

# EMISIONES ELECTROMAGNETICAS EN PANTALLAS DE VISUALIZACION DE DATOS

Manuel Gómez-Cano Hernández

Darío J. San Martín Ferrer

Valeriano Macías Correa

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías - Madrid - I.N.S.H.T.

## 1. INTRODUCCION

Desde los años 70 hasta la actualidad en todos los sectores de actividad, incluido el terciario, se ha producido una incesante implantación de pantallas de ordenador, de tal forma, que actualmente es rara la Empresa que no disponga de algún puesto de trabajo dotado de ordenador o microordenador, a la vez que se prevé que en los próximos años su implantación y utilización se generalice aún en mayor medida.

Estas situaciones de trabajo han creado en los propios operadores y usuarios una serie de problemas y molestias, tanto de tipo visual, como postural y psicosocial, que han dado lugar a una multitud de estudios e investigaciones sobre los problemas ocasionados en puestos de trabajo con este tipo de tecnología.

Todos estos problemas, presentes en muchos países, han logrado que la propia Comunidad Europea se hiciera eco de los mismos, elaborando una Directiva del Consejo, de fecha 29 de mayo de 1990, referente a las «Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas al trabajo con Equipos que incluyen Pantallas de Visualización de Datos», quinta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva Marco 89/391/CEE, en la cual uno de los aspectos recogidos es el tema de las radiaciones.

Aunque se han vertido ríos de tinta en la publicación de estudios relacionados con los problemas presentes en puestos de trabajo con Pantallas de Visualización de Datos (P.V.D.), la mayoría de ellos se refieren a aspectos relacionados con la fatiga visual, problemas musculoesqueléticos o psicosociales, siendo muy pocos los que se refieren a los posiblemente ocasionados por la exposición a emisiones electromagnéticas, procedentes de las propias pantallas de visualización.

Esta publicación intenta recoger los diferentes tipos de emisiones electromagnéticas que se pueden producir en estos puestos de trabajo, sus causas, y los diferentes niveles que en la mayoría de los estudios internacionales se han encontrado, incluyendo algún estudio que en este aspecto ha realizado el CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGIAS en Madrid, perteneciente al INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE en el Trabajo.

## 2. FUNDAMENTOS FISICOS DE LAS P.V.D.

Para conocer los posibles riesgos ocasionados por la exposición de los operadores de pantallas a emisiones electromagnéticas, consideramos necesario dar a conocer algunos fundamentos físicos de las P.V.D., entre los que destacan los principios de diseño y de operación, aspectos que vamos a tratar a continuación, centrándonos en las P.V.D. de tubos de rayos catódicos (C.R.T.) en base a ser las más utilizadas en la actualidad, así como por ser aquellas que pueden presentar los máximos niveles de emisiones electromagnéticas.

### 2.1. PRINCIPIOS DE DISEÑO

Una pantalla construida con C.R.T., está diseñada basándose en los mismos principios de aplicación que un aparato de Televisión. Básicamente consta de un tubo de vidrio en el que se ha hecho el vacío, y en el que, mediante la colocación de una serie de componentes electrónicos que se sitúan en su interior, una corriente electrónica se convierte en energía luminosa que produce imágenes o caracteres en la pantalla.

En la figura 1 se representa el esquema de una pantalla de C.R.T. en el que se encuentran los siguientes componentes:

Un **cátodo** que sirve como fuente de emisión electrónica o de electrones.

Una **rejilla** utilizada para modular la intensidad del haz electrónico, tal que dicho haz pueda ser interrumpido por un incremento suficiente de la diferencia de potencial entre la rejilla y el cátodo. (Los potenciales de rejilla son del orden de  $-10V$  a  $-100V$ ).

De uno a tres **ánodos** que sirven para acelerar y focalizar el haz electrónico. La focalización del haz se realiza por la variación en el potencial del ánodo (generalmente estos potenciales suelen ser del orden de  $+3.000V$ ).

**Dispositivos de deflexión.** Que sirven para regular el área de impacto sobre la pantalla, y que suelen estar constituidas por unas bobinas magnéticas colocadas exteriormente en el cuello del tubo. La trayectoria del haz depende de los campos magnéticos inducidos por la bobina. En P.V.D., no se suelen presentar dispositivos de deflexión eléctrica.

**Una Pantalla de Rayos Catódicos.** Constituida por dos

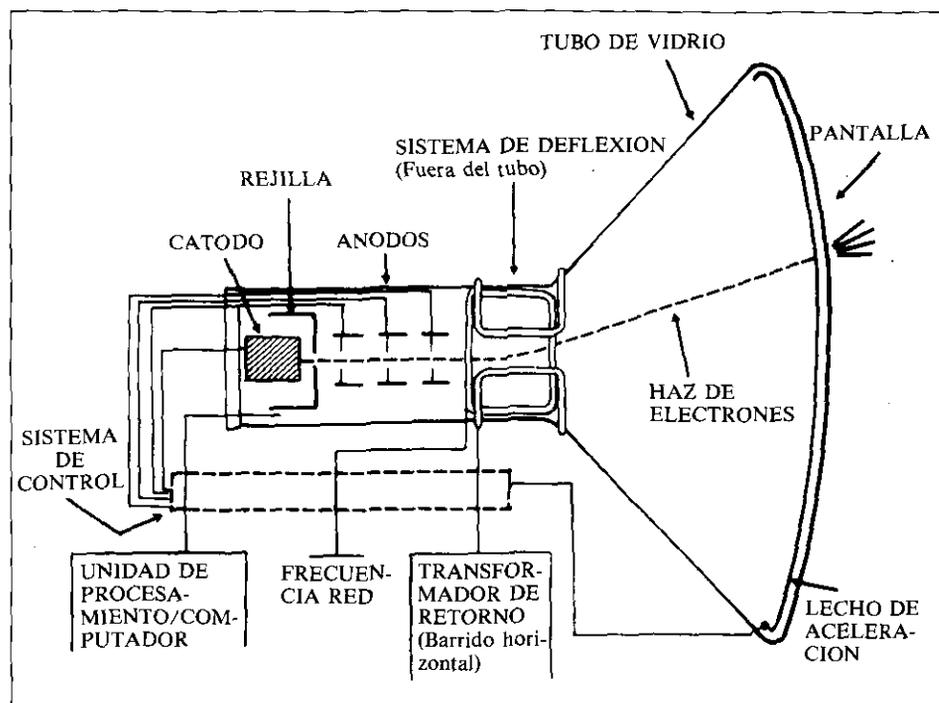


Figura 1

lechos. El primero está formado de metal, con un alto potencial (del orden de +10 kV en pantallas monocromas y de hasta +25 kV en multicoloreadas), que sirve para acelerar los electrones en la última parte de la trayectoria, así como para reflejar luz desde el fósforo al observador, aumentando el brillo de la imagen sobre la pantalla. Un segundo lecho formado por un material (constituido por un mineral base con una fina capa de material activo) colocado sobre la pantalla en su lado interior fluorescente, denominado comúnmente «fósforo», donde la energía del electrón, al incidir sobre él, se convierte en luz.

**Una cubierta de vidrio.** Para proteger el tubo de campos electrostáticos y magnéticos, sellado a un vacío de  $10^{-6}$  mm de Hg, que sirve a su vez para proteger contra los gases y los iones residuales producidos en su interior.

## 2.2. PRINCIPIOS DE APLICACION

La generación del texto o imagen sobre la pantalla se produce, en la mayoría de los casos, como consecuencia del siguiente ciclo electrónico:

- Aplicación de un campo magnético con una frecuencia de refresco de 50 a 80 Hz aplicado al sistema deflector vertical que barre la pantalla verticalmente mediante variaciones del haz electrónico y que genera las imágenes verticales de la pantalla.
- Aplicación de un campo magnético con una frecuencia de retorno de 15 a 25 kHz, aplicada al sistema de deflexión horizontal que barre la pantalla horizontalmente mediante variaciones del haz electrónico y que genera las imágenes horizontales de la pantalla.

Una modulación de intensidad del haz electrónico para producir los puntos de luz a lo largo del barrido horizontal producidas generalmente a unas frecuencias del orden de 5-10 MHz, así como introducción de señales ocasionadas para evitar distor-

siones, retornos del haz, líneas no deseadas, etc...

Como dato de interés, hay que añadir que el color, persistencia de la imagen, etc., varían con el tipo de fósforo utilizado, que en el caso de P.V.D. suelen tener unos tiempos de persistencia de 140 us o mayores.

## 3. FUENTES DE GENERACION DE RADIACIONES Y CAMPOS ELECTROMAGNETICOS EN P.V.D.

Las P.V.D. basadas en C.R.T. son una fuente de distintos tipos de radiación electromagnética, cuya emisión depende de un número de parámetros interdependientes como son: frecuencia, longitud de onda, intensidad de campo eléctrico, intensidad de campo magnético, energía, densidad espectral, etc.

Para una mayor claridad y comprensión de los lectores en la *Tabla 1* se representan esquemáticamente los rangos de frecuencia, longitud de onda y energía de las distintas zonas del espectro electromagnético.

TABLA I  
FRECUENCIA DE LAS DIFERENTES RADIACIONES Y CAMPOS ELECTROMAGNETICOS

Nombre	Rango de frecuencia (Hz)	Longitud de onda (m)	Energía del fotón
<b>Radiación ionizante</b>			
Rayos X	$>3 \cdot 10^{15}$	$<10^{-9}$	$>1.2$ keV
U.V. ionizante	$3 \cdot 10^{15} - 3 \cdot 10^{17}$	$10^{-7} - 10^{-8}$	12 eV - 1,2 keV
<b>Radiación óptica</b>			
U.V. no ionizable	$8 \cdot 10^{14} - 2 \cdot 10^{15}$	$3.8 \cdot 10^{-7} - 10^{-7}$	3-12 eV
Luz visible	$8 \cdot 10^{14} - 8 \cdot 10^{14}$	$7.5 \cdot 10^{-7} - 3.8 \cdot 10^{-7}$	1.6 - 3 eV
I.R.	$3 \cdot 10^{11} - 4 \cdot 10^{14}$	$10^{-1} - 7.5 \cdot 10^{-7}$	0,0012 - 1.6 eV
<b>Radiación / campos «Hercianos»</b>			
Microondas, UHF	$3 \cdot 10^8 - 3 \cdot 10^{11}$	$1 - 10^{-3}$	
Radiofrecuencia (alta) VHF, HF	$3 \cdot 10^6 - 3 \cdot 10^8$	$10^2 - 1$	
Radiofrecuencia (baja) MF, LF	$3 \cdot 10^3 - 3 \cdot 10^6$	$10^5 - 10^2$	
Muy baja frecuencia (VLF, ELF)	$< 3 \cdot 10^3$	$> 10^5$	
<b>Campos electrostáticos</b>			
Campos electrostáticos	0		

Si analizamos el diseño y aplicación de las P.V.D. basadas en C.R.T., se podría considerar que éstas son posibles fuentes de emisión de los siguientes tipos de radiación:

- **Radiación de Rayos X:** producidos en el interior del C.R.T. cuando los electrones acelerados son frenados rápidamente por el material de la pantalla.

- **Radiación óptica:** producida en la pantalla por el material fluorescente (fósforo), cuando los electrones chocan contra ésta.

- **Radiación de radiofrecuencia de alta frecuencia:** producida por las modulaciones de intensidad del haz electrónico incidente sobre la pantalla en relación a la frecuencia de formación del pixel. Esta frecuencia es referida a la de información de la señal.

- **Radiación de radiofrecuencia de baja frecuencia:** producida por el sistema de deflexión horizontal, principalmente por el transformador de retorno (flyback), cables de conexión y la pantalla.

- **Radiación de muy baja frecuencia:** principalmente radiación de campo magnético producida por el sistema de deflexión vertical (a una frecuencia semejante a la de barrido vertical) y de las modulaciones del campo electrostático.

- **Campo electrostático** que aparece frecuentemente en relación a la aceleración potencial del C.R.T.

Ahora bien, en las radiaciones o campos con un tiempo de dependencia que no se pueden describir por una simple función sinusoidal, se producen una serie de armónicos de mayor frecuencia y menor amplitud, fenómeno que en este caso particular se suele producir en las bandas de radiofrecuencias y muy bajas frecuencias que entonces vienen acompañadas por estos armónicos cuya energía principal está confinada a frecuencias 10 veces superior a la fundamental. Igualmente en algunas situaciones como ocurre con el cursor, etc., se pueden presentar subarmónicos que en este caso se manifiesta para el campo eléctrico de muy baja frecuencia.

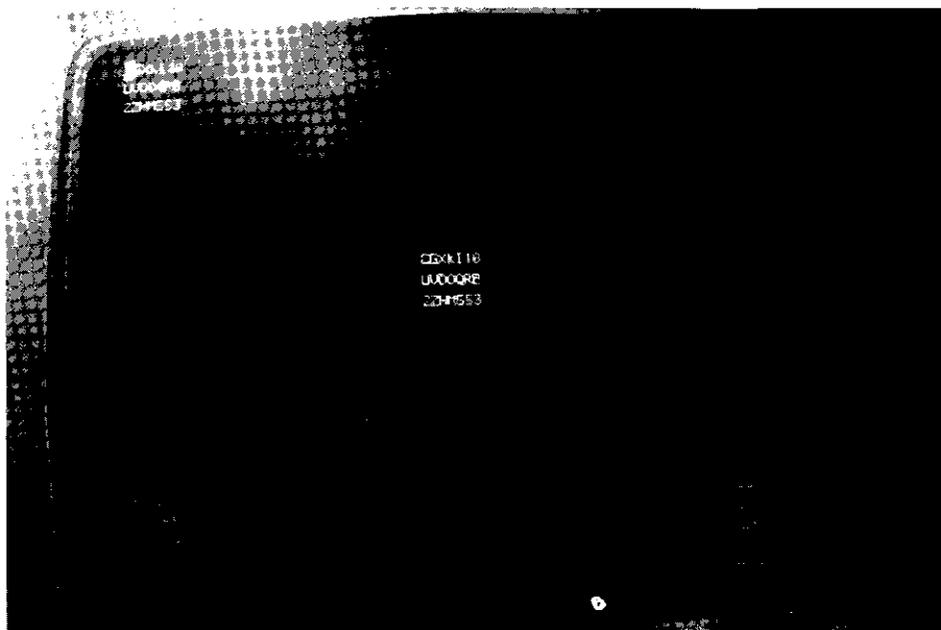
Podría considerarse la existencia de alguna banda más del espectro electromagnético, como, por ejemplo, radiaciones ionizantes entre 6 keV (0,2 nm) y 6eV (200 nm) correspondiente a U.V. de vacío, así como I.R. lejano, pero basándose en el principio de funcionamiento, así como en algunos estudios desarrollados, parece poco probable su emisión, por lo que el estudio en este caso queda circunscrito a las emisiones ya mencionadas.

## 4. NIVELES DE EMISION DE RADIACIONES ELECTROMAGNETICAS

Aunque, como hemos dicho al principio de este estudio, no se han publicado muchos trabajos sobre niveles de emisión de radiaciones electromagnéticas, sí es cierto que se han realizado numerosos trabajos por diferentes investigadores de distintos países y en condiciones variadas que vamos a tratar de resumir a continuación.

### 4.1. NIVELES DE RADIACIONES IONIZANTES

Son muy numerosas las mediciones efectuadas sobre los niveles de Rayos X producidos por las P.V.D. En este trabajo,



vamos a recoger del orden de 3.000, encontradas en la bibliografía consultada y que están referidas a las bandas de frecuencia de 2 a  $6 \cdot 10^{18}$  Hz correspondientes al voltaje empleado para la aceleración de los electrones en el interior del CRT, de 10 a 25 keV, por lo que se puede considerar que se trata de rayos X blandos con poco poder de penetración y, por tanto, fácilmente parados por la propia pantalla.

La mayoría de las mediciones realizadas han sido hechas a una distancia de 5 cm. de la pantalla, en las condiciones normales de operación y como mucho con la pantalla llena y ajustada al máximo brillo.

En la *Tabla II* se expresan los resultados obtenidos por diversos investigadores de países como Austria, Italia, Suecia, Reino Unido, EE.UU. y por el C.N.N.T. del I.N.S.H.T. de España.

#### 4.1.1. Criterios de evaluación de rayos X

En la mayoría de los países referidos, los criterios técnicos de evaluación para C.R.T., aplicables a P.V.D., son 4,4 Gy/h (0,44 mRem/h).

**TABLA II**  
NIVELES DE EMISION DE RAYOS X EN P.V.D.

N.º de PVD estudiadas	Dosis de radiación	Porcentaje 10%
> 1388	Semejantes al nivel de fondo natural	47
> 626	100 uR/h	21
925	200 uR/h	31,4
3	400 uR/h	0,1
8	440 - 1760 uR/h	0,3
> 160	< 26 uR/h	100

1) Estudio realizado en las condiciones extremas de funcionamiento.  
2) Estas P.V.D. corresponden a las realizadas por el C.N.N.T. en España.  
VALORES DE REFERENCIA: Generalmente 0,44 mR/h  
IRPA establece valores mínimos de 0,15 mR/h  
En España 0,5 mR/h

Por otra parte el I.R.P.A. ha recomendado un límite de dosis equivalente de 0,5 sV (0,5 mRem/h) para cuando no existe exposición del ojo y de 0,15 sV (0,15 mRem/h) para exposición de ojos a fin de prevenir los efectos estocásticos de las radiaciones.

La comparación de los niveles encontrados y referenciados en la *Tabla II* con estos criterios de evaluación, supone que prácticamente todas las pantallas comprobadas (99,5%) cumplen con los estándares de emisión. Hay que hacer notar que las mediciones donde los niveles encontrados eran superiores a 4,4 Gy/h (0,44 mRem/h) fueron realizadas en las máximas condiciones de funcionamiento de la pantalla y que éstas fueron retiradas del mercado en EE.UU.

Por lo que respecta a nuestro país, el R/D 1250/1985 de 19 de junio, por el que se establece la sujeción a especificaciones técnicas de los terminales de pantallas con teclado, periféricos para entrada y representación de la información en equipos de procesos de datos, en el artículo 3 apartado 3 del Anexo, establece que el terminal debe estar construido de forma que las personas que operen con él, no reciban radiaciones ionizantes superiores a la máxima dosis permitida, estableciendo ésta en 0,5 mR/h medidas a 5 cm de la pantalla y en condiciones normales de funcionamiento de ésta.

Al comparar los valores obtenidos por el CNNT y representados en la *Tabla II* con estos de referencia, se puede considerar que en la totalidad de las pantallas estudiadas, los niveles de radiaciones ionizantes son muy inferiores a los máximos recomendados.

## 4.2. NIVELES DE RADIACION OPTICA

Las diferentes mediciones efectuadas en la zona del espectro electromagnético comprendidas entre 100 mm. y 1 mm., corresponden a la radiación óptica que abarca a las radiaciones no ionizantes de U.V. cercano y actínico, luz visible e I.R. próximo.

Dichas mediciones se han realizado generalmente a una distancia de 50 cm., distancia comprendida dentro del margen de



distancia nominal de visión y colocando a veces un filtro próximo a la pantalla. En las *Tablas III* y *IV* al igual que antes, se reflejan los resultados obtenidos por distintos investigadores en diferentes países.

**TABLA III**  
NIVELES DE EMISION DE RADIACIONES U.V. CERCANO Y ACTINICO EN P.V.D.

Nº de P.V.D. estudiadas	Distancia de medida (m)	Rango de longitud de onda (nm)	Irradiancia (W/m²)	Referencia
171	Contacto con P.V.D. (con filtro)	320-400	5.10 <sup>4</sup> - 6.5.10 <sup>3</sup>	Murray y otros
33 > 200	0,4 - 0,5	320-400 240-336	N.D.* - 5.10 <sup>3</sup> N.D.	B.R.H. COX

(\*) No detectado

**TABLA IV**  
NIVELES DE EMISION DE RADIACIONES VISIBLES E I.R. PROXIMO EN P.V.D.

Nº de P.V.D. estudiadas	Rango de longitud de onda (nm)	Radiancia/irradiancia	Referencia
33 > 200	450 - 950	Rad < 1,0 W/m², sr < 10 W/m², sr	BRH COX

### 4.2.2. Criterios de evaluación de radiación óptica

Ante la variedad de criterios de evaluación en distintos países, así como la posible inexistencia de estándares para alguno de los rangos estudiados, se pueden considerar como criterios más actualizados los valores TLV's de la ACGIH para el año 1990 que establecen lo siguiente:

Para la región espectral de ultravioleta próximo (320-400 mm), la irradiancia total, que incide sobre la piel o el ojo sin proteger, no debe exceder de 1 mW/cm² (10 W/m²), para períodos de una duración superior a 10<sup>3</sup> sg. y para tiempos inferiores a 10<sup>3</sup> sg no debe exceder de 1 J/m² (W/cm² s).

Para la región espectral comprendida entre la luz visible y el Infrarrojo próximo, estos mismos criterios establecen un valor máximo de 10 W/m².

La comparación de los niveles encontrados en P.V.D. y reflejados en las *Tablas III* y *IV* con estos criterios de evaluación, nos llevan a la conclusión de que son muy inferiores a los límites establecidos.

Asimismo, se puede decir que las mayores emisiones se encuentran confinadas en la región del U.V. cercano, de la luz visible e I.R. próximo.

**TABLA V**  
**INTENSIDADES DE CAMPO ELECTRICO Y**  
**MAGNETICO EN LA REGION DE MHz EN P.V.D.**

Nº de P.V.D. estudiadas	Distancia de medida (m)	Rango de frecuencia (MHz)	Intensidad campo eléctrico (V/m)	Intensidad campo magnético (A/m)	Referencia
> 200	En la superficie	3 - 10 10 - 30 30 - 300	< 0,5 < 0,12 < 0,18	— — —	COX
2	En la superficie	20 - 27	No detectado	—	Moss y otros
2	0,05	13 - 27	0,05 - 0,08	—	BRH
7	1,50	1,5 - 15	0,001 - 0,01	—	Weis y Petersen
2	0,05	10-100	—	$1 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^4$	BRH
40	0,05 Puesto	300 MHz- GHz 300 MHz- GHz	$200-3.000 (V/m)$ < 0,00005	$0,003-0,005 (A/m)$ < 0,0005	CNNT

**TABLA VI**  
**INTENSIDADES DE CAMPO ELECTRICO**  
**EN LA REGION DE KHz EN P.V.D.**

Nº de P.V.D. estudiadas	Distancia (m)	Rango de frecuencia en KHz	Intensidad de campo eléctrico v/m	Referencia
> 200	Superficie	10 - 150 150 - 300	Máx. 800 Máx. 600	COX
	Operador	10 - 150 150 - 300	< 2 < 0,6	
86	Superficie teclado 0,3	10 - 50 10 - 150 10 - 150	< 300 < 7 < 4,4	
10	0,05	15 - 125	35 - 280	WEAC
8	1,5	15 - 125	0,01	

**TABLA VII**  
**INTENSIDADES DE CAMPO MAGNETICO**  
**EN LA REGION DE KHz EN P.V.D.**

Nº de P.V.D. estudiadas	Distancia (m)	Rango de frecuencia en KHz	Intensidad de campo eléctrico v/m	Referencia
43	0,3	15 - 530	0,047	Paulsson y otros
30	1	15 - 530	0,005	Paulsson y otros
7	0,7	15 - 530	0,01	Paulsson y otros

**TABLA VIII**  
**INTENSIDADES DE CAMPO ELECTRICO**  
**Y MAGNETICO DE BAJA FRECUENCIA EN P.V.D.**

Nº de pantallas estudiadas	Distancia (m)	Rango de frecuencia 60 Hz y Armonic	Intensidad campo eléctrico (V/m)	Intensidad campo magnético (A/m)	Referencia
3	0,03 0,05	60	—	0,097 - 0,217	Stuchly y otros
	Apagado	60	—	0,084 - 0,131	Stuchly y otros
		—	—	0,042 - 0,063	Stuchly y otros
4	0,03	60	30 - 65	—	Harvey

## 4.3. RADIACIONES Y CAMPOS HERCIANOS

En este punto se analizarán las radiaciones electromagnéticas de frecuencias inferiores a 300 GHz, empleadas en el diseño de funcionamiento del propio equipo, incluyéndose los campos originados por la frecuencia de red (50-60 Hz). Para una mayor claridad del estudio, el rango de frecuencias ha sido separado en radiofrecuencias de alta frecuencia (VHF, HF), de baja frecuencia (MF, LW) y de muy baja frecuencia (VLF/ELF).

Las investigaciones, efectuadas por el CNNT de Madrid, se han realizado en el rango de las microondas (300 MHz-300 GHz), debido a que son las que pueden manifestar mayores efectos entre los que se incluyen daños a los ojos, sistema nervioso, cambio de comportamiento, reproducción, sistema cardiovascular, etc., asociándose estos efectos a la dosis absorbida de energía.

Actualmente se están desarrollando investigaciones sobre exposición a campos eléctricos de bajas frecuencias incluyendo VLF y ELF (desde 0 a 500 Hz aproximadamente, incluyendo la frecuencia de red), aunque hay que hacer la observación de que sus resultados todavía no son concluyentes, debido principalmente al hecho de que sus efectos sobre la salud no son totalmente conocidos.

Las mediciones efectuadas para las R.F. de alta frecuencia se han realizado generalmente en la banda de frecuencia comprendida entre 1 y 200 MHz, centrando la mayoría de la actividad en la banda entre 3 y 30 MHz, y en las medidas de campo magnético, habiéndose encontrado en algunas circunstancias valores significativos, que, según se ha comprobado en posteriores estudios, podían ser debidos a un acoplamiento capacitivo entre el equipo de medida y el transformador de retorno (flyback).

Las mediciones de los niveles de campos electromagnéticos de baja frecuencia se refieren a aquellas cuyo rango de frecuencia se considera comprendido entre 10 KHz y 1 MHz, habiéndose detectado en numerosos estudios y correspondiendo a la frecuencia de barrido horizontal (entre 15 - 25 KHz) y sus armónicos. Los estudios se han realizado tanto sobre el campo eléctrico como magnético.

Respecto a las mediciones de campos eléctricos y magnéticos de muy baja frecuencia, se puede decir que se han realizado pocos estudios hasta el día de la fecha, siendo un tema actual de investigación.

En las *Tablas V, VI, VII y VIII*, se representan los resultados de los niveles de distintos tipos de campos electromagnéticos correspondientes a las regiones de radiofrecuencias, microondas y baja frecuencia efectuados por investigadores de distintos países entre los que se encuentran los realizados por el C.N.N.T.-Madrid.

### 4.3.1. Criterio de evaluación de radiaciones y campos hercianos

Aunque la mayoría de los criterios de evaluación consideran como parámetros de medida, por facilidad de su medición, o bien la densidad de potencia del campo o bien los cuadrados de la intensidad de los campos eléctricos o magnéticos, hemos encontrado que un gran número de investigaciones se han realizado mediante la medida o bien del campo eléctrico o magnético por unidad de longitud, aspectos que suelen ser debidos al instrumental de medida utilizado.

Como criterios de evaluación más utilizados se suelen emplear los valores T.L.V.'s aconsejados por la A.C.G.I.H. para

**TABLA IX**  
VALORES TLV PARA R.F., M.W. Y SUBRADIOFRECUENCIAS

Frecuencia	Densidad potencia (mW/cm <sup>2</sup> )	Cuadrado de la intensidad del campo eléctrico (V <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Cuadrado de la intensidad del campo magnético (A <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
10 KHz a 3 MHz	100	377.000 (600 V/m)	2,65 (1,6 A/m)
3 MHz a 30 MHz	900 / f <sup>2</sup>	3.770 x 900 / f <sup>2</sup>	900(37,7 x f <sup>2</sup> )
30 MHz a 100 MHz	1	3.770	0,027
100 MHz a 1000 MHz	f / 100	3.770 x f / 100	f(37,7 x 100)
1 GHz a 300 GHz	10	37.700 (190 V/m)	0,265 (0,5 A/m)

— Para campos magnéticos de baja frecuencia (< 30 KHz)  
B<sub>msv</sub> = 60 mT (en Hz)

— Para campos eléctricos de baja frecuencia (< 30 KHz)  
E<sub>msv</sub> = 2,5 x 10<sup>6</sup> V/m/f (en Hz)

el año 1990 establecidos para prevenir los efectos térmicos y cuyos valores quedan reflejados en la *Tabla IX*.

A la vista de todos los resultados obtenidos en las diferentes mediciones efectuadas por los distintos investigadores, y que están reflejadas en las *Tablas V, VI, VII y VIII*, se puede presuponer que los niveles encontrados por todos los investigadores a la distancia de trabajo o menores son muy inferiores a los criterios establecidos. Aunque en alguna circunstancia se han encontrado valores significativos en la propia superficie de la pantalla, estos valores decrecen rápidamente con la distancia.

#### 4.4. CAMPOS ELECTROSTATICOS

Las P.V.D. basadas en C.R.T. presentan frecuentemente un potencial electrostático cuando se encuentran en funcionamiento, lo que puede ser debido a dos causas fundamentales, una a la postaceleración potencial usada para acelerar los electrones hacia la pantalla (alrededor de 20 KV o más) y otra al sellado del tubo que puede ser imperfecto, lo que hace que el campo asociado a ese potencial citado anteriormente puede salir fuera de la propia pantalla.

Hasta el día de la fecha los resultados obtenidos no son muy numerosos y, por tanto, no parecen muy concluyentes.

#### 5. CONCLUSIONES

Todo el espectro electromagnético de radiación procedente de las P.V.D. comprendidas en el rango de frecuencia entre 0 y 10<sup>19</sup> Hz, así como las radiaciones ionizantes comprendidas entre 6 keV (0,2 nm) y 6 eV (200 nm), que presumiblemente pueden producirse en este tipo de equipos, basado en los principios de diseño y funcionamiento, ha sido investigado por diferentes técnicos de distintos países, llegándose a la conclusión de que las P.V.D. no son una fuente de radiaciones electromagnéticas que pudieran producir daños o problemas de salud a sus usuarios, así como que los niveles encontrados están dentro de los criterios de calidad ambiental establecidos por los distintos países, como queda reflejado en la *Tabla resumen X* que se adjunta en este estudio.

Ahora bien, estas conclusiones provisionales válidas en el estado de conocimientos de la técnica en el día de hoy están condicionadas por los aspectos siguientes:

- La existencia de procesos físicos que pudieran emitir una radiación de alta intensidad en un rango de frecuencias no estudiado en la actualidad.

- La aparición de nuevos datos sobre efectos biológicos causados por los tipos y niveles de radiación ya estudiados.

Todo ello implica que se haga necesario el seguir investigando sobre los niveles de emisiones electromagnéticas limitadas por las P.V.D. en función de los conocimientos técnicos y efectos sobre la salud que se puedan ir adquiriendo con el adelanto tecnológico actual, así como que se haga el esfuerzo por los fabricantes y responsables de la colocación del equipo para que los niveles de emisión sean reducidos al mínimo posible.

En esta línea de trabajo, la Directiva del Consejo de 29 de Mayo de 1990, referente a las disposiciones mínimas de Seguridad relativas al trabajo con equipos de incluyen P.V.D. (90/270/CEE) en el apartado 1.f de su Anexo, establece que toda radiación, excepción hecha de la parte visible del espectro electromagnético, deberá reducirse a niveles insignificantes desde el punto de vista de la protección de la seguridad y de la salud de los trabajadores, aspectos que tal y como se contempla en su Artículo 4 deberán realizarse después del 31 de diciembre de 1992 para puestos de trabajos de nueva creación y cuatro años más tarde a los ya existentes en esa fecha.

**TABLA X**  
Resultado de mediciones de emisión electromagnética y comparación con algunos standard

Componente espectral	Límite superior de emisión en PVD	Standard sueco	Standard USA	Nº PVD examinadas
Rayos X	No detectado	5 msv / Año	10 msv/Año	> 50
UV actínico	10µW/m <sup>2</sup> =0,31/m <sup>2</sup> .8h	30 J/m <sup>2</sup> . 24 h	1	> 50
UV cercano	<0,1 W/m <sup>2</sup>	10 W/m <sup>2</sup>	10 W/m <sup>2</sup>	> 50
Luz visible	< 1W/m <sup>2</sup>	—	10 W/m <sup>2</sup>	> 50
IR cercano	< 180 cd/m <sup>2</sup>	—	10 <sup>3</sup> cd/m <sup>2</sup>	> 50
VHF. HF (MHz)				
E	< 0,5 V/m	60-140 V/m	60-614 V/m	> 50
H	< 0,002 A/m	0,16 - 0,4 A/m	0,16 - 1,6 A/m	< 10
MF - HF (KHz)				
E	< 150 V/m	—	614 V/m	> 50
H	< 0,1 A/m	—	1,6 A/m	> 50

#### 6. BIBLIOGRAFIA

- CORDOBA GARCIA, A. y VILLAR FERNANDEZ M<sup>o</sup> F. *Diseño del puesto de trabajo del operador de P.V.D. Documento Técnico 49:89 I.N.S.H.T.*
- O.V. BERGQVIST Ulf. *MISCITECH. Video Display Terminals and Health Scandinavian Journal Work Environment Health 1984. Microwaves News. 1990.*
- PREVENCION EXPRES, 1983 (96) 12 - 14. *Riesgos de radiación ionizante en centros de procesos de datos.*
- BURTON GRAN. *Emisiones Electromagnéticas producidas por P.V.D., su origen, medición y límites de exposición para operadores. Holiday Industries 1986. (Versión española PEREZ VAZQUEZ FRANCISCO: Nusim, S.A.)*
- GUY, A.W. *Measurement and Analysis of electromagnetic field emission from 24 V.D.4. in American Telephone and Telegraph office Washington. D.C. report for the NIOSH. Cincinnati 1987.*
- BOIVIN, W.S. *R.F. electric fields. International Scientific Conference «WORK DISPLAY UNITS». Stockholm. 1986.*