAN         | <br>4 511234 567895     | 13       | Numèric 0-9           | Mòdul 10         | És la versió japonesa del EAN-13   |
| EAN-14      | <br>(01) 12345678901231 | 14       | Numèric 0-9           | Mòdul 10         | Utilitzat per bens comercials.   |
| DUN-14      | <br>(01) 12345678901231 | 14       | Numèric 0-9           | Mòdul 10         | Numero de Distribució de la Unitat.  |

|              |   |    |             |          |   |
|--------------|---|----|-------------|----------|---|
| ISBN-10      |    | 13 | Numèric 0-9 | Mòdul 11 | International Standard Book Number. ISBN estàndard fins 31/12/2005.   |
| ISBN-13      |    | 13 | Numèric 0-9 | Mòdul 10 | International Standard Book Number. ISBN estàndard des de 01/01/2007.                                       |
| ISBN-13 Dual |    | 13 | Numèric 0-9 | Mòdul 10 | International Standard Book Number. ISBN de transició entre gener 2006 fins desembre 2006                   |
| ISSN         |  | 8  | Numèric 0-9 | Mòdul 11 | International Standard Serial Number. ISSN és una identificació inequívoca de publicacions periòdiques      |
| ISMN         |  | 10 | Numèric 0-9 | Mòdul 10 | International Standard Music Number (ISMN)  |
| SCC-14       |  | 14 | Numèric 0-9 | Mòdul 10 | Shipping Container Symbol (SCC)   |
| ITF-14       |  | 14 | Numèric 0-9 | Mòdul 10 | És utilitzat per crear el SCC. Utilitzat per marcar caixes i contenidors que contenen bens amb codi EAN-13. |

|                                |   |                    |                                  |                    |  |
|--------------------------------|---|--------------------|----------------------------------|--------------------|--|
| SSCC-18                        |    | 18                 | Numèric 0-9                      | Mòdul 10           | Serial Shipping Container Code. SSCC és utilitzat a la cadena de subministra per rastreig i identificació interna. |
| UPC-A                          |    | 12                 | Numèric 0-9                      | Mòdul 10           | Es la versió estàndard del codi UPC.   |
| UPC-E                          |    | 8                  | Numèric 0-9                      | Mòdul 10           | Es la versió curta del codi UPC-A.   |
| Codi 39                        |   | Variable           | A-Z, 0-9 i 5 caràcters especials | Opcional, mòdul 43 | També conegut com a codi 3 de 9  |
| Codi 93                        |  | Variable           | A-Z, 0-9 i 5 caràcters especials | Mòdul 47           | Similar al codi 39, però més compacte.   |
| Codabar                        |  | Variable           | 0-9, 6 caràcters especials       | Opcional, mòdul 16 | Antic tipus de codi de barres.   |
| PostNet                        |  | Variable 5, 9 o 11 | Numèric 0-9                      | Mòdul 10           | Codi utilitzat per correus d'EEUU.   |
| Austràlia Post 4-state barcode |  | Variable           | Caràcters alfanumèrics           |                    | Codi utilitzat per correus d'Austràlia.  |
| RSS-14                         |  | 14                 | Numèric 0-9                      |                    | Codifica qualsevol número de producte de 14 dígits UCC/EAN.  |

|             |   |          |       |        |   |
|-------------|---|----------|-------|--------|---|
| DataMatrix  |    | Variable | ASCII | Intern | Codifica de 1 a 2000 caràcters, és omnidireccional.   |
| PDF417      |    | Variable | ASCII | Intern | Té 9 nivells de seguretat.<br>Per a control de documents.   |
| Codi Azteca |    | Variable | ASCII | Intern | Codifica de 12 a 3800 caràcters.<br>S'utilitza en ambients de control d'accés i seguretat.                  |
| Maxicode    |   | Variable | ASCII | Intern | Distribució de 866 hexàgons, amb emmagatzematge de dades en forma binària.                                  |
| Codi 49     |  | Variable | ASCII | Intern | Pot tenir des de 2 fins a 18 renglons d'alçada.<br>Creat per codificar objectes petits.                     |
| Codi 16K    |  | Variable | ASCII | Intern | Pot tenir des de 2 fins a 18 renglons d'alçada.<br>Creat per codificar objectes petits.                     |
| Codi QR     |  | Variable | ASCII | Intern | Codifica fins a 7089 caràcters, és el més popular al Japó, el seu nom es basa en la frase "Quick Response". |

Taula. D.1.1 Taula resum dels codis de barres 1D i 2D (<http://www.monografias.com>).

## Annex E Correctors d'errors

### ***E.1 Introducció als codis correctors d'errors***

La funció principal de les tècniques de control d'error és introduir redundància controlada permetent que els missatges descodificats siguin corregits abans de ser processats. Amb aquesta redundància controlada només un subconjunt de tots els possibles missatges (seqüència de bits) conté dades vàlides. És a dir, si es formen seqüències de 7 bits, es podran rebre  $2^7=128$  seqüències diferents, però els possibles missatges transmesos no seran 128, sinó un subconjunt d'aquests. Si es rep una seqüència de bits que no coincideix amb un dels possibles missatges transmesos, s'haurà rebut una seqüència amb errors.

Aquest subconjunt de possibles missatges transmesos s'anomena codi i els missatges vàlids que el formen s'anomenen codewords.

Un bon codi és aquell a on els codewords es troben tan separats que la probabilitat de que els errors converteixin el codeword desitjat en un altre codeword és molt petita.

La detecció d'errors es limita a respondre a la pregunta: És el missatge rebut un codeword o no? Si és un codeword, se suposa que no hi ha errors, així doncs, la probabilitat de no detectar un error és la probabilitat de que els possibles errors converteixin un codeword en un altre.

Quan es detecta un error existeixen dos mètodes de corregir-lo:

1. El lector rebutja el missatge i torna a realitzar la lectura del codi.
2. El lector corregeix l'error al trobar el codeword vàlid més proper al missatge rebut. Aquest procediment s'anomena Forward Error Correction (FEC).

#### **E.1.1 Distància Hamming i distància de codi**

Siguin els missatges seqüencials de  $n$  bits, farà que els missatges o vectors de  $n$  bits formen un conjunt de  $2^n$  seqüències possibles.

La distància Hamming o distància entre dos vectors és el número de posicions de bits als quals els vectors prenen diferents valors.

Per exemple, siguin dos vectors de 4 bits:

$$c1=0\ 1\ 0\ 1$$

$$c2=1\ 1\ 0\ 0$$

la distància entre **c1** i **c2** és de **2**.

Si d'entre els  $2^n$  possibles vectors s'escull un subgrup que constitueixi el codi, la distància del codi serà la mínima distància Hamming entre totes les possibles combinacions de codewords. Es demostra que la distància d'un codi és **d**, per tant es poden detectar i corregir els errors que afecten a **t** bits de cada codeword.

$$d = 2 \cdot t + 1 \quad \text{Equació (E.1.1)}$$

Així, si la distància d'un codi és 5 es podran detectar i corregir errors en 2 bits.

### E.1.2 Codis lineals

Sigui un codi format per M codewords dels  $2^n$  possibles.

Un codi serà lineal si donats dos codewords **c1** i **c2** qualsevol dels M possibles, llavors:

$$c = \alpha_1 c1 + \alpha_2 c2 \quad \text{Equació (E.1.2)}$$

A on **c** és un codeword, i  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$  poden prendre valors 0 o 1 verificant-se les següents operacions:

| Operació | Valor |
|----------|-------|
| 0+0      | 0     |
| 0+1      | 1     |
| 1+0      | 1     |
| 1+1      | 1     |
| 0*0      | 0     |
| 0*1      | 0     |
| 1*0      | 0     |
| 1*1      | 1     |

Taula. E.1.1 Taula d'operacions

A més, el vector format per tots els seus components 0 ha de formar part del codi. Per exemple:

$$(00000000) (01111100) (10011111) (11100011)$$



Es pot verificar que la combinació lineal de dos d'ells en dóna un altre:

$$1*(10011111) + 1*(11100011) = (01111100) \in \text{al codi.}$$

Una altra de les condicions que compleix un codi lineal és que:

$$\frac{2^k}{M} = \alpha \in N - \{0\} \Rightarrow M = 2^k; k \in N - \{0\} \quad \text{Equació (E.1.3)}$$

Això fa pensar que només són necessaris k bits per obtenir M vectors diferents, però es formen vectors amb n bits per a introduir la redundància controlada.

Així que del n bits, es pot dir que k pertanyen al missatge que realment es vol codificar i n-k bits formen els dígit de comprovació. La nomenclatura utilitzada per definir aquests codis és (n,k).

Tots els codewords es poden obtenir a partir d'una matriu **G** generatriu:

$$c = m * G \quad \text{Equació (E.1.4)}$$

A on **c** és el codeword de n bits del codi (n,k), **m** és el missatge a codificar dels M possibles i com que  $M=2^k$  implica que **m** es pot codificar amb k bits (matriu 1xk) i **G** és una matriu amb k files i n columnes que transforma (codifica) el missatge **m** de k bits en un codeword de longitud n que serà l'emmagatzemat.

**G** és una matriu (k x n) amb k vectors linealment independents, aplicant àlgebra es pot escriure de la forma **G=(I,P)** a on **I** és la matriu identitat de (k x k) i **P** la matriu paritat de (k x (n-k)).

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & a_{1,k+1} & a_{1,k+2} & \dots & a_{1,n} \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & b_{2,k+1} & b_{2,k+2} & \dots & b_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \end{bmatrix}$$

$$c = (m_1 m_2 \dots m_k) * G = (m_1 m_2 \dots m_k \quad q_{k+1} q_{k+2} \dots q_n) \quad \text{Equació (E.1.5)}$$

On s'evidencia que el codeword és format per k bits del missatge i n-k bits per a correcció.

Sigui una matriu generadora:

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

A on s'observa que  $I$  és de  $2 \times 2$  i que  $K=2$  i  $n=8$ , amb això s'obtenen  $M=2^k=2^2=4$  codewords que formen el codi.

Per a obtenir-los es proven totes les combinacions possibles:

$$m=(0\ 0) \rightarrow c_0=(0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0)$$

$$m=(0\ 1) \rightarrow c_1=(0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0)$$

$$m=(1\ 0) \rightarrow c_2=(1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1)$$

$$m=(1\ 1) \rightarrow c_3=(1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1)$$

Es pot observar que la distància d'aquest codi és  $d=5$  i per tant  $t=2$ , es poden corregir i detectar 2 bits erronis.

Per a detectar i corregir els errors és necessari obtenir la matriu nul·la.

Si  $G = (I_k, P)$  llavors  $H = (P^T, I_{n-k})$  de forma que si  $P$  és de  $(k \times (n-k))$  i  $I_k$  de  $(k \times k)$ , llavors  $P^T$  és de  $((n-k) \times k)$  obligant a  $I_{n-k}$  a ser de  $((n-k) \times (n-k))$  i per tant  $H$  és de  $((n-k) \times n)$ . Es pot comprovar que  $G * H^T = 0$  ( $k \times (n-k)$ ).

Exemple:

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \text{ s'observa que}$$

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$P = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ per tant, } H = [1\ 1\ 1\ 1]$$

Es realitza el càlcul,

$$\mathbf{G} \cdot \mathbf{H}^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+1 \\ 1+1 \\ 1+1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}_{3 \times 1}$$

S'anomena **síndrome** del codeword **c** a:

$$s = c * H^T \quad \text{Equació(E.1.6)}$$

Però tenint en compte l'equació E.1.4, llavors:

$$s = m * G * H^T \quad \text{Equació(E.1.7)}$$

I com que  $\mathbf{G} * \mathbf{H}^T = 0$  llavors:

$$s = m * 0 = 0 \quad \text{Equació(E.1.8)}$$

Per tant, el síndrome d'un codeword és nul.

Imaginem ara que el vector transmès és el codeword **c** i el rebut és **c** més un error **e**, o sigui  $\mathbf{r} = \mathbf{c} + \mathbf{e}$ . Es procedeix al càlcul del síndrome de **r**:

$$s = r * H^T = (c + e) * H^T = c * H^T + e * H^T = e * H^T \neq 0$$

Per tant, quan el síndrome d'un vector rebut no és nul, s'ha detectat un error.

Un cop detectat la correcció s'obté amb:

$$c = r + e \quad \text{Equació(E.1.9)}$$

Es poden corregir *t* bits erronis del codeword com a màxim. Es coneixen els tipus d'error que es poden corregir i els síndromes que donarien a priori, per tant, es pot

identificar un síndrome amb un error. Es busca el síndrome i mirant en una taula a quin error correspon es pot corregir el vector mitjançant  $\mathbf{c}=\mathbf{r}+\mathbf{e}$ .

Es procedeix a un exemple per mostrar els càlculs:

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

d'on s'obté  $k=2$ ,  $n=5$  i  $M=4$ . Els vectors són:

$$\mathbf{c}_0 = (00000) \quad \mathbf{c}_1 = (10110) \quad \mathbf{c}_2 = (01011) \quad \mathbf{c}_3 = (11101)$$

També es pot obtenir  $\mathbf{H}$ :

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

La distància del codi és  $d=3 \rightarrow t=1$ , es podrà detectar errors d'1 bit.

Per començar es situa l'error al primer bit:

|          | $\mathbf{c}_0$ | $\mathbf{c}_1$ | $\mathbf{c}_2$ | $\mathbf{c}_3$ | Síndrome |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------|
| codeword | 00000          | 10110          | 01011          | 11101          | 000      |
| rebut    | 10000          | 00110          | 11011          | 01101          | 110      |

Taula. E.1.2 Taula de detecció d'errors.

A on  $\mathbf{e}=(10000)$

$$\mathbf{s} = \mathbf{e} \cdot \mathbf{H}^T = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0] \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [1 \ 1 \ 0]$$

La resta d'errors d'un bit i els seus síndromes es poden veure a la següent taula:

|          | $c_0$     | $c_1$     | $c_2$     | $c_3$     | Síndrome |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| codeword | 0 0 0 0   | 1 0 1 1 0 | 0 1 0 1 1 | 1 1 1 0 1 | 0 0 0    |
| rebut    | 0 1 0 0 0 | 1 1 1 1 0 | 0 0 0 1 1 | 1 0 1 0 1 | 0 1 1    |
| rebut    | 0 0 1 0 0 | 1 0 0 1 0 | 0 1 1 1 1 | 1 1 0 0 1 | 1 0 0    |
| rebut    | 0 0 0 1 0 | 1 0 1 0 0 | 0 1 0 0 1 | 1 1 1 1 1 | 0 1 0    |
| rebut    | 0 0 0 0 1 | 1 0 1 1 1 | 0 1 0 1 0 | 1 1 1 0 0 | 0 0 1    |

Taula. E.1.3 Taula detecció d'errors.

S'observa que si l'error s'ha comès en un bit, el síndrome identifica l'error comès.

Per exemple, si es rep un vector  $r=(0\ 1\ 0\ 0\ 1)$

$$s = r \cdot H^T = [0\ 1\ 0\ 0\ 1] \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [0\ 1\ 0]$$

Amb el resultat es va a la taula i es veu que el síndrome calculat es correspon amb un error al segon bit per la dreta, o sigui,  $e=(0\ 0\ 0\ 1\ 0)$ , per tant el codeword recuperat serà:

$$c = e + r = (0\ 1\ 0\ 1\ 1)$$

### E.1.3 Una sèrie de regles

Un codi binari natural de 3 bits assigna els següents pesos decimals ( $2^2\ 2^1\ 2^0$ ), així el vector (1 0 1) es representa com  $2^2+1$ , (1 1 0) com a  $2^2+2$ , doncs bé, si en comptes d'utilitzar com a base el 2 s'utilitza  $\alpha$ , els pesos seran ( $\alpha^2\ \alpha^1\ 1$ ) així (1 0 1) es representa per  $\alpha^2+1$ , (1 1 0) serà  $\alpha^2+\alpha$ . Per tant, es pot representar qualsevol seqüència de tres bits ( $\alpha^2\ \alpha^1\ 1$ ).

D'altra banda, en un camp finit o de Galois (GF) es defineixen les següents operacions:

$$(\text{element del camp}) + (\text{el mateix element}) = 0 \qquad \text{Equació(E.1.10)}$$

Això significa que si  $\alpha^3$  és un element del camp, llavors  $\alpha^3 + \alpha^3 = 0 \rightarrow \alpha^3 = -\alpha^3$ , per tant, a les operacions amb elements del camp finit, les operacions que impliquen un canvi de signe s'obvien i es substitueixen per els mateixos operands amb signes positius.

Si en aquest camp es defineix  $\alpha$  i un polinomi  $p(x)$  a on  $\alpha$  és l'arrel de  $p(x)$ , es poden obtenir valors de  $\alpha^i$  amb el polinomi aplicant les regles anteriors, per exemple sigui:

$$p(x) = x^2 + x + 1$$

I  $\alpha$  n'és una arrel,

$$p(\alpha) = \alpha^2 + \alpha + 1 = 0$$

$$-\alpha^2 = \alpha^2 = \alpha + 1$$

Multiplicant per  $\alpha$ :  $\alpha^3 = \alpha^2 + \alpha = \alpha + 1 + \alpha = 1$

Multiplicat per  $\alpha$ :

$$\alpha^4 = \alpha$$

Multiplicat per  $\alpha$ :

$$\alpha^5 = \alpha^2 = \alpha + 1$$

I a partir d'aquí es repeteix:

$$\alpha^6 = \alpha^2 = \alpha + 1$$

Si un polinomi té per arrels 1,  $\alpha$  i  $\alpha^2$ , aquest serà:

$$p(x) = (x+1)(x+\alpha)(x+\alpha^2) \quad \text{Equació(E.1.11)}$$

#### E.1.4 Codis Reed-Solomon

Aquest tipus de codi utilitza conceptes vistos fins al moment en aquest apartat per portar a terme la detecció i correcció d'errors.

Els seus elements formen part d'un camp finit a on regeixen regles com les vistes anteriorment (apartat E.1.3). Es basen en una arrel  $\alpha$ , un polinomi i un camp finit de

dimensió  $q=2^m$ , és a dir.  $GF(q)=GF(2^m)$ , en aquest cas es codifiquen els bits segons els pesos  $(\alpha^{m-1} \alpha^{m-2} \dots \alpha 1)$ .

Exemple de codificació i descodificació de codis Reed-Solomon:

Se suposa un camp finit de 8 elements,  $GF(2^3)$ , a on els pesos seran  $(\alpha^2 \alpha 1)$ , una tripleta d'aquest tipus es considera un símbol per distingir-lo d'un bit. Per tant, a l'exemple, un símbol és de 3 bits, així que si es prenen els següents símbol  $(\alpha 1 0 \alpha^2)$  realment es tindria la següent seqüència de bits (010 001 000 100) per tant, 4 símbols de l'exemple suposen  $4 \times 3 = 12$  bits. Els codis Reed-Solomon detecten símbols erronis i corregeixen símbols, això significa que si són capaços de corregir 2 símbols, seran capaços de corregir 6 bits erronis. Per a la seqüència de 4 símbols anterior, 2 símbols erronis podrien ser (001 001 000 010) a on el primer símbol ha passat de  $\alpha$  a 1 i l'últim de  $\alpha^2$  a  $\alpha$ . S'observa que han canviat 4 bits en 2 símbols, per evitar confusions cal tenir clar que el codi serà capaç de corregir símbols i no bits.

Als codis Reed-Solomon la distància de codi ve donada per la fórmula:

$$d = m + 1 = n - k + 1 \quad \text{Equació(E.1.12)}$$

A on  $m$  és el grau del polinomi generador  $g(x)$ ,  $k$  ve donada per l'exponent de la base 2 a les dimensions del camp de Galois, o sigui  $GF(2^k)$ .

Així si  $g(x)$  té grau  $m=4$  i els elements del codi es prenen d'un camp finit  $GF(2^3)$  i com que  $m=n-k$ , s'obté  $n=7$ , per tant el codi serà (7, 3). Que significa que s'utilitzen 7 símbols i 3 són per al missatge que es vol codificar o emmagatzemar. Per obtenir els bits cal codificar cada símbol utilitzant un altre polinomi i una arrel del mateix.

Amb el polinomi generatriu  $g(x)$  es pot obtenir la matriu generatriu  $\mathbf{G}$ , a l'exemple següent s'hi mostra el procediment:

Signi  $g(x)=x^4+x^3+x^2+1$  i un codi (7, 3), les files de  $\mathbf{G}$  vindran donades per la fórmula:

$$fila(j) = x^{n-j} + r_{n-j}(x) \quad 1 \leq j \leq k \quad \text{Equació(E.1.13)}$$

D'on  $r_j(x)$  és la resta de dividir  $x^j$  entre  $g(x)$ .

- o Per a la fila 1:

$$\begin{array}{r} \text{fila(1)} = x^6 + x^3 + x \\ \begin{array}{r} x^6 \\ \underline{x^6 + x^3 + x} \\ \phantom{x^6} + x^3 + x \end{array} \\ \begin{array}{r} x^3 \\ \underline{x^3 + x^2 + x} \\ \phantom{x^3} + x \end{array} \\ \begin{array}{r} x \\ \underline{x + x^2 + x} \\ \phantom{x} + x \end{array} \\ \text{r(x)} = x^3 + x^2 + x \end{array}$$

$$\text{Fila(1)} = x^6 + x^3 + x^2 + x$$

$$\text{Fila(1)} = (1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0)$$

- o Per a la fila 2:

$$\begin{array}{r} \text{fila(2)} = x^5 + x^2 + x + 1 \\ \begin{array}{r} x^5 \\ \underline{x^5 + x^2 + x + 1} \\ \phantom{x^5} + x^2 + x + 1 \end{array} \\ \begin{array}{r} x^2 \\ \underline{x^2 + x^2 + x + 1} \\ \phantom{x^2} + x + 1 \end{array} \\ \begin{array}{r} x \\ \underline{x + x^2 + x + 1} \\ \phantom{x} + x + 1 \end{array} \\ \text{r(x)} = x^2 + x + 1 \end{array}$$

$$\text{Fila(2)} = x^5 + x^2 + x + 1$$

$$\text{Fila(2)} = (0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1)$$

- o Per a la fila 3:

$$\begin{array}{r} \text{fila(3)} = x^4 + 1 \\ \begin{array}{r} x^4 \\ \underline{x^4 + x^3 + x^2 + 1} \\ \phantom{x^4} + x^3 + x^2 + 1 \end{array} \\ \begin{array}{r} x^3 \\ \underline{x^3 + x^2 + x + 1} \\ \phantom{x^3} + x^2 + x + 1 \end{array} \\ \text{r(x)} = x^3 + x^2 + x + 1 \end{array}$$



$$\text{Fila}(1)=x^4 x^3+ x^2+ x$$

$$\text{Fila}(1)=(0 0 1 1 1 0 1)$$

Així, **G** serà:

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}; \quad P = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H = (P^T, I) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Als codis Reed-Solomon el polinomi generatriu  $g(x)$  és del tipus:

$$g(x) = \prod_{j=1}^{m-1} (x - \alpha^j) \quad \text{Equació(E.1.14)}$$

A continuació es mostra un altre exemple de codificació, detecció i correcció d'errors:

Siguin les arrels del polinomi generatriu  $g(x)$   $1, \alpha, \alpha^2, \alpha^3$ , definits als seus coeficients en un camp finit  $GF(2^3)$  per el que  $k=3$  i sigui el polinomi que defineix la base  $x^3+x+1$  amb arrel primitiva  $\alpha$ .

El polinomi  $x^3+x+1$  té per arrel  $\alpha$ , així que  $\alpha^3 + \alpha + 1 = 0$ , d'aquí s'obté que la base arribarà com a màxim fins  $\alpha^2$  ja que  $\alpha^3$  es pot posar en funció d'elements de menor grau perquè  $-\alpha^3 = \alpha^3 = \alpha + 1$ , si es va multiplicant successivament per  $\alpha$  (ídem a l'apartat E.1.3) s'arribarà al resultat dels pesos  $(\alpha^2 \ \alpha \ 1)$ , que indica que es codifiquen el símbols amb tres bits.

$$g(x) = \prod_{j=1}^{m-1} (x + \alpha^j) = (x + 1) \cdot (x + \alpha) \cdot (x + \alpha^2) \cdot (x + \alpha^3) = (x^2 + (\alpha + 1)x - \alpha) \cdot (x^2 + (\alpha^2 + \alpha)x + \alpha^3)$$

Que si es desenvolupa dóna el polinomi generatriu:

$$g(x) = x^4 + \alpha^2 x^3 + \alpha^5 x^2 + \alpha^5 x + \alpha^6 \quad \text{Equació(E.1.15)}$$

El polinomi obtingut és de grau  $m=4$ , per tant,  $m=n-k \rightarrow n=7$  i la distància del codi serà  $d=m+1=4+1=5$ . Es tracta d'un codi (7, 3), però ara són símbol i no bits, cada codeword és de 7 símbols, dels quals 3 símbols són el missatge que interessa codificar. Cada símbol és de 3 bits segons s'obté dels pesos ( $\alpha^2 \alpha^1$ ) per tant, cada codeword consta de  $7 \times 3=21$  bits.

A partir del polinomi  $g(x)$  es pot obtenir la matriu generatriu a partir de l'equació E.1.13 i el seu procediment ja descrit. Així doncs, la matriu generatriu és:

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \alpha & \alpha^2 & \alpha^4 & \alpha^6 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & \alpha^2 & \alpha^4 & \alpha^6 \\ 0 & 0 & 1 & \alpha^2 & \alpha^4 & \alpha^6 & \alpha^6 \end{bmatrix}$$

I el codi s'obté de  $c=m \cdot G$ , a on  $m$  és el missatge que es vol codificar o emmagatzemar amb  $k=3$  símbols, per tant  $3 \times 3=9$  bits.

Si es vol codificar  $m=(001 \ 101 \ 111)$ , es té que:

$$001=1 \quad 101=\alpha^2 + 1 = \alpha^3 111 = \alpha^2 + \alpha + 1 = \alpha^5 \quad \rightarrow m=(1 \ \alpha^3 \ \alpha^5)$$

(Per obtenir aquestes igualtats és necessari aplicar el procediment descrit a E.1.3 a:  $-\alpha^3 = \alpha^3 = \alpha + 1$ )

El codeword resultant serà:

$$c = m \cdot G = [1 \ \alpha^3 \ \alpha^5] \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \alpha & \alpha^2 & \alpha^4 & \alpha^6 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & \alpha^2 & \alpha^4 & \alpha^6 \\ 0 & 0 & 1 & \alpha^2 & \alpha^4 & \alpha^6 & \alpha^6 \end{bmatrix} = [1 \ \alpha^3 \ \alpha^5 \ 0 \ 1 \ 1 \ \alpha^6]$$

Aquest serà el codeword codificat o emmagatzemat.

Per conèixer als símbols que poden ser corregits primer es busca la matriu nul·la.

$$H = \begin{bmatrix} \alpha & 1 & \alpha^2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \alpha^2 & \alpha & \alpha^3 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \alpha^3 & \alpha^2 & \alpha^4 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \alpha^4 & \alpha^3 & \alpha^5 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

El número de símbols que es poden corregir amb aquest codi són  $d=m+1=2t+1=n-k+1 \rightarrow t=2$ .

Si es suposa un codi emmagatzemat  $c=(1 \alpha^3 \alpha^5 0 1 1 \alpha^6)=(001 011 111 000 001 001 101)$  amb presència d'un error al segon símbol i un altre al sisè símbol per l'esquerra de forma que es llegís:  $r=(001 100 111 000 001 100 101)=(1 \alpha^2 \alpha^5 0 1 \alpha^2 \alpha^6)$ .

Es calcula el síndrom  $s=(S_1 S_2 S_3 S_4)=r \cdot H^T$ , però utilitzant una matriu nul·la modificada.

$$H = [(\alpha^i)^{n-1} \ (\alpha^i)^{n-2} \ \dots \ (\alpha^i)^2 \ \alpha^i \ 1] \quad \text{Equació(E.1.16)}$$

A on  $\alpha^i$  són totes i cadascuna de les arrels de  $g(x)$ , així que per seguir amb l'exemple, les arrels són  $1, \alpha, \alpha^2, \alpha^3$  quedant  $H$  com:

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \alpha & \alpha & \alpha & \alpha & \alpha & \alpha & \alpha \\ \alpha^2 & \alpha^2 & \alpha^2 & \alpha^2 & \alpha^2 & \alpha^2 & \alpha^2 \\ \alpha^3 & \alpha^3 & \alpha^3 & \alpha^3 & \alpha^3 & \alpha^3 & \alpha^3 \\ \alpha^4 & \alpha^4 & \alpha^4 & \alpha^4 & \alpha^4 & \alpha^4 & \alpha^4 \\ \alpha^5 & \alpha^5 & \alpha^5 & \alpha^5 & \alpha^5 & \alpha^5 & \alpha^5 \\ \alpha^6 & \alpha^6 & \alpha^6 & \alpha^6 & \alpha^6 & \alpha^6 & \alpha^6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \alpha & \alpha & \alpha & \alpha & \alpha & \alpha & \alpha \\ \alpha^2 & \alpha^2 & \alpha^2 & \alpha^2 & \alpha^2 & \alpha^2 & \alpha^2 \\ \alpha^3 & \alpha^3 & \alpha^3 & \alpha^3 & \alpha^3 & \alpha^3 & \alpha^3 \\ \alpha^4 & \alpha^4 & \alpha^4 & \alpha^4 & \alpha^4 & \alpha^4 & \alpha^4 \\ \alpha^5 & \alpha^5 & \alpha^5 & \alpha^5 & \alpha^5 & \alpha^5 & \alpha^5 \\ \alpha^6 & \alpha^6 & \alpha^6 & \alpha^6 & \alpha^6 & \alpha^6 & \alpha^6 \end{bmatrix}$$

Utilitzant la nova forma de la matriu nul·la es calculen els components del síndrom del vector llegit, obtenint:

$$S_1 = 1 + \alpha^2 + \alpha^5 + 1 + \alpha^2 + \alpha^6 = \alpha$$

$$S_2 = \alpha^6 + \alpha^7 + \alpha^9 + \alpha^2 + \alpha^3 + \alpha^6 = 1 + \alpha^2 + \alpha^2 + \alpha^3 + \alpha^6 = 1 + \alpha^2 + \alpha^2 + \alpha^3 = 1 + \alpha + 1 = \alpha$$

$$S_3 = \alpha^5 + \alpha^5 + \alpha^6 + \alpha^4 + \alpha^4 + \alpha^6 = 0$$

$$S_4 = \alpha^4 + \alpha^3 + \alpha^{10} + \alpha^6 + \alpha^5 + \alpha^6 = \alpha^2 + \alpha + \alpha^2 + \alpha + 1 = 1$$

Ara cal localitzar els símbols erronis, per a fer-ho s'ha de seguir un procediment que implica resoldre un sistema d'equacions, el primer d'ells segueix la fórmula general:

$$S_{t+j} = f_1 * S_{t+j-1} + \dots + f_{t-1} * S_{j+1} + f_t * S_j \quad \text{Equació(E.1.17)}$$

A on  $1 \leq j \leq t$ , els  $f_i$  són les incògnites i  $S_i$  les components del síndrome calculat.

Per al cas de l'exemple  $t=2$ ,  $1 \leq j \leq 2$  quedant el sistema d'equacions amb:

$$\begin{aligned} S_3 &= f_1 * S_2 + f_2 * S_1 \\ S_4 &= f_1 * S_3 + f_2 * S_2 \end{aligned} \quad \text{Equació(E.1.18)}$$

Es soluciona el sistema d'equació utilitzant Cramer.

$$\begin{vmatrix} S_2 & S_1 \\ S_3 & S_2 \end{vmatrix} = S_2 \cdot S_2 + S_1 \cdot S_3 = \alpha \alpha + \alpha 0 = \alpha^2 = \alpha^2$$

$$f_1 = \frac{\begin{vmatrix} S_3 & S_1 \\ S_4 & S_2 \end{vmatrix}}{\alpha^2} = \frac{0 \cdot \alpha + \alpha 1}{\alpha^2} = \frac{\alpha}{\alpha^2} = \frac{1}{\alpha} = \alpha^5$$

$$f_2 = \frac{\begin{vmatrix} S_2 & S_3 \\ S_3 & S_4 \end{vmatrix}}{\alpha^2} = \frac{\alpha 1 + 0}{\alpha^2} = \frac{\alpha}{\alpha^2} = \frac{1}{\alpha} = \alpha^5$$

La posició dels errors s'obté dels exponents de les arrels d'un polinomi  $f(x)$ :

$$f(x) = x^t + f_1 x^{t-1} + \dots + f_{t-1} x + f_t \quad \text{Equació(E.1.19)}$$

Que en el cas de l'exemple s'obté:  $f(x) = x^2 + f_1 x + f_2$ , que substituint els valors amb els trobat amb el sistema d'equacions:  $f(x) = x^2 + \alpha^5 x + \alpha^6$ .

Per obtenir les arrels de  $f(x)$  es pot procedir per tanteig:

- per  $x=\alpha$ ;  $f(\alpha) = \alpha^2 + \alpha^6 \alpha + \alpha^6 = \alpha^2 + \alpha^7 + \alpha^6 = \alpha^2 + 1 + \alpha^2 + 1 = 0$ ;  $x=\alpha$  és una arrel de  $f(x)$ .
- per  $x=\alpha^2$ ;  $f(\alpha^2) = \alpha^4 + \alpha^6 \alpha^2 + \alpha^6 = \alpha^4 + \alpha^8 + \alpha^6 = 1 \neq 0$
- per  $x=\alpha^3$ ;  $f(\alpha^3) = \alpha^6 + \alpha^6 \alpha^3 + \alpha^6 = \alpha^2 \neq 0$
- per  $x=\alpha^4$ ;  $f(\alpha^4) = \alpha^8 + \alpha^6 \alpha^4 + \alpha^6 = \alpha + \alpha^{10} + \alpha^6 =$   
 $= \alpha + \alpha^3 + \alpha^6 = \alpha^2 \neq 0$
- per  $x=\alpha^5$ ;  $f(\alpha^5) = \alpha^{10} + \alpha^6 \alpha^5 + \alpha^6 = \alpha^3 + \alpha^{11} + \alpha^6 = \alpha^3 + \alpha^4 + \alpha^6 =$   
 $= \alpha + 1 + \alpha^2 + \alpha + \alpha^2 + 1 = 0$ ;  $x=\alpha^5$  és una arrel de  $f(x)$ .

Els símbols erronis són donats per els exponents de les arrels de la manera següent:

- $X = \alpha \rightarrow (n - \text{exponent de l'arrel}) = (7-1)=6 \rightarrow$  el sisè símbol des de l'esquerra és erroni.
- $X = \alpha^5 \rightarrow (n - \text{exponent de l'arrel}) = (7-5)=2 \rightarrow$  el segon símbol des de l'esquerra és erroni.

Fins al moment s'han detectat els símbol erronis, però per corregir-los cal primer de tot resoldre sistema d'equació amb tantes incògnites com errors s'hagin detectat:

$$\begin{aligned} Y_1 + Y_2 &= S_1 \\ x_1 Y_1 + x_2 Y_2 &= S_2 \end{aligned} \qquad \text{Equació(E.1.20)}$$

A on  $Y_1$  indica el valor de l'error al símbol donat per  $(n - \text{exponent de } x_1)$ ,  $x_1$  és l'arrel de  $f(x)$ ,  $Y_2$  indica el valor de l'error al símbol donat per  $(n - \text{exponent de } x_2)$ ,  $x_2$  és l'altra arrel de  $f(x)$ .

Així,

$$\begin{aligned} Y_1 + Y_2 &= \alpha \\ \alpha^5 Y_1 + \alpha Y_2 &= \alpha \end{aligned}$$

Resolent el sistema es troba que  $Y_1 = \alpha^5$  i  $Y_2 = \alpha^6$ .

El vector error serà:  $\mathbf{e} = (0 \alpha^5 0 0 0 \alpha^6 0)$ , i el codeword recuperat serà:

$$\mathbf{c} = \mathbf{e} + \mathbf{r}$$

$$(1 \alpha^2 \alpha^5 0 1 \alpha^2 \alpha^6) + (0 \alpha^5 0 0 0 \alpha^6 0)$$

$$\mathbf{c} = (1 (\alpha^2 + \alpha^5) \alpha^5 0 1 (\alpha^2 + \alpha^6) \alpha^6) = (1 \alpha^3 \alpha^5 0 1 1 \alpha^6)$$

Que es correspon amb el valor de codeword original.

## Annex F El sistema RFID

### F.1 Principis bàsic de funcionament del sistema RFID

Un sistema de comunicació RFID es basa en la comunicació bidireccional entre un lector (interrogador) i una etiqueta (transponder o tag), per mitjà d'ones de radiofreqüència.

El sistema de transmissió d'informació varia segons la freqüència a la que treballi. Així es pot classificar un sistema RFID en sistemes basats en l'acoblament electromagnètic o inductiu, i basats en propagacions d'ones electromagnètiques. Es pot apreciar aquesta diferenciació a la Figura F.1.1.

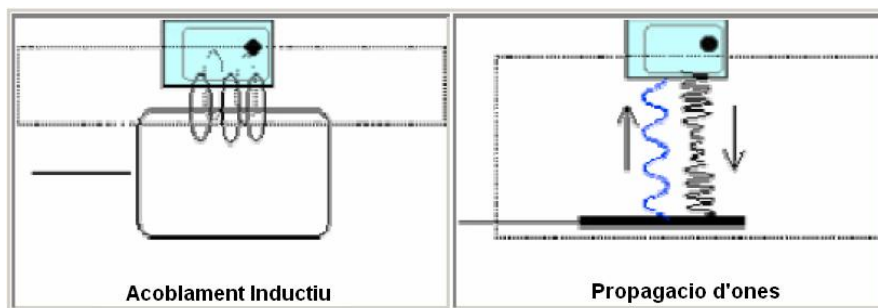


Fig. F.1.1 Mètodes de propagació de la informació a la tecnologia RFID  
(<http://www.monografias.com>).

Cal tenir en compte que la comunicació es pot realitzar en zones industrials amb metalls, que unit a les característiques de soroll, interferència i distorsió d'aquestes comunicacions via ràdio complica la correcta recepció de bits. A més, aquesta comunicació és del tipus asíncrona, que repercuteix en una major atenció en paràmetres com la forma de comunicar les dades i la organització del flux de bits. Tot això porta a l'estudi de l'anomenada codificació de canal, amb la finalitat de millorar la recepció d'informació.

Com en tota comunicació via ràdio es necessita entre els dos components de la comunicació un camp sinusoidal variable o ona portadora. La comunicació s'aconsegueix aplicant una variació en aquest camp, ja sigui en amplitud, fase o freqüència, en funció de les dades a transmetre. Aquest procés es coneix com a

modulació. A RFID se solen aplicar les modulacions ASK (Amplitud Shift Keying), FDK (Frequency Shift Keying) i PSK (Phase Shift Keying).

Els diferents mètodes de propagació de la informació són utilitzats en diferents freqüències. D'aquesta manera l'acoblament inductiu funciona a freqüències més baixes i el sistema de propagació d'ones a freqüències més elevades. Existeix també un altre tipus de propagació utilitzat en distàncies menors a 1cm, que poden treballar teòricament a freqüències baixes de fins a 30MHz, són els sistemes "close coupling".

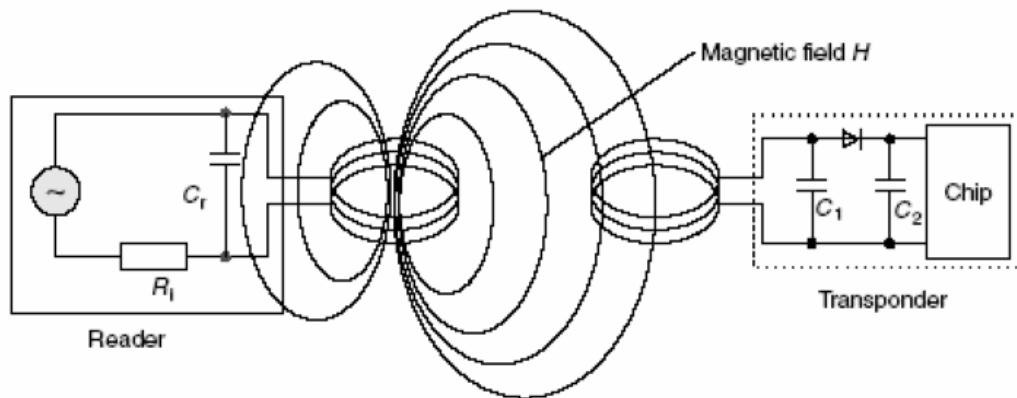
Aquests sistemes utilitzen a la vegada camps elèctric i magnètics per a la comunicació. La comunicació entre el lector i el transponder no ocasiona un consum excessiu d'energia, per tant en aquests sistemes es poden utilitzar xips que tinguin consums d'energia elevats. Són sistemes utilitzats generalment en aplicacions amb un abast mínim però amb estrictes mesures de seguretat. S'utilitzen en aplicacions com seria el cas de panys de portes electròniques. Aquests sistemes cada cop tenen menys importància al mercat de la tecnologia RFID.

Per altra banda, existeixen els sistemes de "remote coupling" basats en l'acoblament inductiu (magnètic) entre el lector i el tag. Per això, aquests sistemes també són coneguts com "inductive radio systems". Els sistemes basats en acoblament capacitiu (elèctric) són poc utilitzats per la indústria, en canvi els inductius cobreixen el 80% dels sistemes RFID. Aquest sistema de comunicació entre el lector i el tag treballa a la banda de freqüència comprès entre els 135KHz i els 13.56MHz. Encara que en algunes aplicacions puguin treballar a una freqüència lleugerament superior. El camp d'abast arriba aproximadament a 1m. Aquests sistemes sempre utilitzen transponders passius.

### **F.1.1 Acoblament inductiu**

L'acoblament inductiu es basa en el mateix funcionament dels transformadors. A la Figura F.1.2 s'hi pot observar un esquema de l'acoblament inductiu. En aquestes freqüències el camp creat per l'antena de l'interrogador és l'energia que aprofita el tag per a la seva comunicació. El diàmetre de l'antena serà el camp d'abast. A distàncies més llunyanes la potència necessària és molt elevada. La bobina del lector genera un fort camp electromagnètic, que penetra a la secció de l'antena del transponder i a la seva zona pròxima.





**Fig. F.1.2 Esquema d'acoblament inductiu entre el lector i transponder**  
[\(<http://www.monografias.com>\)](http://www.monografias.com).

Les antenes d'aquests sistemes són bobines, tant del lector com del transponder, de gran tamany, degut a què la longitud d'ona ( $\lambda$ ) és elevada ( $\lambda$  és inversament proporcional a la freqüència). Això significa que  $\lambda=2220\text{m}$  per a freqüències de  $135\text{kHz}$ , i  $\lambda=22\text{m}$  a una freqüència de  $13.56\text{MHz}$ . Com que aquesta longitud d'ona és sensiblement més gran que la distància entre el lector i el transponder, el camp electromagnètic pot ser tractat com un simple camp magnètic alternant en funció de la distància entre tag i lector

Una part petita del camp emès penetra a la bobina del transponder. Es genera una tensió a l'antena (bobina) per inducció. Aquest voltatge és rectificat i serveix com alimentació per al microxip del transponder encarregat d'emmagatzemar la informació. Com es pot observar a la Figura F.1.2, un condensador ( $C_1$ ) és connectat en paral·lel amb l'antena del lector, el valor d'aquest condensador és seleccionat segons la inductància de l'antena que forma un circuit paral·lel de ressonància amb una freqüència de ressonància que ha de coincidir amb la freqüència de transmissió del lector. A l'antena del lector es generen grans corrents degut a la ressonància del circuit paral·lel, fet que permet crear camps intensos necessaris per a la comunicació entre lector i transponder.

L'antena (bobina) del transponder i el capacitatiu en paral·lel formen el circuit ressonant a la mateixa freqüència que emet el lector. El voltatge generat al transponder és màxim degut a la ressonància produïda per el circuit del transponder.

L'eficiència de l'energia transmesa entre les antenes del lector i del transponder és proporcional a la freqüència d'operació, la relació entre el número d'espores que tenen

les bobines (als transformadors conegut com a factor  $n$ ), l'àrea encapsulada per l'antena del transponder, l'angle que formen les bobines (una en respecte a l'altra) i la distància entre les dues bobines. Quan la freqüència s'incrementa, la inductància necessària al transponder i el número d'espines decreix. Com exemple, a una freqüència de 135KHz, el factor  $n$  oscil·la entre 100 i 1000, i per a una freqüència de 13.56MHz el valor del factor  $n$  es troba entre 3 i 10.

Això és degut perquè el voltatge del transponder és proporcional a la freqüència de ressonància, en canvi el número d'espines de la bobina quasi no afecta a l'eficiència de l'energia transmesa a altes freqüències.

Per a la transferència de dades entre transponder i lector se solen utilitzar tres tipus de sistemes d'acoblament inductiu: load modulation, load modulation amb subportadora i subharmònics.

- **Load modulation.**

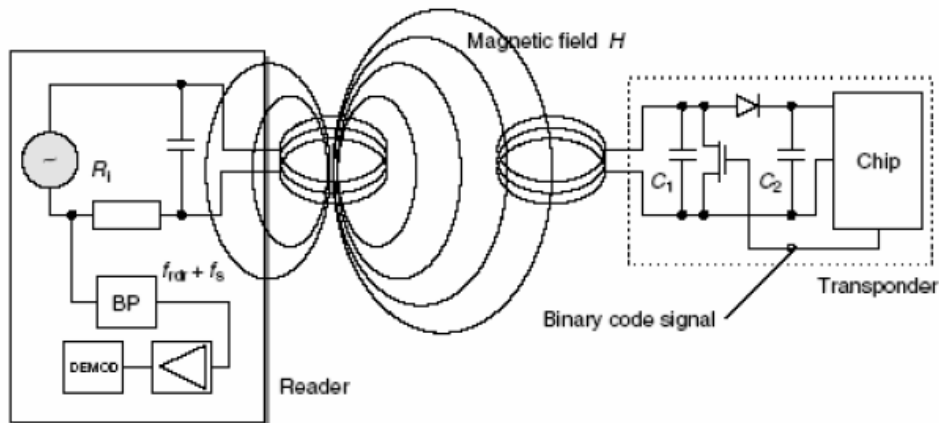
Es fonamenta en el funcionament d'un transformador, sent la bobina primària la del lector i la secundària la del transponder. Això es compleix si la distància entre les bobines no és superior a  $0.16\lambda$ , per tant el tag i el lector han d'estar pròxims. Si un transponder en ressonància es troba dins del camp magnètic d'un lector, agafa energia d'aquest camp.

El resultat del "feedback" del transponder a l'antena del lector pot ser representat com una impedància ( $Z_T$ ). Connectant i desconectant la resistència de càrrega present a l'antena del transponder s'aconsegueix variar el valor de  $Z_T$ , variant el voltatge que existeix a l'antena del lector. Això té un efecte a la modulació d'amplitud del voltatge del lector degut al transponder remot. El temps de desconnexió i connexió de la resistència de càrrega és controlat per les dades, aquest mètode és el que s'utilitza per enviar les dades del transponder al lector.

- **Load modulation amb subportadora.**

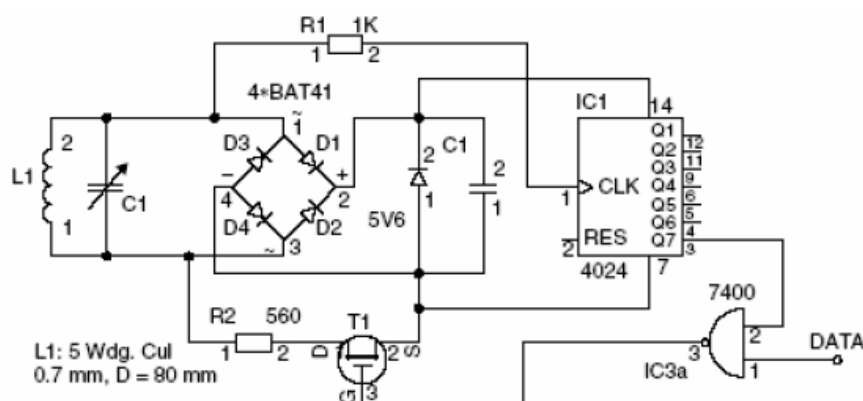
Degut a l'acoblament dèbil que es realitza entre lector i transponder, les fluctuacions que es produeixen a la tensió de l'antena del lector (la informació) és varis ordres de magnitud inferior a la tensió de la sortida del propi lector. A la

pràctica per a un sistema de 13.56MHz, s'entrega a l'antena un voltatge de 100V en ressonància, la senyal rebuda del transponder és de l'ordre de 10mV.



**Fig. F.1.3 Generació de load modulation connectant i desconnectant la resistència del drain-source del FET del xip (<http://www.monografias.com>).**

Detectar aquesta fluctuació requereix una circuiteria complicada, com a solució s'utilitzen les bandes contigües a la modulació creada. És necessari incorporar una nova resistència de càrrega al transponder que es connecti i es desconnecti a una freqüència elevada  $f_s$ , dues línies espectrals són creades a una distància  $f_s$  de la freqüència de ressonància entre lector i transponder. Un dels mètodes possibles és utilitzar un transistor FET i el transponder, com es veu a la Figura F.1.3 (el lector té un circuit capaç de detectar la subportadora).



**Fig. F.1.4 Exemple més detallat d'un generador de modulació de càrrega amb subportadora en sistema d'acoblament inductiu (<http://www.monografias.com>).**

En aquestes freqüències conegudes com a subportadores, és més fàcil detectar les variacions de tensió. La informació es pot modular en ASK, FSK o PSK amb el flux de dades. Això significa una modulació d'amplitud a la subportadora. Per últim, només és necessari un filtre passa banda per aïllar una de les dues subportadores. Degut a l'àmplia banda de guarda que requereixen aquests filtres, aquest procediment només és utilitzat a la banda ISM a les freqüències de 6.78MHz, 13.56MHz i 27.125MHz.

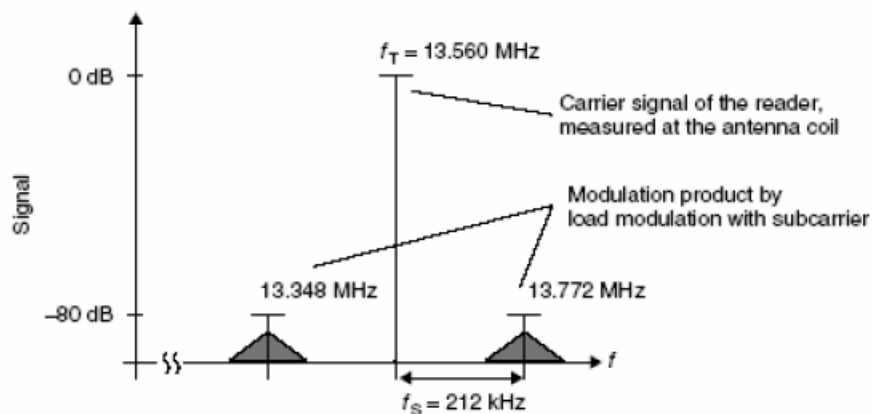


Fig. F.1.5 La Load modulation crea dos subportadores a una freqüència  $f_s$  de la freqüència de transmissió del lector. La informació es troba a les bandes laterals de les dues subportadores (“RFID: La tecnología de identificación por radiofrecuencia”, *Universidad Pontificia Comillas de Madrid* (2006)).

- **Subharmònics.**

Basat en la utilització de subharmònics d'una freqüència  $f_A$ , és a dir,  $f_1=f_A/2$ ,  $f_2=f_A/3$ , etc. Es pot utilitzar el primer subharmònic, és a dir, la meitat de la freqüència de transmissió del lector. La senyal després del divisor és modulada per el flux de dades i enviada al transponder. Aquesta serà la freqüència a la que respongui el transponder. El transponder necessitarà un divisor binari de freqüència per realitzar aquesta operació. La freqüència d'operació més popular per als sistemes subharmònics és de 128KHz. Per tant, la freqüència de resposta del transponder és de 64KHz.

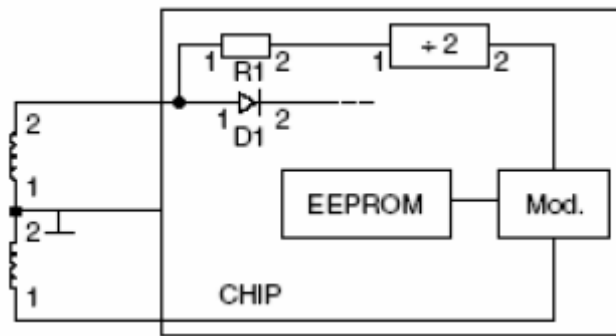


Fig. F.1.6 Disseny d'un transponder que utilitza subharmònics  
(<http://www.monografias.com>).

### F.1.2 Acoblament backscatter

Un altre sistema de transferència d'informació són els sistemes "long-range", que com el seu propi nom indica són de llarg abast, superiors a 1m. Aquests sistemes es basen en l'ús d'ones electromagnètiques a la banda de UHF o microones. La majoria d'aquests sistemes són coneguts com sistemes "backscatters" degut al seu principi de funcionament. Existeixen altres sistemes de llarg abast que utilitzen ones acústiques de superfície al rang de les microones.

Tots aquests sistemes "long-range" operen a la banda de UHF, 868MHz (Europa) i 915MHz (EEUU) i a la banda de les microones de 2.5GHz i 5.8GHz. La principal avantatge de treballar en aquestes freqüències és tenir una longitud d'ona curta, que permet la construcció d'antenes d'un tamany molt petit i de gran eficiència. Els sistemes que utilitzen el principi backscatter tenen un abast típic de 3m en transponders passius i d'uns 15m en transponders actius. La bateria dels transponders actius no proporcionen l'energia necessària per a la comunicació entre lector i tag, únicament alimenten el microxip en el seu procés d'emmagatzematge i consulta de memòria. L'energia per a la transmissió entre el transponder i el lector, per tant, és únicament extreta del camp magnètic generat per l'interrogador al realitzar la comunicació.

Bàsicament el transponder modula la informació rebuda des del lector variant la impedància de l'antena, això es realitza variant el valor de la resistència de càrrega  $R_L$ . A la Figura F.1.7 s'hi pot veure igual com a l'exemple d'acoblament inductiu, que la impedància del transponder és modulada per el transistor FET del xip.

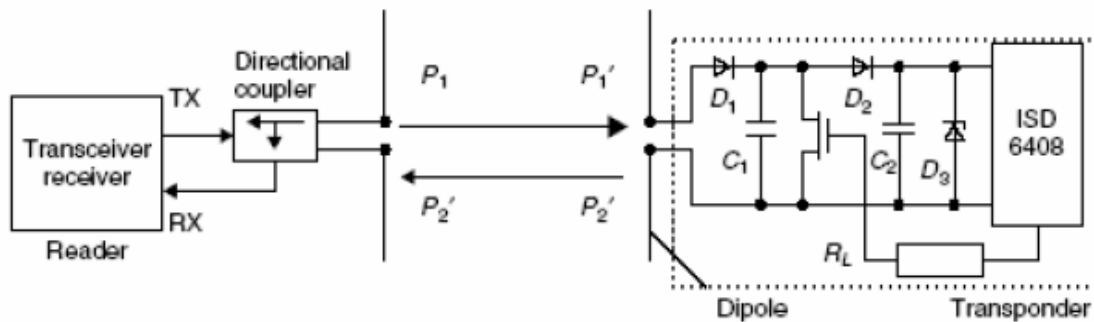


Fig. F.1.7 Esquema del funcionament dels sistemes backscatter

(<http://www.monografias.com>).

El lector té un acoblador direccional per a separar la senyal transmesa de la senyal rebuda molt més dèbil. L'interrogador detecta les dades transmeses per la targeta com una pertorbació del propi nivell de la senyal. La senyal rebuda per l'interrogador des de la targeta es troba a un nivell d'uns -60dB per sota de la portadora de transmissió del propi sensor.

Referent a l'energia necessària per a la transmissió d'informació en aquestes freqüències, s'ha de realitzar amb anterioritat un càlcul de les pèrdues per espai lliure en relació a la distància  $r$  entre transponder i lector, es pot veure l'equació (F.1.1) utilitzada per al càlcul. En aquest cas les variables seran els guanys de les dues antenes ( $G_T$  i  $G_R$ ) i la freqüència a la que opera el sistema. Per el que fa a les unitats, la freqüència està expressada en Hz i la distància en metres.

$$a_F = -147.6 + 20 \log(r) + 20 \log(f) - 10 \log(G_T) - 10 \log(G_R) \quad \text{Equació (F.1.1)}$$

Les pèrdues a l'espai lliure són la relació entre la potència emesa per el lector i la potència rebuda al transponder, tot a una determinada freqüència.

Utilitzant la tecnologia de semiconductors de baixa corrent, els xips dels transponders poden operar amb un consum inferior als  $5\mu\text{W}$ . Existeixen sistemes que incorporen al transponder unes bateries addicionals, que implicaria un augment del camp d'abast. Aquests sistemes permeten la optimització del consum d'aquestes bateries quan el transponder no es troba al camp d'acció del lector, ja que aquestes romanen en estat de desconnexió fins que novament es troben sota l'acció de l'interrogador. En aquest

estat de “stand-by” el consum és de pocs  $\mu\text{A}$ . El xip no és reactivat fins rebre una senyal suficientment forta del lector.

A la Taula F.1.1. s'hi pot observar les pèrdues en espai lliure a diferents freqüències, s'hi observa com a major freqüència i més distància, més pèrdues hi hauran.

| <b>Distància <math>r</math> (m)</b> | <b>868MHz</b> | <b>915MHz</b> | <b>2.54GHz</b> |
|-------------------------------------|---------------|---------------|----------------|
| 0.3                                 | 18.6dB        | 19.0dB        | 27.6dB         |
| 1                                   | 29.0dB        | 29.5dB        | 38.0dB         |
| 3                                   | 38.6dB        | 39.0dB        | 47.6dB         |
| 10                                  | 49.0dB        | 49.5dB        | 58.0dB         |

**Taula F.1.1 Pèrdues a l'espai lliure.**

La principal diferència amb els sistemes inductius és d'on prové l'energia que aprofita el transponder per a realitzar la comunicació, mentre els sistemes a una freqüència més elevada utilitzen les ones electromagnètiques, aconseguint així un camp d'abast més gran, els sistemes inductius utilitzen l'energia creada per l'antena.

Per la tecnologia de radars se sap que les ones electromagnètiques són reflexades sobre objectes amb dimensions superiors a la meitat de la longitud d'ona. L'eficiència de reflexió de les ones per part d'aquests objectes es coneix com “reflexion cross-section”. Una petita part de la potència emesa per l'antena del lector és absorbida per l'antena del transponder, passa per l'antena d'aquest com un voltatge d'HF i després és rectificat per díodes. El voltatge ha de ser suficient per a servir com alimentació per rangs petits. Una proporció de la potència absorbida és reflexada per l'antena i retornada.

Les característiques d'aquesta reflexió poden ser influenciades per les alteracions de la càrrega de l'antena. Per transmetre del transponder al lector, la resistència de càrrega present al transponder connectada en paral·lel amb l'antena, es connecta i desconnecta segons el flux de dades. L'amplitud d'aquesta ona reflexada des del tag és modulada, d'aquí el nom de modulació backscatter. Aquesta potència reflexada és radiada a l'espai lliure, una petita part d'aquesta potència és recollida per l'antena del lector. Aquesta potència, el lector la recull per mitjà d'un acoblador bidireccional, descartant així la potència que emet ell mateix, que és substancialment més elevada.

### F.1.3 Close Coupling

Els sistemes Close Coupling són dissenyats per rangs d'abast d'entre 0.1cm i un màxim d'1cm. El transponder quan es realitza la comunicació sol estar al centre d'un cercol, que és la bobina del lector, o bé al centre d'una bobina en forma d'"u". El funcionament de les bobines del transponder i del lector és el mateix que el d'un transformador. El lector representa les espires primàries i el transponder les secundàries.

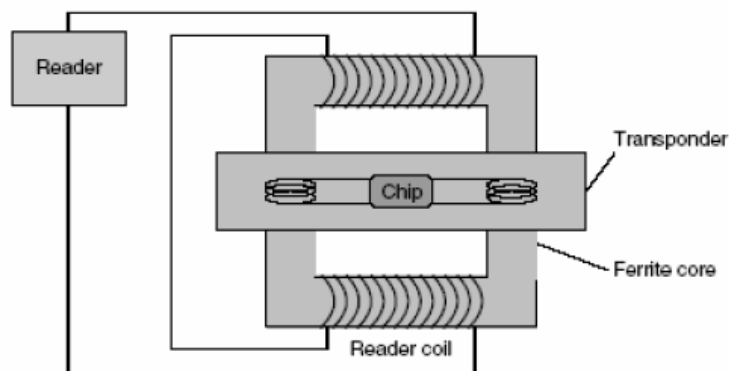


Fig. F.1.8 Sistema Close Coupling (<http://www.monografias.com>).

Una corrent alterna d'alta freqüència a les espires primàries generen un camp magnètic d'alta freqüència que es transmet per la bobina del transponder. Aquesta energia és rectificadada i proporciona l'alimentació al xip del transponder. Degut a que la tensió induïda és proporcional a la freqüència de la corrent entrant, la freqüència seleccionada ha de ser la més elevada possible. A la pràctica són utilitzats rangs d'entre 1 - 10MHz. Per mantenir les pèrdues al nucli del "transformador" aquestes bobines són elaborades amb ferrita, un material que optimitza les pèrdues a aquestes freqüències.

A diferència dels sistemes d'acoblament inductiu i de microones, l'eficiència de l'energia transmesa del lector al transponder és excel·lent, per això solen ser utilitzats en sistemes que necessiten l'ús de xips potents, que consumeixin molta energia, com per exemple els microprocessadors.



## F.2 Rangs de freqüència

El fet de que els sistemes RFID generin i radiïn ones electromagnètiques implica que aquests siguin classificats com a sistemes de ràdio.

El funcionament d'altres sistemes de ràdio no s'han de veure's perjudicats, sota cap circumstància, per les ones emeses per un sistema RFID.

És particularment important assegurar-se de que no interfereixin amb la televisió i la ràdio, els serveis de ràdio mòbils (policia, seguretat, indústria), les comunicacions marines i aeronàutiques i els telèfons mòbils.

La necessitat d'acomodar altres serveis de ràdio disminueix significativament la varietat de freqüències disponibles a les que treballar a l'hora d'implementar un sistema de RFID. Per aquest motiu, normalment només és possible utilitzar rangs de freqüència que han estat reservats específicament per aplicacions industrials, científiques o mèdiques. Aquestes són les freqüències classificades mundialment com banda ISM (Industrial - Scientific – Medical) o SRD i poden també ser utilitzades per aplicacions d'identificació per radiofreqüència.

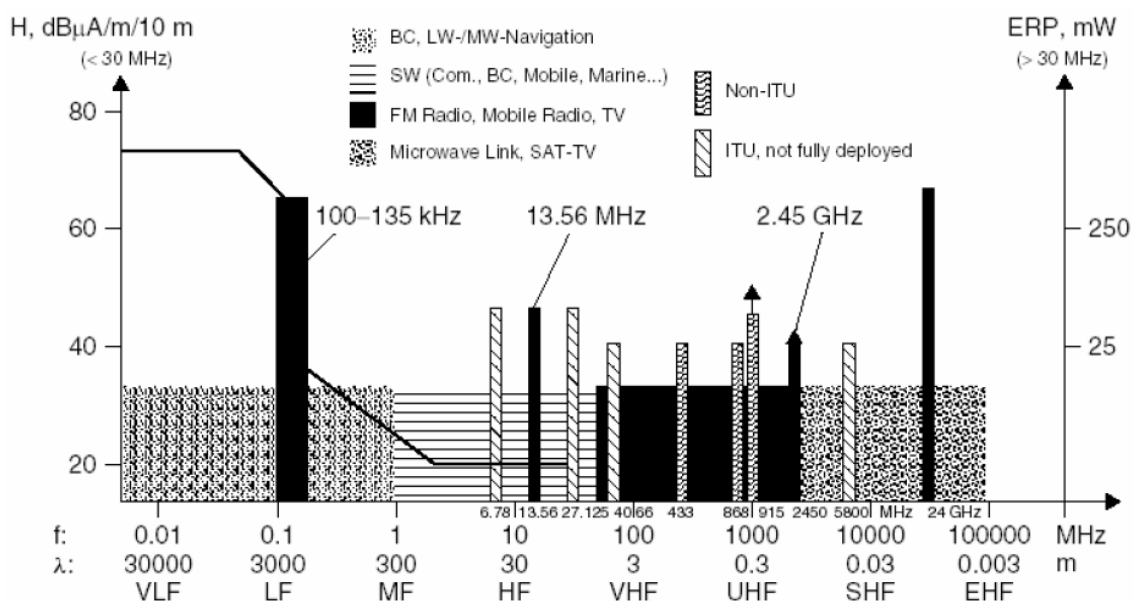
A la següent taula s'hi poden veure alguns rangs de freqüència utilitzats en sistemes de RFID i les seves principals característiques.

| <b>Rangs de freqüència per a sistemes de RFID</b> |   |  |
|---|---|--|
| <b>Rang de freqüència</b>                         | <b>Observacions</b>   | <b>Intensitat de camp/Potència de Tx</b> |
| <135KHz   | Baixa potència. Acoblament inductiu   | 72dBµA/m                                 |
| 6.765 – 6.795 MHz                                 | Mitja freqüència (ISM), acoblament inductiu.  | 42dBµA/m                                 |
| 7.4 – 8.8 MHz                                     | Mitja freqüència, utilitzat per a EAS (Electronic Article Surveillance).  | 9dBµA/m                                  |
| 13.553 – 13.567 MHz                               | Mitja freqüència (ISM), acoblament inductiu, ISO 1443, MIFARE, LEGIC..., smart labels (ISO 15693, Tag-It, I-Code,...) i control d'articles (ISO 1800-3) | 42dBµA/m                                 |
| 26.957 – 27.283 MHz                               | Mitja freqüència (ISM), acoblament inductiu, només aplicacions especials.   | 42dBµA/m                                 |
| 433 MHz   | UHF (ISM), acoblament per backscatter, rarament utilitzat per a RFID.   | 10 – 100 mW                              |
| 868 – 870 MHz                                     | UHF (SRD), acoblament per backscatter, nova freqüència, sistema poc desenvolupat.   | 500 mW, només Europa                     |

|                   |   |  |
|-------------------|---|--|
| 902 – 928 MHz     | UHF (SRD), acoblament per backscatter, varis sistemes.                            | 4 W - espectre eixamplat, només EEUU/Canadà                    |
| 2.4 – 2.483 GHz   | SHF (ISM), acoblament per backscatter, varis sistemes, identificació de vehicles. | 4 W - espectre eixamplat, només EEUU/Canadà.<br>500 mW, Europa |
| 5.725 – 5.875 GHz | SHF (ISM), acoblament per backscatter, poc utilitzat.                             | 4 W, EEUU/Canadà<br>500mW, Europa                              |

**Taula F.2.1 Rangs de freqüència per a RFID.**

Com es pot veure a la següent figura, la banda ISM recull un ampli grup de freqüències que poden utilitzar els sistemes RFID.



### F.3 Procés de comunicació EPC

Les especificacions de la capa física del EPC Gen2 estableixen que a les comunicacions del lector a l'etiqueta s'ha d'utilitzar modulacions de doble banda lateral ASK (double sideband shift keying, DSB –ASK), simple banda lateral ASK (simple sideband amplitude shift keying, SSB-ASK) o de revers de fase ASK (phase reversal

amplitud shift keying, PR-ASK), amb una codificació de polsos en intervals (pulse-interval encodins, PIE). El lector esperarà una resposta de backscatter (backscattering reply).

A la comunicació de l'etiqueta al lector s'haurà d'enviar una senyal no modulada codificada en format FM0 o codi Miller. En ambdós casos el mètode utilitzat per a comunicar-se és Half Duplex.

Per procedir a la identificació de les etiquetes que es troben dins del radi d'acció del lector existeixen 3 operacions bàsiques:

- **Select:** aquesta operació permet al lector poder “veure” quina població de tags hi ha disponibles al seu camp d'acció. Es pot comparar aquest procés amb un *Select* realitzada en una sentència Sql per a bases de dades, d'aquí el seu nom.
- **Inventari:** És la operació que permet la identificació de les etiquetes. El procés d'inventari s'inicia quan el lector envia una comanda *Query*. Després un o més tags poden respondre en aquesta petició. El lector detecta una única resposta d'un tag i l'interroga per a què li proporcioni el codi PC (Protocol Control), el codi EPC i el CRC-16. Aquest procés comprèn varies comandes i es realitza un una única sessió a la vegada.
- **Accés:** el procés d'accés comprèn varies operacions de comunicació amb l'etiqueta (lectura i/o escriptura). Una única etiqueta ha de ser identificada abans d'iniciar el procés d'accés a la mateixa.

De totes maneres, el procés de comunicació entre el lector i l'etiqueta és molt més complicat del que pot semblar. A la figura que hi ha a continuació s'hi pot veure un diagrama d'estats d'una etiqueta. Aquests estats representen la situació de l'etiqueta en cada possible moment d'una comunicació amb el lector.

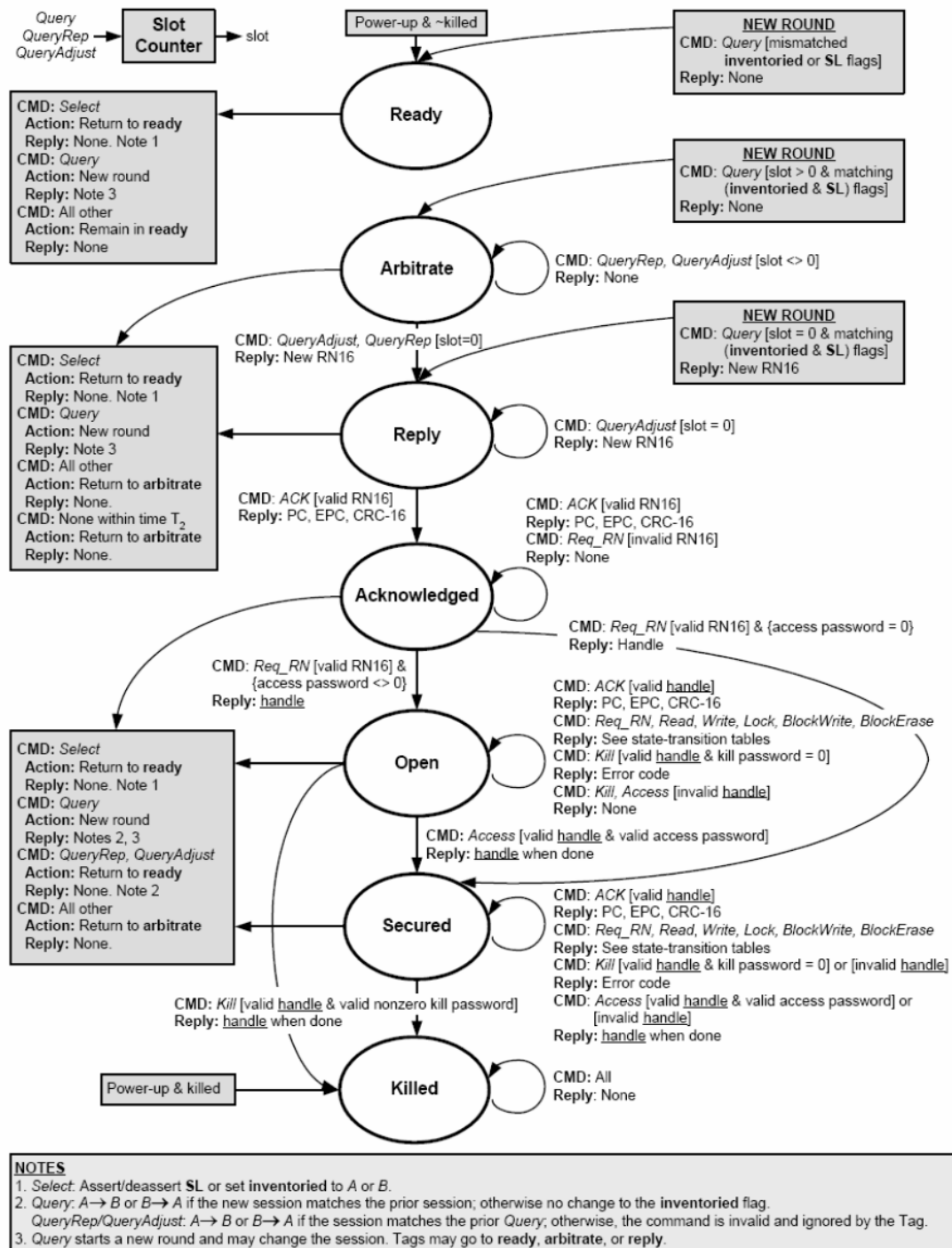


Fig. F.3.1 Diagrama d'estats d'una etiqueta que compleix EPC Gen2 segons GS1.

## Annex G Articles

### G.1 Traçabilitat

DAMM, S.A. ha instal·lat en les seves plantes el SAEX (Sistema de Automatització de Expedicions), un sistema que permet automatitzar les operacions de expedició, càrrega de producte i gestió d'almacens, mitjançant la digitalització de processos de càrrega i descàrrega.

# DAMM automatiza sus expediciones



*En el almacén de El Prat, DAMM funciona con SAEX*

**E**l SAEX, sistema de automatización de expediciones, se ha instalado en la fábrica que el Grupo Damm tienen en el Prat de Llobregat, donde hay funcionando cinco líneas de envasado y un almacén de expediciones de producto acabado y envases. Este mismo sistema, con ligeras modificaciones, podría servir para otros fabricantes, operadores logísticos y plataformas de la gran distribución.

*El SAEX es la automatización de procesos desde el final de las líneas de envasados hasta la carga de producto terminado*

El Grupo DAMM, fabricante de marcas tan conocidas como Estrella Damm, Voll Damm, Estrella Levante, Keller, Veri o Fuente Liviana y con una facturación anual de 450 millones de euros, ha estado durante varios años llevando a cabo un proceso de desarrollo e innovación aplicado a la automatización de sus expediciones de producto acabado.

El resultado ha sido el SAEX, sistema de automatización de expediciones, que

ha permitido la automatización de los procesos de las operaciones de alimentación y evacuación de las líneas de envasado, gestión de almacenes de expediciones, y carga y descarga de camiones. El sistema se compone de tres partes principales: Sistema de gestión de almacenes, sistema de carga y descarga de camiones automática, y almacén automático sin estanterías gestionado con AGVs (vehículos guiados automáticamente).

El sistema de gestión de almacenes, SGA, es el cerebro que gestiona todo el SAEX ya que tiene en todo momento la información de las necesidades de las líneas de envasado, ubicación y las operaciones que están realizando los AGVs, posición de cada palet, estado de los sistemas de carga y descarga automáticas, camiones en espera, etc.

El sistema de carga y descarga automática, SCA, realiza en una única operación la carga y descarga de un camión de 24,5 toneladas de carga en solo 12 minutos comparado con los 40 minutos que se tardaba antes. Una de las novedades de este sistema es que el camión se descarga y carga si tener que moverlo de posición y otra es que los mecanismos están colocados en el muelle de carga, en lugar de en el camión para aprovechar al máximo la capacidad de carga.

El almacén automático sin estanterías gestionado por los AGVs, vehículos gestionados automáticamente, se encarga, siguiendo instrucciones del SGA, de alimentar y evacuar las líneas de envasado y los sistemas de carga y automática. De esta forma, el almacén funciona como si se tratara de un silo automático pero sin estanterías.



*El sistema de etiquetado en DAMM es la clave del funcionamiento del SAEX*

### Funcionamiento del SAEX

SAEX es sistema que automatiza los procesos de expediciones desde el final de las líneas de envasados hasta la salida de la fábrica del producto terminado. Los protagonistas de esta automatización sustituyen todo el trabajo de las carretillas elevadoras tradicionales de forma automatizada, recibiendo instrucciones directamente del sistema de gestión de almacenes y añadiendo valor con toda la información de trazabilidad. El SGA dispone de la información de todos los componentes del SAEX controlando en todo momento la trazabilidad del producto.

A la salida de las líneas de envasado se han instalado apiladores que permiten a los AGVs transportar hasta 4 palets o 3.500 kilos por movimiento, dependiendo del tipo de formato de producto. El beneficio obtenido ha sido la reducción de la cantidad de movimientos dentro del almacén a las estibas o a los sistemas de carga automática minimizando con ello la cantidad de AGVs.

A través de la información proveniente de las etiquetas de los palets, leídos a la salida de las líneas de envasado, el SGA dispone de la información necesaria para gestionar el almacén de expediciones. El SGA informa a los AGVs que hay

que evacuar producto terminado de la línea de envasado y se le asigna destino, SCA o estiba. También le indica si es necesario alimentar las líneas de envasado y el tipo de envase.

Hasta aquí se trataría de una automatización del sistema de recogida interna de productos acabados y preparación para cargas, pero el SAEX contiene también los sistemas de carga y descarga automática. En base a las necesidades de carga de producto, el SGA le indica a los AGVs que producto tiene que ser descargado y cargado en los SCAs. El SCA descarga y carga un camión de 24,5 toneladas de carga en 12 minutos sin tener que moverlo. Tomando en cuenta que en la fábrica del Prat se descargan y cargan hasta 130 camiones al día, y a nivel de todo el grupo aproximadamente 9.200 trailers al mes, implica un potencial de



*Las cargas se desplazan automáticamente*

reducción de costes importante.

Los beneficios más importantes del SAEX son: alimentación y evacuación automática de las líneas de envasado, gestión automática del almacén, reducción del tiempo de carga y descarga de camiones (de 40 a 12 minutos), trazabilidad del producto hacia toda la red logística del Grupo, reducción de roturas de producto, reducción de mano de obra, y operatividad las 24 horas del día sin interrupciones. ☺

### Trazabilidad permanente

Con el sistema de gestión de almacenes, SGA que es uno de los componentes del SAEX, se registran permanentemente los palet de producto que salen de la línea de envasado al almacén mediante la lectura del código EAN128. Así, se mantiene una base de datos constantemente actualizada y a través de una consulta on line, se puede llegar a conocer la fecha en que ese producto salió de producción, entró en almacén o cuándo caduca. La implantación se llevó a cabo en 14 almacenes reguladores de 6 fábricas del Grupo. Por lo que respecta a la gestión de los almacenes reguladores, se utiliza la consulta y acciones sobre el stock on line. En la base de datos central, se relaciona la información de las etiquetas EAN128 con los movimientos del producto: des de el seguimiento de la ruta hasta su entrega.

*El grupo DAMM S.A trabaja en España con una cifra aproximada de 9.200 trailers al mes, lo que equivale a unos 420 al día*

“DAMM automatiza sus expediciones”, *LogiCEL* 42 (2003): 28-29

## G.2 Codis bidimensionals als mòbils

### Lara Croft llega a los móviles a través de códigos bidimensionales

#### Movistar introduce los códigos 2D para descargarse juegos, ejecutar vídeos o acceder a páginas web

L.F. - Madrid - 21/03/2007

Movistar ha utilizado el tirón del videojuego Tomb Raider para lanzar una nueva tecnología, los códigos 2D, formados por cuadros blancos y negros, que contienen información binaria, que permite descargarse un videojuego, entrar en una página web o sustituir a una entrada de cine.

El funcionamiento es sencillo. Sólo se necesita una aplicación gratuita, que se obtiene enviando un mensaje de texto (sms) al 404 con la palabra "BIDI", y un teléfono con funciones multimedia que incluya una cámara de fotos. Actualmente, el 80% de los clientes de Movistar usan terminales con estas características.

Esta pequeña aplicación permite que cuando la cámara capta la imagen del "código bidi" (que usan mecanismos de codificación QR y Datamatrix) ejecute una orden ya sea abrir un vídeo o acceder a una página web. Las aplicaciones son múltiples, especialmente en los campos de la publicidad y las inmobiliarias, que son los sectores que mayor interés han mostrado por esta tecnología, según Telefónica.

"Los códigos binarios pueden llevar la publicidad multimedia a la prensa o permitir ver la foto de un piso desde un sencillo clasificado", comenta Susana Rodríguez Urgel, directora de Canales Online y Comercio Móvil de Movistar.

La otra gran aplicación de estos códigos de barras de la era de Internet es su utilización para reemplazar los tickets o las entradas. "Estamos realizando varias pruebas con Servicaixa", explica Rodríguez, "para envíen los bidis a los móviles de sus clientes que sólo deberán pasarlo por un lector cuando vayan al cine, al teatro o un concierto".

A diferencia con la lectura de códigos bidi, esta aplicación sólo puede ejecutarse en móviles un poco más avanzados, de los que existen en torno a un millón de terminales en el mercado, según los datos de Telefónica.

Así que por el momento Movistar se centra en utilizar esta tecnología como una forma de simplificar el acceso a sus contenidos. Los videojuegos van a ser su primer campo de experimentación con los códigos bidi. Las tarifas de conexión son las mismas que las de la navegación Wap, que supone unos 50 céntimos por sesión.

"Lara Croft llega a los móviles a través de códigos bidimensionales", *elpais.com*, (21/03/2007).



## La tarjeta de embarque llega al móvil

### Spanair y Vodafone se alían para ofrecer la posibilidad de tomar un vuelo mostrando un código bidimensional que se envía al teléfono

AGENCIAS / [ELPAIS.com](http://ELPAIS.com) - Madrid - 04/06/2007

Los billetes de avión pueden comprarse desde hace tiempo por Internet, y gracias al billete electrónico es posible ahorrarse alguna que otra cola para conseguir la tarjeta de embarca. Spanair ha decidido dar un paso más y, tras un acuerdo con Vodafone, permitirá a sus pasajeros recibir en su teléfono móvil unos códigos bidimensionales que sirven como tarjeta de embarque, con la que podrán ir directamente al control de seguridad.

Para solicitar el envío al móvil de esta tarjeta de embarque virtual los clientes de Spanair deben dirigirse en la actualidad a la página web de la compañía e introducir su número de teléfono móvil, marca y modelo. Una vez en el aeropuerto, el pasajero podrá realizar el embarque gracias a la validación automática de ese código, pasando el móvil por unos escáneres especiales situados en los controles de seguridad y en las puertas de embarque.

Por ahora, estos dispositivos funcionan en el aeropuerto de Málaga, aunque durante esta semana estarán también disponibles en el de Madrid Barajas con ocasión de la Feria de la Innovación de Vodafone MOVE 07, que tendrá lugar los próximos miércoles y jueves. El director de comercio electrónico de Spanair, Pablo Sánchez, consideró que este proyecto "simplificará y facilitará su tránsito por el aeropuerto, permitiéndoles además una mayor comodidad en todas las fases de su viaje al poder prescindir de documentos en papel".

Por su parte, el director de Innovación de la Unidad de Negocio de Empresas de Vodafone España, Pedro Fuertes, subrayó que esta nueva aplicación "es un claro ejemplo de que las comunicaciones móviles son una herramienta clave en la optimización de procesos, que además contribuye de forma decisiva a hacer más sencilla y agradable la vida a los ciudadanos".

"La tarjeta de embarque llega al móvil", *elpais.com*, (04/06/2007).

## Ciberentradas

Serviticket de la mano de Telefónica Móviles y La Caixa ha desarrollado el primer sistema de entradas virtuales comercializado en España utilizando el teléfono móvil como soporte. El procedimiento se basa en una tecnología denominada Datamatrix que consiste en la creación de una imagen de dos dimensiones formado por la combinación de pixels negros y blancos que conforman un código único que puede contener información de hasta un máximo de 2 Kb. Para utilizar esta tecnología se debe tener una cámara de al menos 1,3 megapixels, o al menos eso nos dice la Wikipedia, no obstante el código (imagen) suele acompañarle un código numérico que se puede utilizar indistintamente, de este modo la capacidad de utilizar esta tecnología se extiende a una gran cantidad de teléfonos.

Para su uso el local tiene que estar dotado de un lector compatible adecuado que pueda



interpretar correctamente el código Datamatrix. Cuando el usuario entra pasa su móvil con la imagen en la pantalla por el lector el sistema reconoce el código y de esta manera permite el acceso a la sala. Las compañías han realizado una primera prueba piloto en Barcelona, en el Cinesa Diagonal.

Pero esta tecnología no sólo tiene uso comercial para sustituir el papel en un sistema de acceso a un recinto como el descrito. La tecnología de códigos Datamatrix nos permite su utilización en procesos promocionales sustituyendo o complementando a los códigos de barras.

Nuestros amigos de Codilink nos presentaron hace muy poco una opción de M-cupones, así lo denominan ellos, que han utilizado en Starbucks en Inglaterra con un sistema desarrollado por ellos y que se integra con los TPVs de las tiendas de manera que se puede ofrecer diferentes mecánicas promocionales en el punto de venta, lo que hace que sea un sistema tremendamente versátil.

Está claro que este sistema de cupones virtuales ofrece múltiples alternativas para su uso en mecánicas relacionadas con el punto de venta. EL móvil, siempre disponible, siempre en el bolsillo se convierte así en una fabulosa herramienta promocional. Ahora sólo queda que los fabricantes de TPVs y los grandes centros comerciales decidan adaptar sus sistemas a este tipo de códigos para que realmente pueda difundirse de uso.

Redondo, Jose Manuel, "Ciberentradas ", *zeddigita.com*, (01/01/2007).

El següent cas es tracta d'un post que mostra novament una nova aplicació dels codis bidimensionals (<http://www.kirainet.com/una-de-las-utilidades-de-internet-en-japn/>).

Hace unos días vimos algunas de las ventajas de ir adelantados tecnológicamente en una sociedad. Vamos a ver en este post una utilidad concreta que utilizan millones de japoneses, no es algo que necesite un gran ancho de banda pero es ingenioso y útil. Es curioso ver lo bien que utilizan la tecnología que tienen para crear nuevas aplicaciones según SUS necesidades sin preocuparse por el resto del mundo.

Teniendo en cuenta que aquí en Tokyo se encuentra la mayor acumulación de gente del mundo, y es la zona urbana más grande del mundo; una de las cosas más complicadas es moverse por esta gran ciudad sin perderse. Si hacemos una consulta al Google Zeitgeist podréis comprobar como la palabra más buscada por los japoneses en el Goolgle es "Chisu" (Mapa).



Google Zeitgeist de Japón. Mapa es la palabra más buscada.

Este fin de semana por ejemplo, voy a ir a una exposición de Picasso. Si entráis en la web anterior veréis que junto a la dirección de la exposición se ve una imagen como esta:



Código 2D

Si hacéis click sobre el código os llevará esta web con un mapa detallado (Salen incluso las tiendas 24horas que hay en la zona) indicando donde está la exposición.



Pero lo realmente interesante sería tener este mapa en nuestro móvil y que el teléfono nos guiará hasta la exposición usando GPS. Para conseguirlo lo primero que hacemos es enchufar el code reader del móvil.



Code reader

Luego acercamos el móvil a la pantalla del ordenador hasta que el móvil lea el Código 2D (Tarda un segundo).

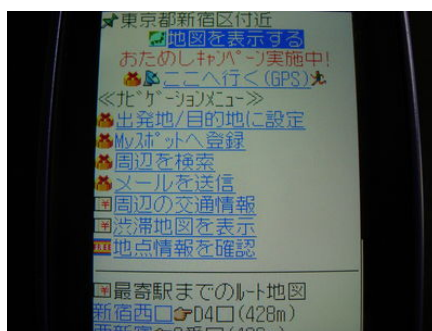


Leemos el código



Código leído

Una vez leído el código se conecta a un servidor y obtenemos la mejor ruta para ir desde mi casa hasta la exposición usando el metro o el tren. Como podéis ver en la siguiente foto no se preocupan nada por traducir sus sistemas e internacionalizarlos, simplemente se preocupan por tener ellos lo mejor.



Ruta para ir al museo

Conforme vayamos viajando hacia el museo, el móvil detectará nuestra posición en cada momento mediante GPS y nos va indicando en que estaciones tenemos que cambiar de tren etc. Al final nos guiará mediante un mapa obteniendo datos mediante GPS en tiempo real. Otra muy interesante es que antes de salir de casa, el teléfono móvil nos dirá si en la zona del museo está lloviendo, con lo que podremos coger el paraguas a tiempo.



Ya tenemos el mapa para ir al museo en el móvil.

Esta es una de las muchas aplicaciones de los sistemas GPS. Aquí los GPS son muy comunes, conducir un coche por Tokyo sin GPS es prácticamente imposible. Por eso, más del 90% de los coches en Tokyo tienen sistemas GPS.

### G.3 Tecnologia RFID

#### Els nous codis de barres (RFID): Cap a un futur sense cues

**Aquesta tecnologia, ja quotidiana en els xips d'identificació de mascotes o en les targetes d'accés, revolucionarà la forma de comprar**

Consumer EROSKI, la revista del consumidor d'avui - març 2007

És qüestió de temps, però acabarà ocorrent: les cues, ja siga davant la caixa registradora en una botiga, davant la taquilla d'un cine, en el control de seguretat d'una discoteca o en l'accés a un concert multitudinari, tenen els dies comptats. La clau s'amaga sota les sigles RFID, una tecnologia que permetrà pagar 'sense passar per caixa' o identificar-se sense que l'usuari haja de fer res més que acostar-se a un lector de xips.



RFID és un sistema d'identificació per radiofreqüència (és l'acrònim de 'Radio Frequency Identification') mitjançant el qual un aparell pot llegir a distància un xip que conté una sèrie d'informacions. El lector envia un senyal de rastreig fins que troba el xip i aquest 'rebota' l'ona de ràdio amb una sèrie de dades. El xip està pensat per a estar associat a un objecte o un animal. Per exemple, les mascotes han de portar a Espanya, per llei, un xip RFID sota la pell que informa del nom de l'animal i del seu amo, així com del telèfon i l'adreça per a la seua devolució en cas de pèrdua (fet que també en fa més difícil l'abandó). RFID també s'usa en les targetes que identifiquen l'usuari com a soci d'un determinat club (diversos clubs de futbol anglesos les usen fan anys), així com en els cotxes, per permetre el pagament del peatge d'algunes autopistes sense haver d'aturar el vehicle en el peatge, amb la millora consegüent en la fluïdesa de la circulació. Però aquestes opcions, al cap i a la fi, només aporten una millora enfront del codi de barres tradicional: la lectura a distància. No espremen tot el potencial del RFID.

### **Substitut del codi de barres**

Un dels llocs on més comoditat podria aportar el RFID és en les botigues, on podria substituir el codi de barres. Aquesta etiqueta electrònica, única per cada unitat de producte (i no per cada tipus de producte, com en l'actualitat), informaria del preu, la data de caducitat si en té, la marca, el model, el pes, etc. a qualsevol aparell lector habilitat. A més, com que la lectura dels xips és per radiofreqüència, no cal passar cada codi davant un feix de llum com en l'actualitat, sinó que un dispositiu muntat en un arc podria comptar (i cobrar) per la suma total de productes al carro sense haver de treure'ls un per un. Això sí, caldrà esperar que la tecnologia estiga més depurada perquè els lectors de RFID actuals només lliguen, de moment, un producte cada vegada.

Els usos futurs ratllen la ciència ficció. Així, una nevera equipada amb lector de RFID podria indicar quan la data de caducitat d'un aliment és prop de vèncer. La informació que pot emmagatzemar un d'aquests dispositius és notable, per tant és molt probable que a penes hi haja ideada tan sols una petita part de les potencialitats que pot oferir.

### **Per què no ha arribat encara a les botigues?**

Tot i això, el principal problema per a la seua expansió és l'alt preu que té. O millor dit, la carestia de cada unitat. Un xip RFID barat costa 20 cèntims d'euro, que aparentment no és massa, si no fos perquè cal aplicar-lo a cada unitat de cada producte, amb independència del seu cost comercial. I, amb el preu actual, només l'etiqueta, per exemple, valdria més que un iogurt, un cost inassumible per a la indústria. De moment, el seu ús se circumscriu a productes més cars, com són la roba, el calçat o els electrodomèstics. En la indústria logística, molts palets ja incorporen aquestes etiquetes i es facilita molt la gestió automatitzada. Però que ningú no dubte que està prop el dia en què s'abaratiran aquests xips fins fer aquest futur possible: es preveu que al 2010 serà rendible introduir aquesta tecnologia fins i tot en els productes més barats.

“Els nous codis de barres: cap a un futur sense cues”, *Consumer EROSKI, la revista del consumidor d'avui*, (març 2007).

## **II Seminario sobre el sistema de identificación electrónica EPC**

EFECOM, Madrid – 27/11/2005

Varias empresas compartieron su experiencia comercial acerca del sistema de identificación EPC (Electronic Product Code) en todos los movimientos y control de almacén, durante el II Seminario de la Asociación de Fabricantes y Distribuidores (AECOC) sobre el EPC celebrada el miércoles en Madrid.

Compañías como KH Lloreda -fabricante del desengrasante KH7-, Misako -producción de bolsos- o Ac Marca, que someten a prueba el nuevo "chip inteligente" o sistema de identificación EPC en sus actividades de control o comercio.

Junto a estas empresas, más de un centenar de profesionales analizaron la situación actual en España y las perspectivas de futuro de este sistema de identificación de productos y mercancías.

EPC es un sistema de identificación mediante "chips" que combina la tecnología de radiofrecuencia de identificación e internet, y que, según AECOC, se perfila ya, como el sucesor del código de barras, que actualmente utilizan en España más de 22.000 compañías.

Según AECOC, este dispositivo lleva años aplicándose en los peajes automáticos de las autopistas, en las tarjetas de acceso a edificios, o en los chips de identificación que llevan algunos perros, pero la aplicación de la radiofrecuencia de identificación al comercio supone una importante novedad y representa un salto tecnológico.

Estas "etiquetas inteligentes" permiten la identificación automática de productos a través de un sistema de radiofrecuencia, combinado con otro de información basado en internet, y así, cada artículo dispondrá de un espacio web asociado, con información completa sobre su composición, origen y lugar de fabricación, fecha de caducidad y trayecto comercial.

Según el presidente de AECOC, Juan José Guibelalde, "el consumidor va a ser el primer beneficiado de la implantación de unos chips que contendrán toda la información relevante sobre un producto a lo largo de su ciclo de vida, desde su fabricación hasta su compra".

Añade que de esta forma "podríamos tener, por ejemplo, información precisa al instante, sobre la temperatura a la que ha sido sometido un alimento, y detectar así posibles alteraciones, garantizando la seguridad de los procesos y su trazabilidad".

El uso de este "chip inteligente" permite mejoras en sectores como la alimentación (control individualizado de cada alimento), la salud (tarjetas de identificación con historial médico, el transporte (control de equipajes), la industria automovilística (seguimiento de vehículos en la cadena de montaje), o la identificación de animales.

En el ámbito del consumo, la radiofrecuencia permitirá que se acelere el proceso de compra, se eliminarán también las falsificaciones en sectores tan sensibles como el farmacéutico, y se mejorarán los sistemas de garantías de los productos.

El nuevo chip es un estándar global que ya ha comenzado a extenderse internacionalmente, en países como Estados Unidos, Alemania, Suiza o el Reino Unido.

Según estimaciones de AECOC, el horizonte temporal para su implantación en España es de unos 10 años, con una cifra de inversión por parte de los futuros usuarios de esta tecnología de aproximadamente 1.000 millones de euros, y así, en 2008 habrá un volumen de compañías usuarias suficiente para que este tipo de tecnología sea rentable.

Ejemplo de ello son la norteamericana Wal-Mart (la cadena de distribución detallista), que fue una de las pioneras en el uso de esta tecnología aplicada al comercio, o la cadena de distribución alemana Metro AG y la británica Tesco.

"II Seminario sobre el sistema de identificación EPC", *eldia.com*, (27/11/2005)

## **Implantación de la RFID en transporte y logística**

Los principales proveedores de Wal-Mart tuvieron que darse prisa para cumplir el plazo de incorporación de la RFID de enero de 2005, pero incluso con el año empezado, a muchas empresas todavía les faltaba mucho por recorrer en la carrera tecnológica. Por John Lamb, Logistics Europe.

Ya se ha cumplido el plazo de adopción del etiquetado de identificación por radiofrecuencia (RFID) establecido por Wal-Mart para los supermercados de EE.UU. La “obligación” a sus 100 proveedores principales se dio a conocer en noviembre de 2003.

Frente a la polémica generada por la agresiva postura con la tecnología por parte del gigante internacional de la alimentación, la exaltación no ha impresionado demasiado a muchos directores del sector del transporte, la distribución y la logística en Europa. Al menos eso es lo que se desprende del reciente informe encargado por Intermec, llamado European RFID Research 2004.

Por ejemplo, dos tercios de las empresas del sector respondieron que no tenían planeado realizar proyectos piloto con esta tecnología, lo que en general se percibe como un primer paso necesario para la adopción final de la RFID. Por otro lado, un 13% de los encuestados por Intermec ha realizado pruebas satisfactorias y ya está usando la tecnología.

A pesar que alrededor de un tercio de las empresas del sector contestaron que ya habían efectuado una prueba, o que lo estaban planeando, el estudio determina que tan solo 212 empresas encuestadas del sector del transporte podían citar a competidores como TNT, Exel, UPS y DHL como empresas del sector que lideran la adopción de la RFID.

La empresa de logística Tibbett & Britten, que ahora forma parte de Exel, fue una de las primeras compañías de transporte en incorporar la RFID. A principios de este año, la empresa británica abrió un laboratorio de investigación, llamado “RFID Living Lab”, en un centro de distribución de bebidas dirigido por una filial canadiense. La combinación de líquidos y contenedores metálicos típica de los envases de bebidas se considera una de las más complicadas para la tecnología de RFID.

La investigación en el laboratorio, que se inició como respuesta a los requisitos de Wal-Mart, implicó instalar equipos de RFID en cuatro tipos distintos de carretillas, una enfardadora y un sistema móvil de lectura en puerta. La investigación de Tibbett & Britten indica que sólo se pueden conseguir unos índices de lectura del 100% en cajas paletizadas que contenga líquido y envases metálicos, si todas las cajas exteriores tienen etiquetas mirando hacia fuera y no hay ninguna caja que obstaculice la lectura.

“Hemos podido comprobar las ventajas de aplicar la RFID en varias actividades de captura de datos y ahora se lo estamos demostrando a nuestro clientes”, afirma Jim Hyslop, Vicepresidente de I+D, Tibbett & Britten Americas. “También ofrecemos a los clientes la posibilidad de probar sus productos en nuestro laboratorio para determinar las

configuraciones óptimas de etiquetado y paletizado, además de formar a sus empleados en RFID."

No sorprende que Wal-Mart fuera el nombre más reconocido entre los directores de logística de empresas de transporte, pero los encuestados estaban divididos al 50% entre los que pensaban que Wal-Mart ganaría una ventaja competitiva al liderar la adopción de la tecnología y los que creían que su posición en el mercado no cambiaría.

Hay que tener en cuenta que en el momento de realizar la encuesta, sólo unos pocos directores pensaban que todos o la mayoría de proveedores de Wal-Mart cumplirían el plazo de enero. La mayoría era de la opinión de que sólo entre el 50% y el 75% de los proveedores lo lograría.

Esta tendencia cautelosa se reflejó en la visión de los encuestados sobre sus propias empresas. La mayoría de ellos contestaba que entendía los principios generales de la RFID, pero que tenía un conocimiento técnico limitado de la misma. En el otro extremo, eran pocos los que afirmaban que estaban al día de los últimos avances en RFID.

El desconocimiento estaba a la orden del día cuando se les preguntaba por el precio de las etiquetas de RFID. Alrededor del 44% simplemente no lo sabía. Este dato no deja de ser sorprendente, ya que la opinión generalizada en el sector de la cadena de suministro es que la aplicación de etiquetas a contenedores como palets y cajas resultaría más rentable, en un principio, que pegar tags RFID en cada artículo.

En cuanto a las posibles ventajas de la RFID, había más consenso. Alrededor del 85% de los directores de cadenas de suministro en el sector de la distribución y la logística opinaba que la mejora del servicio al cliente sería la razón más importante para invertir en la tecnología de RFID para su empresa.

"La tecnología de RFID pone fin a las discrepancias en la entrega de mercancías a lo largo de todo el proceso, lo que permite a las empresas de logística decir a sus clientes con exactitud el lugar en el que se encuentran sus artículos dentro de la cadena de suministro", explica Paul Richardson, Director del sector minorista de Exel.

El estudio de Intermec destaca el hecho de que la adopción de la RFID todavía se encuentra en una fase inicial. La mayoría coincide en la importancia de la RFID, pero todavía no se conocen bien sus implicaciones. Los animadores del sector minorista, como Wal-Mart y Metro, todavía van a tener que gritar mucho más.

"Implantación de la RFID en transporte y logística", *Intermec*, (primer trimestre del 2005)



## La RFID mantiene las cerezas frescas

**El proyecto, que involucra a un productor de fruta y un minorista italiano, revela que la tecnología RFID puede ayudar a trazar las temperaturas de almacenaje de las cerezas a lo largo de la cadena de suministro**

17/08/2007 > RFID Journal

El RFID Lab de la Universidad de Parma y varios colaboradores han completado un piloto para trazar la temperatura de las cerezas enviadas desde el campo por el productor Apo Conerpo hasta las tiendas del minorista italiano Conad. El piloto se ha realizado en las ciudades de Modena y Albenga, Italia. El objetivo del proyecto era trazar las temperaturas de almacenaje de las cerezas a través de la cadena de suministro, desde el productor, donde los sensores RFID se activan, hasta la zona de ventas de la tienda, donde son compradas.

“Muchos pilotos realizados para la cadena de suministro cubren procesos simples o específicos de almacenaje o transporte, pero no toda la cadena”, dice Antonio Rizzi, profesor de logística industrial y gestión de cadena de suministro del departamento de ingeniería industrial de la Universidad de Parma. Rizzi es fundador y director del RFID Lab, quien ha liderado el proyecto.

El piloto forma parte del proyecto “Frutticultura post-raccolta”, dirigido por el Centro Ricerche Produzioni Vegetali. Los colaboradores del proyecto incluyen a Apo Conerpo y Conad, quienes han monitorizado las cajas de cerezas en dos centros de distribución y luego enviado a seis tiendas.

El proyecto, de un mes de duración, ha coincidido con la temporada de recogida de cerezas en Italia y ha concluido durante el pasado mes de julio. Durante este mes, los colaboradores han etiquetado cerca de 120 contenedores plásticos reutilizables mediante unas etiquetas personalizadas con sensores de temperatura, llamadas MTSens, proporcionadas por la compañía italiana Montalbano Technology.

Una vez el tag se coloca en las cajas en las instalaciones del productor de fruta, el MTSens empieza a recolectar los datos de temperatura que va almacenando en la memoria a los intervalos definidos. El tag semi-activo asistido por batería funciona a 13,56 MHz y cumple con la ISO 15693. El tag puede posicionarse entre dos cajas de cerezas como si se tratará de una hoja de papel.

Se han utilizado ocho lectores RFID de Feig Electronic, en concreto del nuevo modelo que soporta USB. Uno en las instalaciones del productor para activar el tag después que las cerezas sean embaladas. La Universidad de Parma utiliza otro para descargar el histórico de temperaturas, y otros seis para cada una de las tiendas que reciben las cajas de cerezas.

El piloto ha trazado una media de seis cajas diarias. Tres de ellas iban al centro de distribución del minorista ubicado en Modena, y las otras tres al centro de Albenga. Cada uno de los centros de distribución las enviaba a las tres tiendas correspondientes al proyecto. Cuando las cajas de cerezas eran vendidas se enviaba el tag a la Universidad para su análisis. Estos descargaban la información y devolvían el tag al productor.

Uno de los principales objetivos era asegurar que los tags no se perdieran en el trayecto del productor hasta las tiendas. Se han utilizado un total de 200 tags durante el piloto, de los cuales algunos se han roto o perdido. Se han registrado más de 65.000 históricos de temperatura de cerezas moviéndose a lo largo de la cadena de suministro.

Como resultado del proyecto, los colaboradores han aprendido que las cerezas están sujetas a condiciones de almacenaje erróneas durante el transporte. Además es donde pasan la mayor parte del tiempo y donde se producen los cuellos de botellas de las cadenas de suministro.

Además, todos los registros realizados en la cadena de suministro han permitido crear una serie de indicadores que determinan las condiciones de la cadena de suministro. El piloto ha permitido desarrollar un modelo basado en probabilidad para saber que está pasando dentro de la cadena de suministro. Muchas empresas logísticas y productores necesitan documentos sobre las condiciones de almacenaje para las autoridades reguladoras. El modelo utiliza los datos recolectados vía RFID para predecir con cierta probabilidad las condiciones de almacenaje según diferentes condiciones.

“RFID mantiene las cerezas frescas”, *RFID Magazine.com*, (17/08/2007).

## **Magellan Technology realiza el seguimiento de los implantes ortopédicos de Zimmer**

Zimmer ha implementado la tecnología RFID de Magellan para llevar a cabo el control de los kits de implantes ortopédicos a través de los centros de distribución. Los lectores túnel de Magellan y las etiquetas en papel estandarizadas StackTag® de PJM permiten un despliegue más rápido y más fiables

13/08/2007 > Magellan Technology

Magellan Technology, proveedor a nivel global de sistemas HF RFID de lectura y escritura, ha anunciado el exitoso despliegue de su solución para el seguimiento de implantes ortopédicos de Zimmer. Zimmer, una de las empresas importantes a nivel mundial en productos de cirugía ortopédica, ha instalado lectores RFID de Magellan a través de sus centros operativos en Nueva Zelanda, Australia, Japón y Tailandia. El gigante ortopédico ha escogido a Magellan por sus importantes funcionalidades, rapidez y fiabilidad de la tecnología PJM (Phase Jitter Modulation) de Magellan.

Los implantes ortopédicos individuales forman parte de un kit que se suministra a hospitales y escenarios de operaciones. Los dispositivos médicos de Zimmer cuentan tanto con un valor intrínseco como crítico para operaciones satisfactorias. Zimmer requiere un 100% de precisión en el picking ya que la preparación de los kits para escenarios de operación requiere de un proceso vital y regular. El proceso de kits se lleva a cabo con un 100% de precisión, asegurando que todos los ítems son fácilmente visibles para facilitar la calidad del despacho previo y la recepción de los chequeos. Normalmente no existe tiempo suficiente para escanear de forma individual con códigos de barras los numerosos ítems que hay en un kit.

Muchos kits ortopédicos se devuelven y de estos sólo un 3% se han utilizado. Con un ratio de retorno del 97%, varios centenares de miles de kits ortopédicos se devuelven para su

limpieza y acondicionamiento cada año. Los kits devueltos y los ítems ya no se encuentran preparados en el mismo orden que cuando el kit se envió por primera vez desde Zimmer y esto anteriormente causaba pérdidas de tiempo y costes adicionales en el acondicionamiento y orden de los kits devueltos anteriormente a los kits devueltos al stock. Como resultado, los niveles de costes de la cadena de suministro y en particular del inventario del fabricante aumentaban significativamente. Estos costes eran razón suficiente para Zimmer para considerar el etiquetaje de ítems mediante RFID para sus implantes ortopédicos.

Los requerimientos de Zimmer eran no obstante muy elevados: Zimmer quería una fiabilidad y precisión probadas, además de una identificación a una velocidad extremadamente elevada, una identificación también a tres dimensiones y una automatización sin manipulación manual.

Zimmer estudio el mercado RFID de forma intensiva, probó varias soluciones y se familiarizó con diversos productos RFID. Sólo la tecnología Stack Tag® PJM de Magellan cumplía con todas las expectativas de Zimmer.

A diferencia de otros tags RFID, los tags PJM RFID continúan funcionando incluso en contacto directo o movimiento. Esta característica junto con otras funcionalidades de PJM proporcionan fiabilidad y una precisión robusta para los productos devueltos donde los ítems se devuelven con poco cuidado. La tecnología RFID StackTag® de PJM es muy robusta y funciona de manera fiable en estas situaciones, especialmente en combinación con los lectores en túnel de Magellan, que identifican, leen y escriben miles de ítems etiquetados en todas direcciones incluso cuando se apilan ordenadamente.

PJM RFID también proporciona el protocolo de interfaz aérea RFID más rápido, cosa que significa que la velocidad del proceso se puede maximizar en todas las localizaciones del proceso, tanto leyendo como codificando un número de identificación del tag o información adicional. Un kit completo de dispositivos ortopédicos puede identificarse con cada ítem leído individualmente en pocos segundos, esto se aprecia rápidamente y con más precisión que en otros sistemas RFID.

Zimmer ha explicado que no han registrado ningún error en los implantes ortopédicos a nivel individual desde la introducción de la tecnología RFID PJM en todos los ítems ortopédicos. Las cajas cerradas que contienen los ítems de los kits tienen todos sus ítems identificados y verificados con la lista de kits. La precisión en el registro de inventarios ha mejorado particularmente debido al hecho de que los ítems perdidos de los kits devueltos se pueden identificar extremadamente rápido, incrementando las posibilidades de recuperación y asegurando en consecuencia el retorno de los stocks.

“La tecnología de Magellan ha mejorado significativamente la fiabilidad, precisión y velocidad de nuestros procesos”, apunta Michael Schaffler de Zimmer. “Después de un rápido despliegue y de unos pocos meses de operaciones, ya estamos experimentando más de un 4% de ahorros en los inventarios debido al rápido retorno de los inventarios”. Por su parte, Bodo Ischebeck, CEO de Magellan Technology afirma que “estamos muy satisfechos de escuchar que después de un duro proceso de selección, nuestra solución está superando las expectativas. Esta implementación en las operaciones a nivel global establecerá la medida para cualquier solución parecida en los campos médicos y farmacéuticos en un futuro próximo”.

“Magellan Technology realiza el seguimiento de los implantes ortopédicos de Zimmer”, *RFID Magazine.com*, (13/08/2007).

## **Puerto de Felixstowe**

### **Identificación de contenedores en la terminal de la instalación portuaria británica**

Los puertos tienen que cubrir las crecientes necesidades de rapidez y eficacia que exigen las grandes navieras. Esto supone que el tiempo que se tarda en servir a esos buques, una vez en puerto, tiene que ser el mínimo posible y con la máxima eficacia y seguridad a fin de que la instalación resulte competitiva.

Los puertos de contenedores han hecho grandes esfuerzos económicos en infraestructuras, tanto de transporte como de información, para seguir siendo competitivos, frente a la dura competencia en el sector.

En este marco, la radiofrecuencia juega un papel muy importante a la hora de incrementar la eficacia de un puerto. En el puerto británico de Felixstowe, la terminal Trinity, la mayor instalación para contenedores del país, dispone del muelle más largo de todo el Reino Unido y es líder en control de las mercancías que pasan por sus instalaciones. La terminal mueve más de 120.000 contenedores cada mes.

Este control se realiza gracias a los 36 decodificadores Eureka, que reciben los datos de 500 tags 311 RFID. Los contenedores, apilados a varias alturas, forman hileras a lo largo de toda la terminal y cada ubicación está identificada mediante un tag. Estos tags están repartidos a lo largo del canal de rieles por donde circulan las grúas.

El decodificador está conectado con el sistema interno que, a su vez, envía los datos que recibe de los tags al ordenador central.

Cada tag Eureka 311 opera como un transpondedor sólo de lectura en radiofrecuencia. Cuando es interrogado, transmite sus datos a través de una antena. Las señales son capaces de traspasar materiales no conductivos, por lo que los tags pueden utilizarse en entornos difíciles. Una batería de litio de larga duración mantiene activa la memoria de datos del tag y provee la intensidad necesaria para enviar la señal. Esto convierte al tag en un transpondedor activo.

Disponer de una información precisa en tiempo real sobre la situación de los contenedores en la terminal permite a sus responsables planificar y optimizar los recursos disponibles. Esto se traduce en que los camiones que acuden a la terminal para recoger los contenedores ahorran tiempo de espera y evitan errores de entrega, ya que la operación se realiza de forma automatizada.

“Puerto de Felixstowe”, IDtrack, (2007).