



17 del 24 al 28 de noviembre de 2014
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



DEFICIENCIAS EN LOS SISTEMAS DE RECEPCIÓN DE TELEVISIÓN RECOMENDACIONES PARA CORREGIRLAS

Juan Omar Vera Sardiñas

Especialista Superior, Dirección de Mantenimiento, Empresa Radiocuba

omar@cm.radiocuba.cu

RESUMEN

Se describen las características principales de los sistemas de recepción de televisión así como las deficiencias que con mayor frecuencia se observan en los mismos, entre las que se destacan el mal empleo de la cinta bajante. La mayoría de estas deficiencias se simularon en pruebas de taller y de campo para evaluar su impacto en la degradación de la señal recibida y a partir de los resultados de las mismas se realizan recomendaciones prácticas y sugerencias para corregirlas, con énfasis en la necesidad de la sustitución gradual de la cinta por el cable coaxial.

Se argumenta además la necesidad de crear entidades que tengan como principal misión realizar o mejorar las instalaciones de sistemas de recepción de televisión para la población, incluyendo el montaje de antenas colectivas con distribución por cables en grandes edificios, para optimizar el servicio y a la vez eliminar la proliferación de antenas de todo tipo y sin cultura técnica en azoteas y balcones.

PALABRAS CLAVES: Antenas, líneas de transmisión, acople de impedancias, ROE.

DEFICIENCIES IN THE SYSTEMS OF TELEVISION RECEPTION RECOMMENDATIONS TO CORRECT THEM

Juan Omar Vera Sardiñas

Superior Specialist, Direction of Maintenance, Company Radiocuba

omar@cm.radiocuba.cu

ABSTRACT

The main characteristics of the systems of television reception are described as well as the deficiencies that most often are observed in the same ones, among those that stand out the wrong employment of the ribbon lines. Most of these deficiencies were simulated in shop and field tests in order to evaluate their impact in the degradation of the received signal and starting from the results of the same ones they are carried out practical recommendations and suggestions to correct them, with emphasis in the necessity of the gradual substitution of the ribbon line for the coaxial cable.

One also argues the necessity to create entities that have as main mission to carry out or to improve the facilities of systems of television reception for the population, including the assembly of collective antennas with distribution for cables in big buildings, to optimize the service and at the same time to eliminate the proliferation of antennas of all type and without technical culture in roofs and balconies.

KEY WORDS: Antennas, transmission lines, impedances matching, SWR.



17 del 24 al 28 de noviembre de 2014
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas que deben ser solucionados para garantizar una calidad adecuada de la señal de Televisión, consiste en el deterioro progresivo de los sistemas de recepción en manos de la población, carentes de un mantenimiento y renovación adecuados.

La irrupción en la banda de UHF, primero con la TV analógica y más recientemente con la digital, no se ha correspondido en la generalidad de los casos con una necesaria renovación de los sistemas de recepción acorde a las nuevas exigencias, debido a diversas causas, a saber:

- Falta de información y de cultura tecnológica en la población.
- Inexistencia de entidades tanto estatales como privadas que se dediquen a estas funciones.
- Dificultades con las ofertas de antenas y cables o bajantes adecuados, etc.

La implantación de la TV digital de forma gradual, pero masiva, como lo requiere el programa para el apagón analógico, obliga a dar soluciones eficientes, ágiles y económicas a todas estas dificultades.

El inicio de las ventas a la población de las cajas decodificadoras para la TV digital, junto a próximas ofertas de antenas y bajantes, cables coaxiales incluidos, animan a divulgar y sugerir soluciones a los problemas que ya existen y a los nuevos que irán surgiendo.

Son conocidas las bondades y los requisitos del cable coaxial de 75 Ω respecto a la cinta bajante de 300 Ω , atendiendo al acople de impedancias, atenuaciones, inmunidad al ruido, entre otros. Se tratará de exponer estas bondades y la manera de satisfacer los requisitos.

1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE RECEPCIÓN PARA TELEVISIÓN. REQUISITOS ELEMENTALES PARA UNA BUENA INSTALACIÓN.

Existe una gran diversidad de antenas receptoras de televisión, para distintas ganancias, bandas de frecuencia, ancho de banda, impedancias, etc. siendo las más comunes en nuestro entorno las siguientes:

- Bicónica para VHF, con aproximadamente 300 Ω de impedancia y ganancia moderada.
- Yagi, de dos o más elementos, con dipolo lineal (75 Ω) o dipolo doblado (300 Ω) y ganancia dependiente del número de elementos. Las que más abundan son las de VHF banda III y las de UHF.
- Logarítmica periódica combinada con dipolos doblados para VHF y UHF, con gran ancho de banda, 300 Ω de impedancia y ganancia moderada en ambas bandas.
- Dipolo en V plegable para interiores, con impedancia variable, según la geometría adoptada.

A todas estas ya existentes se irán sumando las antenas de nuevo tipo que se comercializarán próximamente, tanto para interiores como para exteriores, con gran ancho de banda y variadas ganancias, todas para 75 Ω de impedancia.

Para acoplar la antena al receptor, los bajantes más utilizados son la cinta de 300 Ω , que es balanceada respecto a tierra y el cable coaxial de 75 Ω , que es desbalanceado. Una instalación bien realizada requiere por un lado adaptar las impedancias entre la antena y la línea y entre la línea y el receptor y por otro lado balancear el sistema cuando la línea es desbalanceada, utilizando un balun (del inglés **balanced-to-unbalanced**) que puede funcionar también como adaptador de impedancias.

Para antenas de 300 Ω , la cinta no requiere adaptación de impedancias, pero sufre grandes variaciones (con grandes atenuaciones de señal) cuando en su recorrido se aproxima a superficies conductoras, o se enrolla el sobrante sobre el piso o la placa, o cuando se moja por la lluvia y para agravar las cosas al final termina por deteriorarse físicamente y perder sus propiedades. El cable, en cambio, necesitaría un balun adaptador de

En la Fig. 1 se muestran las atenuaciones en dB cada 100 pies en función de la frecuencia entre varios tipos de líneas bien acopladas, entre ellas el cable RG-6, de 75 Ω (en azul) y la cinta de 300 Ω (en verde). Estas atenuaciones pueden variar con muestras de líneas reales, según el fabricante, e incrementarse con el envejecimiento y otros factores. Una cinta de 300 Ω , seca, limpia y bien instalada ocasiona menos atenuación que un cable coaxial RG6, de 75 Ω . Por ejemplo, para una frecuencia de 600 MHz y 30 pies de línea (aproximadamente 10 m), la atenuación de una cinta bien montada sería de 0,8 dB, en tanto el cable atenuaría alrededor de 2 dB para igual distancia y frecuencia, según la gráfica.

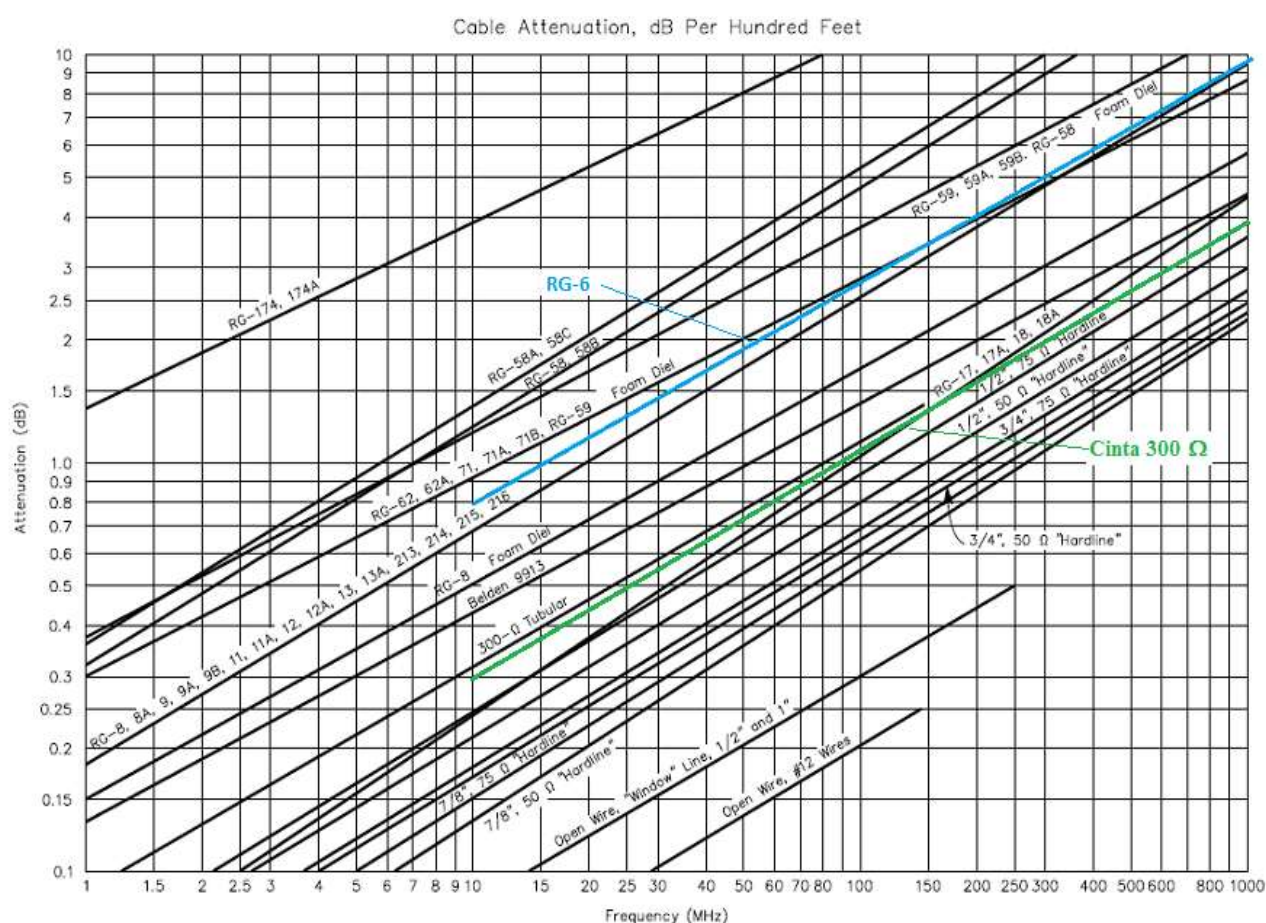


Fig. 1. Atenuación nominal en dB por 100 pies de líneas de transmisión acopladas. La atenuación total es directamente proporcional a la longitud. La atenuación puede variar en muestras de líneas reales y aumenta con el envejecimiento. Fuente [1] (adicionando en la gráfica los datos de la tabla No. 1 para la cinta y el RG-6).

En la tabla No. 1 aparecen las características de las líneas de transmisión más comúnmente usadas.



17 del 24 al 28 de noviembre de 2014
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



Tabla No. 1. Características de las líneas de transmisión más comúnmente usadas. Fuente [1].

Characteristics of Commonly Used Transmission Lines

RG or Type	Part Number	Z_0 Ω	VF %	Cap. pF/ft	Cent. Cond. AWG	Diel.	Shield	Jacket	OD in	Max V (RMS)	Matched Loss (dB/100)			
											1 MHz	10	100	1000
RG-6	Belden 8215	75	66	20.5	#21 Solid	PE	FC	PE	0.275	2700	0.4	0.8	2.7	9.8
RG-8	TMS LMR400	50	85	23.9	#10 Solid	FPE	FC	PE	0.405	600	0.1	0.4	1.3	4.1
RG-8	Belden 9913	50	84	24.6	#10 Solid	ASPE	FC	P1	0.405	600	0.1	0.4	1.3	4.5
RG-8	WM CQ102	50	84	24.0	#9.5 Solid	ASPE	S	P2	0.405	600	0.1	0.4	1.3	4.5
RG-8	DRF-RF	50	84	24.5	#9.5 Solid	FPE	FC	PERF	0.405	600	0.1	0.5	1.6	5.2
RG-8	WM CQ106	50	82	24.5	#9.5 Solid	FPE	FC	P2	0.405	600	0.2	0.6	1.8	5.3
RG-8	Belden 9914	50	82	24.8	#10 Solid	TFE	FC	P1	0.405	3700	0.1	0.5	1.6	6.0
RG-8	Belden 8237	52	66	29.5	#13 Flex	PE	S	P1	0.405	3700	0.2	0.6	1.9	7.4
RG-8X	TMS LMR240	50	84	24.2	#15 Solid	FPE	FC	PE	0.242	300	0.2	0.8	2.5	8.0
RG-8X	WM CQ118	50	82	25.0	#16 Flex	FPE	S	P2	0.242	300	0.3	0.9	2.8	8.4
RG-8X	Belden 9258	50	80	25.3	#16 Flex	TFE	S	P1	0.242	300	0.3	1.0	3.3	14.3
RG-9	Belden 8242	51	66	30.0	#13 Flex	PE	D	P2N	0.420	3700	0.2	0.6	2.1	8.2
RG-11	Belden 8213	75	78	17.3	#14 Solid	FPE	S	PE	0.405	600	0.2	0.4	1.5	5.4
RG-11	Belden 8238	75	66	20.5	#18 Flex	PE	S	P1	0.405	600	0.2	0.7	2.0	7.1
RG-58C	TMS LMR200	50	83	24.5	#17 Solid	FPE	FC	PE	0.195	300	0.3	1.0	3.2	10.5
RG-58	WM CQ124	53.5	66	28.5	#20 Solid	PE	S	P2N	0.195	1400	0.4	1.3	4.3	14.3
RG-58	Belden 8240	53.5	66	28.5	#20 Solid	PE	S	P1	0.193	1400	0.3	1.1	3.8	14.5
RG-58A	Belden 8219	50	78	26.5	#20 Flex	FPE	S	P1	0.198	300	0.4	1.3	4.5	18.1
RG-58C	Belden 8262	50	66	30.8	#20 Flex	PE	S	P2N	0.195	1400	0.4	1.4	4.9	21.5
RG-58A	Belden 8259	50	66	30.8	#20 Flex	PE	S	P1	0.193	1400	0.4	1.5	5.4	22.8
RG-59	Belden 8212	75	78	17.3	#20 Solid	TFE	S	PE	0.242	300	0.6	1.0	3.0	10.9
RG-59B	Belden 8263	75	66	20.5	#23 Solid	PE	S	P2N	0.242	1700	0.6	1.1	3.4	12.0
RG-62A	Belden 9269	93	84	13.5	#22 Solid	ASPE	S	P1	0.260	750	0.3	0.9	2.7	8.7
RG-62B	Belden 8255	93	84	13.5	#24 Solid	ASPE	S	P2N	0.260	750	0.3	0.9	2.9	11.0
RG-63B	Belden 9857	125	84	9.7	#22 Solid	ASPE	S	P2N	0.405	750	0.2	0.5	1.5	5.8
RG-142B	Belden 83242	50	69.5	29.2	#18 Solid	TFE	D	TFE	0.195	1400	0.3	1.1	3.9	13.5
RG-174	Belden 8216	50	66	30.8	#26 Solid	PE	S	P1	0.101	1100	1.9	3.3	8.4	34.0
RG-213	Belden 8267	50	66	30.8	#13 Flex	PE	S	P2N	0.405	3700	0.2	0.6	2.1	8.2
RG-214	Belden 8268	50	66	30.8	#13 Flex	PE	D	P2N	0.425	3700	0.2	0.6	1.9	8.0
RG-216	Belden 9850	75	66	20.5	#18 Flex	PE	D	P2N	0.425	3700	0.2	0.7	2.0	7.1
RG-217	M1779-RG217	50	66	30.8	#9.5 Solid	PE	D	P2N	0.545	7000	0.1	0.4	1.4	5.2
RG-218	M1778-RG218	50	66	29.5	#4.5 Solid	PE	S	P2N	0.870	11000	0.1	0.2	0.8	3.4
RG-223	Belden 9273	50	66	30.8	#19 Solid	PE	D	P2N	0.212	1700	0.4	1.2	4.1	14.5
RG-303	Belden 84303	50	69.5	29.2	#18 Solid	TFE	S	TFE	0.170	1400	0.3	1.1	3.9	13.5
RG-316	Belden 84316	50	69.5	29.0	#26 Solid	TFE	S	TFE	0.098	900	1.2	2.7	8.3	29.0
RG-393	M17127-RG393	50	69.5	29.4	#12 Solid	TFE	D	TFE	0.390	5000	0.2	0.5	1.7	6.1
RG-400	M17128-RG400	50	69.5	29.4	#20 Solid	TFE	D	TFE	0.195	1900	0.4	1.1	3.9	13.2
LMR500	TMS LMR500	50	85	23.9	#7 Solid	FPE	FC	PE	0.500	2500	0.1	0.3	0.9	3.3
LMR600	TMS LMR600	50	86	23.4	#5.5 Solid	FPE	FC	PE	0.590	4000	0.1	0.2	0.8	2.7
LMR1200	TMS LMR1200	50	88	23.1	#0 Tube	FPE	FC	PE	1.200	4500	0.04	0.1	0.4	1.3
Hardline														
1/2"	CATV Hardline	50	81	25.0	#5.5	FPE	SM	none	0.500	2500	0.05	0.2	0.8	3.2
1/2"	CATV Hardline	75	81	16.7	#11.5	FPE	SM	none	0.500	2500	0.1	0.2	0.8	3.2
3/4"	CATV Hardline	50	81	25.0	#1	FPE	SM	none	0.875	4000	0.03	0.1	0.6	2.9
3/4"	CATV Hardline	75	81	16.7	#5.5	FPE	SM	none	0.875	4000	0.03	0.1	0.6	2.9
LDF4-50A	Helix - 1/2"	50	88	25.9	#5 Solid	FPE	CC	PE	0.630	1400	0.05	0.2	0.6	2.4
LDF5-50A	Helix - 3/8"	50	88	25.9	0.355"	FPE	CC	PE	1.090	2100	0.03	0.10	0.4	1.3
LDF6-50A	Helix - 1/4"	50	88	25.9	0.516"	FPE	CC	PE	1.550	3200	0.02	0.08	0.3	1.1
Parallel Lines														
TV Twinlead		300	80	5.8	#20	PE	none	P1	0.500					
Transmitting Tubular		300	80	5.8	#20	PE	none	P1	0.500	8000	0.09	0.3	1.1	3.9
Window Line		450	91	4.0	#18	PE	none	P1	1.000	10000	0.02	0.08	0.3	1.1
Open Wire Line		600	92	1.1	#12	none	none	none	varies	12000	0.02	0.06	0.2	0.7
Approximate Power Handling Capability (1:1 SWR, 40°C Ambient):														
	1.8 MHz	7	14	30	50	150	220	450	1 GHz					
RG-58 Style	1350	700	500	350	250	150	120	100	50					
RG-59 Style	2300	1100	800	550	400	250	200	130	90					
RG-8X Style	1830	840	560	360	270	145	115	80	50					
RG-8/213 Style	5900	3000	2000	1500	1000	600	500	350	250					
RG-217 Style	20000	9200	6100	3900	2900	1500	1200	800	500					
LDF4-50A	38000	18000	13000	8200	6200	3400	2800	1900	1200					
LDF5-50A	67000	32000	22000	14000	11000	5900	4800	3200	2100					
LMR500	12000	6000	4200	2800	2200	1200	1000	700	450					
LMR1200	39000	19000	13000	8800	6700	3800	3100	2100	1400					

Legend:
ASPE Air Spaced Polyethylene
BF Flooded direct bury
CC Corrugated Copper
D Double Copper Shields
DRF Davis RF
FC Foil/Copper Shields
FPE Foamed Polyethylene
Helix Andrew Corp Helix
N Non-Contaminating
P1 PVC, Class 1
P2 PVC, Class 2
PE Polyethylene
S Single Shield
SM Smooth Aluminum
TFE Teflon
TMS Times Microwave Systems
WM Wireman
** Not Available or varies



17 del 24 al 28 de noviembre de 2014
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



2. EFECTOS NEGATIVOS DEL DESACOPLO DE IMPEDANCIAS Y DEL DESBALANCE [1], [2].

El coeficiente de reflexión Γ en una línea de transmisión con impedancia Z_0 , cargada con una impedancia Z_L , está determinado por

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (1)$$

Que ocasiona una onda estacionaria ROE de magnitud

$$ROE = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2)$$

Dando por resultado una pérdida de potencia cuyo valor porcentual es

$$\% \text{potencia reflejada} = \left(\frac{ROE - 1}{ROE + 1} \right)^2 \times 100 \quad (3)$$

Si una línea coaxial con $Z_0 = 75 \Omega$ se conecta directo a una antena con impedancia $Z_L = 300 \Omega$, el coeficiente de reflexión es $\Gamma = 0,6$ equivalente a una $ROE = 4$ que provoca un 36 % de potencia reflejada, es decir que la antena entrega sólo un 64 % de la energía que capta. Esto significa que se pierden aproximadamente 2 dB de energía debido a las reflexiones. Para evitarlo, es necesario adaptar la impedancia de la línea a la de la antena.

Para la TV analógica la presencia de reflexiones puede ocasionar además la aparición de imágenes fantasmas que afectan notablemente la calidad. En la TV digital estas reflexiones equivalen a señales multitrayecto que pueden lo mismo beneficiar si se suman en fase como perjudicar si se restan en contrafase, aunque en general el efecto es menos dañino que en la TV analógica, ya que las normas digitales, y muy especialmente la norma china, incluyen recursos para sacar provecho del multitrayecto y contrarrestar su efecto negativo.

En la Fig.2 se muestran varias formas de acoplamiento de una línea a una antena: (A) sin adaptar impedancias y sin simetrizar, (B) y (C) simetrizando sin adaptar y (D) adaptando y simetrizando.

Cuando el sistema no se simetriza con un balun el desbalance hace surgir corrientes en modo común o tipo paralelo por la parte exterior de la malla, que se comporta como una extensión de la propia antena y que ocasionan deformaciones en el patrón de radiación según se muestra en la Fig.3. Estas corrientes se manifiestan como onda reflejada y pueden provocar mallas en la imagen de la TV analógica cuando la señal es débil, que pueden corregirse simetrizando con un balun o insertando un choque de RF (con vueltas del coaxial dentro de un núcleo de ferrita) o variando el tendido o la longitud de la línea [1].

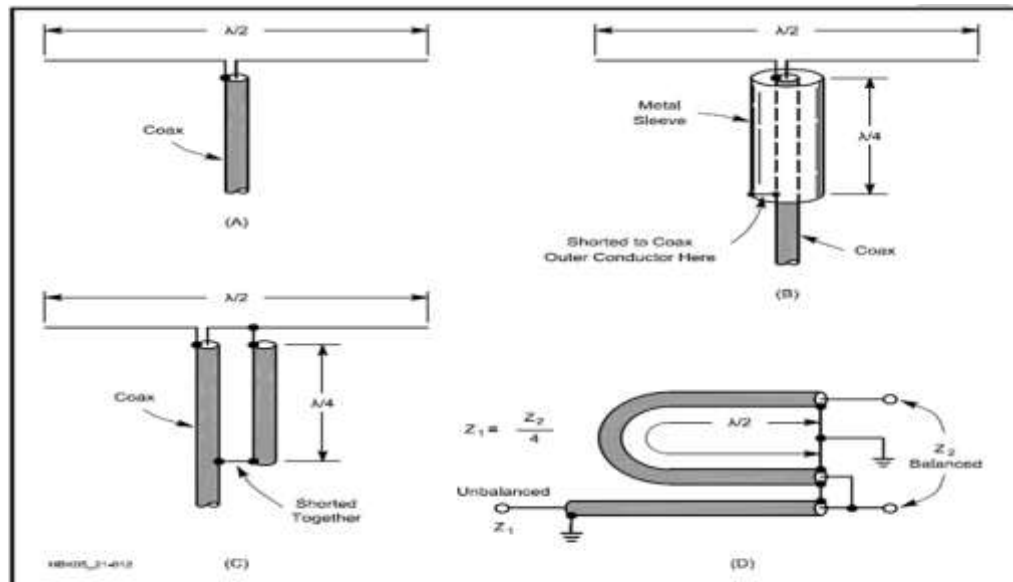


Fig. 2. Formas de acoplamiento de un coaxial a una antena. (A) directo a la antena sin simetrizar, (B) y (C) con simetrizadores (balun) de cuarto de lambda y (D) con balun transformador 4:1 de media lambda. Fuente [1].

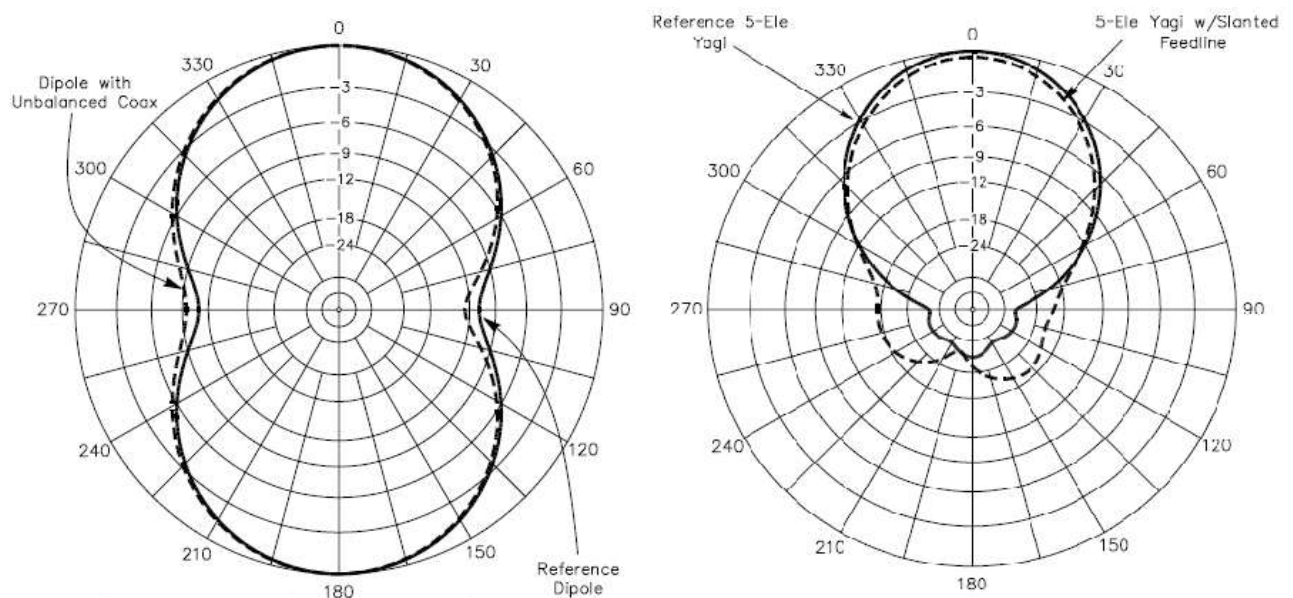


Fig.3. Distorsión del patrón de radiación (líneas punteadas) de un dipolo simple y de una Yagi de 5 elementos cuando no se balancea el sistema con un balun. Fuente [1].



3. TRANSFORMADORES DE IMPEDANCIA Y BALUNS.

Transformador de cuarto de lambda [1]...[6].

Consiste en insertar en serie un tramo de línea de longitud $\lambda/4$ con la impedancia Z_t necesaria para transformar la impedancia de la línea Z_o en la impedancia de la antena Z_L , según la ecuación (4), como se muestra en la Fig. 4. Para una antena con $Z_L=300 \Omega$ y un cable con $Z_o=75 \Omega$, debe insertarse un tramo de línea de $\lambda/4$ con una $Z_t=150 \Omega$. Hay que tener en cuenta el factor de velocidad de la línea (0,92 para dieléctrico de aire y entre 0,66 y 0,88 para otros dieléctricos).

$$Z_t = \sqrt{Z_o Z_L} \quad (4)$$

La impedancia característica Z_o de una línea de conductores paralelos queda determinada por

$$Z_o = \frac{276}{\sqrt{\epsilon_r}} \log \frac{D}{a} \quad (5)$$

Donde D es la separación entre centro y centro de los conductores, a es el radio de los conductores y ϵ_r la constante dieléctrica del aislador que los separa.

Pueden utilizarse dos hilos conductores paralelos con la separación y calibre adecuados para que su impedancia sea de 150Ω o un tramo de la propia cinta, doblando el aislante en un ángulo apropiado para disminuir la separación entre los conductores lo necesario para reducir a la mitad el valor del logaritmo de la relación D/a , haciendo que la impedancia se reduzca de 300 a 150Ω . Tiene el inconveniente de que no simetriza y que es de banda relativamente estrecha.



Fig. 4. Transformador de cuarto de lambda. La inserción en serie de un tramo de línea de $\lambda/4$ con $Z_t=150 \Omega$, acopla un coaxial de 75Ω a una antena de 300Ω . Desventajas: es de banda estrecha, no simetriza. Fuente [3].

Cálculo del ancho de banda [3], [5].

El ancho de banda está determinado por el intervalo de frecuencias en que las reflexiones se mantienen dentro del rango deseado, determinado por el coeficiente de reflexión Γ . El grado de disparidad entre las impedancias a acoplar junto al valor del coeficiente de reflexión máximo a tolerar Γ_m , determinan el ángulo máximo θ_m del borde inferior de la banda, según la ecuación (6), representado gráficamente en la Fig. 5.



$$\theta_m = \cos^{-1} \left[\frac{\Gamma_m}{\sqrt{1-\Gamma_m^2}} \frac{2\sqrt{Z_0 Z_L}}{|Z_L - Z_0|} \right] \quad (6)$$

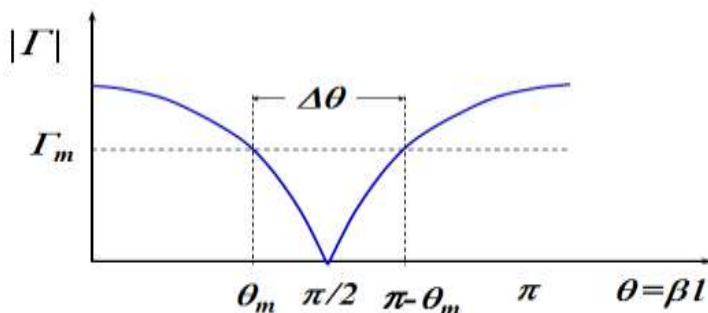


Fig.5. Representación gráfica de la dependencia del ángulo de desviación máximo θ_m , que determina el ancho de banda, con el coeficiente de reflexión máximo a tolerar Γ_m . Fuente [2].

A su vez este ángulo θ_m define la relación $\Delta f/f_0$ entre el rango de frecuencias (ancho de banda, dentro del cual las reflexiones se mantienen por debajo del límite prefijado) y la frecuencia central f_0 a acoplar, dada por

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{2(f_0 - f_m)}{f_0} = 2 - \frac{2f_m}{f_0} = 2 - \frac{4}{\pi} \theta_m \quad (7)$$

Así por ejemplo, para que la ROE se mantenga inferior a 1.2, dada por un coeficiente de reflexión $\Gamma = 0.0909$, resulta una relación $\Delta f/f_0 = 0.15$. Para una frecuencia central de 640 MHz, al centro de la banda de UHF, el ancho de banda Δf sería de 96 MHz, esto es, entre 7 y 8 canales por encima y por debajo de esa frecuencia. Para una ROE dentro del rango de 1,5, menos exigente que la anterior, pero todavía mucho mejor que la ROE=4 que habría sin transformador, la Δf resultante sería de 224 MHz, que cubriría alrededor del 66 % de la banda de UHF. Sin embargo, como es poco probable que la impedancia de la antena se mantenga constante en toda la banda, las reflexiones totales del sistema van a ser algo mayores que las determinadas por el propio transformador, calculado bajo el supuesto de que la Z_L se mantendría constante.

Transformador y balun de media lambda [1]...[5].

Consiste en doblar un tramo de $\lambda/2$ del propio coaxial, unir las mallas en sus extremos a la malla de la línea y conectar sus centros a la antena, con uno de ellos unido al del coaxial, según se muestra en la Fig. 6. Hay que tener en cuenta el factor de velocidad del cable (de 0.66 a 0.75 para un RG-6, según fabricante y tipo de aislamiento). Por ejemplo, para el canal 42, cuya frecuencia central es de 641 MHz, $\lambda/2=23,4$ cm, y considerando un factor de velocidad de 0.7, la longitud del cable para el transformador sería $l=16,4$ cm.

Es de más fácil construcción y montaje que el anterior, a la vez que balancea o simetriza el sistema, aunque es también de banda relativamente estrecha. El ancho de banda es similar al del transformador de $\lambda/4$.

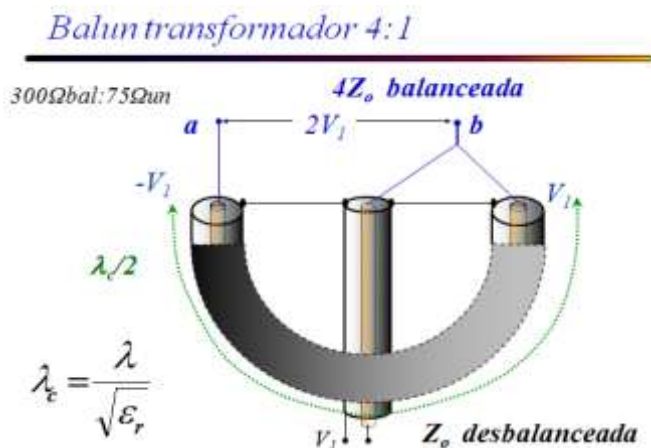


Fig. 6. Balun transformador 4:1 de media lambda. Desventaja: es de banda estrecha. Ventajas: simetriza y es de más fácil construcción y montaje que el de $\lambda/4$. Fuente [2].

Transformador y balun con núcleo de ferrita [1], [3].

Requiere ser construido de manera industrial debido a los componentes que lo conforman. Gracias a las propiedades combinadas de la ferrita y el diseño de las bobinas, exhibe un gran ancho de banda que puede ser de 10:1, pudiendo cubrir todas las bandas de TV. Su uso más común es en el extremo del receptor para adaptar los 300Ω de la cinta a los 75Ω de entrada del televisor (la denominada cachimba), cuyo esquema eléctrico se muestra en la Fig. 7. Sin embargo, convenientemente sellado y adaptado sería el balun y transformador ideal para acoplar un coaxial de 75Ω a una antena de 300Ω . Por el extremo de 300Ω debe habilitársele un pequeño tramo de cinta para conectar a la antena y por el extremo de 75Ω un conector F hembra para acoplar a un F macho en el coaxial. Deben tomarse especiales precauciones para garantizar su hermeticidad, ya que va ubicado a la intemperie y la humedad lo puede inutilizar.

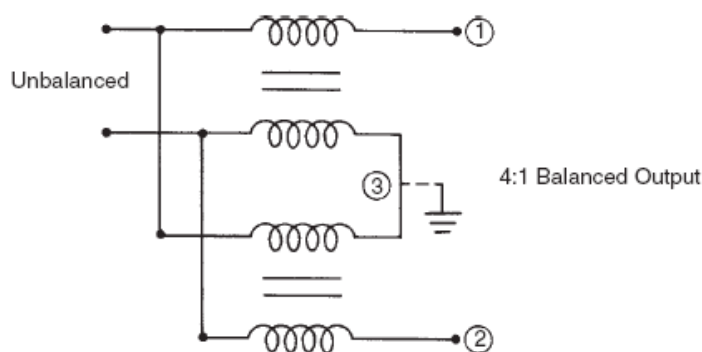


Fig. 7. Balun transformador con núcleo de ferrita (cachimba). Ventaja: gran ancho de banda. Desventaja: requiere ser construido industrialmente. Debidamente sellado y adaptado es ideal para acoplar un coaxial de 75Ω con una antena de 300Ω , por sus bondades de ancho de banda y fácil montaje. Fuente [3].



17 del 24 al 28 de noviembre de 2014
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



4. PRINCIPALES DEFICIENCIAS OBSERVADAS EN LOS SISTEMAS DE RECEPCIÓN DE LA POBLACIÓN. RECOMENDACIONES PARA CORREGIRLAS.

Entre las numerosas deficiencias observadas se destacan las siguientes:

- Cintas bajantes enrolladas en el mástil metálico que soporta la antena.
- Cintas empotradas en la pared o adosadas a la misma.
- Sobrantes de cinta enrollados y depositados sobre el techo o el piso.
- Múltiples empates en la cinta o el cable bajante.
- Deterioro de la cinta o del cable por los efectos de la intemperie y envejecimiento.
- Penetración de humedad en el cable por colocación incorrecta. Debe colocarse con el extremo apuntando hacia abajo, para impedir la penetración de agua.
- Empleo de cables coaxiales de 75Ω en antenas de 300Ω sin acoplador de impedancias ni balun.
- Empleo de cualquier tipo de cable como bajante.
- Empalmes deteriorados y con falta de mantenimiento entre el bajante y la antena.
- Daños imperceptibles (bobinas partidas o desoldadas) en el acoplador de impedancias entre la cinta y el receptor (cahimba).
- Antenas con elementos faltantes, partidos o en mal estado.
- Antenas para una banda de frecuencias distinta a la que se pretende recibir.
- Cualquier tipo de artefacto utilizado en función de antena.

Como parte del trabajo investigativo se simularon algunas de estas deficiencias y se efectuaron mediciones en condiciones de taller y pruebas de campo para evaluar su impacto en la degradación de la señal. Se evaluaron las pérdidas en dB que las mismas introducen, a la frecuencia de 640 MHz, con barrido de 20 MHz (al centro de la banda de UHF), como se muestra en la tabla No. 2.

Instrumentos y recursos utilizados

Analizador de redes Agilent, modelo 8712ET.

Caja decodificadora (set top box) Haier, modelo HDMB-2000/T.

10 m de cinta de 300Ω .

10 m de cable RG-6 AU de 75Ω .

10 m de bajante telefónico exterior.

2 balun-transformadores de 4:1 de $\lambda/2$ para balancear y transformar los 50Ω del analizador en 200Ω balanceados.

2 transformadores de $\lambda/4$ (conformados en los extremos de la cinta) para acoplar los 200Ω a los 300Ω de la cinta.

2 antenas Yagi para UHF, de 3 elementos con dipolo doblado.



Tabla No.2. Impacto en la degradación de la señal por la simulación de algunas de las deficiencias señaladas, según mediciones de taller y pruebas de campo, realizadas para una frecuencia de 640 MHz, con barrido de 20 MHz. Fuente: elaboración propia.

Atenuación introducida por los bajantes en variadas condiciones	Aten (dB)	Dif. (dB)
Cinta de 10 m en recorrido libre (referencia)	-0,9	-
con 3 m de su recorrido adosados a una pared cementada	-6,2	-5,3
con 2 m de su recorrido adosados al angular de una puerta de aluminio	-6,0	-5,1
con 8 vueltas enrolladas sobre un tubo de hierro de 4 cm de diámetro	-4,5	-3,6
con 3 m de su recorrido tendidos sobre el piso, sin enrollar	-5,8	-4,9
con 5 vueltas de 20 cm de diámetro (3 m) enrolladas al aire	-5,3	-4,4
con 5 vueltas de 20 cm de diámetro (3 m) enrolladas sobre el piso	-14,1	-13,2
con 4 m de su recorrido mojados con agua corriente	-3,4	-2,5
con 4 m de su recorrido mojados con agua salobre	-5,7	-4,8
con 3 empalmes (bien realizados, sin perder la geometría)	-0,9	0,0
Cable coaxial de 10 m	-2,1	-1,2
después de sumergir un extremo en agua durante 20 minutos	-2,2	-1,3
con 2 empalmes (perdiendo la geometría)	-2,8	-1,9
Bajante telefónico de 10 m en recorrido libre	-9,8	-8,9

Nivel de recepción de una señal de prueba de 0 dBm radiada y recibida con antena Yagi de UHF en 640 MHz, con variados acoples y bajantes.	Nivel dBm	Dif dBm
con cinta en recorrido libre acoplada directo en antena receptora (referencia)	-30,5	-
con coaxial acoplado mediante balun de 4:1 (de $\lambda/2$) en antena receptora	-31,6	-1,1
con coaxial acoplado directo en antena receptora (sin balun)	-33,4	-2,9
con bajante telefónico en recorrido libre acoplado directo en antena receptora	-39,5	-9,0

Afectación de la atenuación en la calidad de la recepción digital	Intensidad %	Calidad %
Recepción del Ch 48, mediana intensidad de campo, sin atenuación	74	59
con 3 dB de atenuación	70	52
con 6 dB de atenuación	66	45
con 10 dB de atenuación	62	31
con 13 dB de atenuación	Inestable	Inestable

La decisión disponer para la venta a la población de cables coaxiales de 75 Ω para su uso como bajante de antenas de TV, por sus ventajas respecto a la cinta, es un decisivo aporte a la urgente necesidad de ir sustituyendo el uso de la cinta por el del cable. El resultado de las mediciones lo corrobora.

Allí donde la cobertura de la señal no sea crítica, el cable coaxial podría usarse incluso sin balancear ni acoplar impedancias, ya que las afectaciones que se introducen resultan en la práctica siempre menores que las de la cinta. Sólo en los casos donde la señal sea muy débil, es casi obligado entonces acoplar impedancias y balancear.

Las próximas ofertas de antenas de nuevo tipo, con impedancias de 75 Ω , facilitarán las cosas al no requerir adaptación para el cable. La venta de conectores F enroscables directamente al cable es una facilidad adicional. Para quienes adquieran o mantengan sus antenas de 300 Ω , sería conveniente ofertar también acopladores de impedancia para uso en exteriores, preferiblemente con transformador de ferrita, con indicaciones de cómo proceder para su instalación. En la mayoría de las ubicaciones, una Yagi de moderada ganancia es suficiente para una buena recepción. Sólo las ubicaciones muy alejadas o muy obstruidas requieren antenas de mayor ganancia e incluso el empleo de amplificadores de antena, que también se ofertarán.



17 del 24 al 28 de noviembre de 2014
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



Para aquéllos cuyos recursos económicos no les permitan renovar sus sistemas de recepción, hay que hacer énfasis en la divulgación de orientaciones acerca de cómo instalar correctamente su antena utilizando el cable coaxial, así como para corregir deficiencias en la instalación de la propia cinta.

Sin embargo, debido a las complejidades técnicas que para muchos esta tarea implica, no puede dejarse todo a la espontaneidad. Debido a que no existen entidades estatales ni privadas que realicen estas funciones, surge la imperiosa necesidad de crearlas, de manera que todo el que tenga dificultades con su antena o bajante disponga de opciones para solucionarlas, ya sea contratando el servicio o recibiendo orientaciones.

Estas entidades deberán disponer de mano de obra y recursos para ofertar y realizar instalaciones correctas y para corregir o mejorar las instalaciones existentes y cobrar por ese servicio a precios asequibles. Junto nuevas entidades estatales, pudieran funcionar también de forma paralela cooperativas de nuevo tipo que brinden estos servicios.

En los casos de grandes edificios, es mucho más factible el montaje de antenas colectivas con distribución por cables, tarea que sólo puede ser posible a través de tales entidades, con la mano de obra y los recursos necesarios. Esto eliminaría la diseminación de antenas de todo tipo y sin cultura técnica en azoteas y balcones, que deslucen el entorno.

5. CONCLUSIONES

El empleo del cable coaxial de 75 Ω es siempre recomendable respecto a la cinta de 300 Ω . Su atenuación es ligeramente mayor que la de una cinta bien instalada, pero se mantiene sin variaciones y es más duradero. Cualquier irregularidad en la cinta introduce siempre afectaciones mucho mayores que las del cable, aún cuando éste no se instale con todos los requisitos.

La atenuación de la cinta se incrementa notablemente cuando en su recorrido se aproxima a superficies conductoras o medianamente conductoras como paredes, placa y piso, y se agrava cuando además se enrolla el sobrante y se deposita sobre la placa o el piso, práctica que se observa con demasiada frecuencia. Si a todo esto se le suma el efecto de la humedad, la suciedad y el rápido deterioro de la cinta, el resultado es desastroso.

Para la televisión analógica, estas degradaciones de señal pueden significar la diferencia entre una imagen nítida y una muy ruidosa. Para la digital pueden constituir la diferencia entre ver o no ver la televisión.

La divulgación de orientaciones a la población acerca de cómo mejorar sus sistemas de recepción puede contribuir en buena medida a lograr ese objetivo, pero no sería suficiente. Es necesaria además la creación de entidades que se dediquen a esas funciones, con todos los recursos que se requieran, como vía eficiente para poder realizar sin contratiempos el apagón analógico.

La realización del apagón analógico en el menor tiempo posible depende por un lado de la instalación por Radiocuba de la red de transmisores según lo programado y parejo a esto que la población disponga de los medios para recibir adecuadamente la señal digital, incluidos sus sistemas de recepción. Es urgente entonces darle solución a los problemas que existen. El gran ahorro energético que el apagón representa, justifica cualquier inversión encaminada a mejorar los sistemas de recepción de la población.



17 del 24 al 28 de noviembre de 2014
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



BIBLIOGRAFIA

1. The ARRL Antenna Book 19th Edition, varios autores, ARRL Editor, 2000, Parte 24, *Transmission lines* y 26, *Coupling the line to the antenna*.
2. Conferencias de Telecomunicaciones, CUJAE, 2009, Tema *Líneas de Transmisión y Antenas*.
3. Thomas A. Milligan, Modern Antenna Design, John Wiley & Sons, 2005, Acápites 5-15, Baluns, pp 251-260.
4. D. Pozar, Microwave Engineering, Editorial Felix Varela, 1977, Parte 3, *The Quarter-Wave Transformer* y 6, *Impedance Matching and Tuning*.
5. B. P. Lathi, Signals, Systems and Communication, John Wiley & Sons, 1965, Parte 9, *Systems with Distributed Parameters*.
6. Robert E. Collin, Foundations for Microwave Engineering, Edición Revolucionaria, 1966, Parte 5, *Impedance Transformation and Matching*.

AGRADECIMIENTO

A Osmany Luis Barrios, Especialista Superior de la Dirección de Mantenimiento de Radiocuba y Ariel Alfonso Salas, Especialista Superior de la División de Construcción y Montaje de Radiocuba, por el apoyo y contribución en la realización de las mediciones que permitieron obtener los resultados expuestos.

A los estudiantes de la CUJAE Alberto Rodríguez Bravo y Ricardo García Rodríguez, por sus valiosos aportes de información actualizada.

A Justo Moreno García, Director General de Radiocuba, que motivó y alentó la realización del trabajo.

SOBRE EL AUTOR

Es graduado de Ingeniería Eléctrica en la especialidad de Telecomunicaciones en la U.O. en 1976, fecha desde la cual se ha mantenido laborando en el sector de las Radiocomunicaciones dentro del MC. Se desempeña actualmente como especialista Superior de la Dirección de Mantenimiento de la Empresa Radiocuba. Es autor del software RADCON, utilizado para el cálculo de cobertura en las transmisiones de Radiodifusión por OM, que fue patentado. Ha participado en varios cursos de adiestramiento en la especialidad, dentro del país y en el extranjero.