Ejemplo de Aplicación Práctico Caso Estudio "Enlace Punto a Punto 802.11b Porlamar – Isla de Coche" Alfredo Chamberlain – Universidad del Táchira – Junio 2005

Abordaremos a continuación un ejemplo de implementación del programa RadioMobil en el cálculo de un enlace de datos punto a punto vía 802.11b usando equipos convencionales y antenas de alta ganancia entre las ciudad de Porlamar en el estado Nueva Esparta y el pueblo de San Pedro de Coche en la Isla de Coche donde existe un conocido hotel y el gerente quiere brindar a sus huéspedes el servicio de Internet.

1er paso - Ubicación:

El primer paso es sin duda obtener la data de posicionamiento mediante el uso de un GPS, en la ciudad de Porlamar la transmisión se hará desde la azotea del edificio donde funcionan las oficinas principales administrativas del hotel y en la Isla de Coche la antena de recepción estará situada dentro de las instalaciones del hotel, donde solo existe una pequeña elevación de unos 15 msnm.

Los datos obtenidos mediante el uso del GPS en ambas localidades arrojan los siguientes resultados:

Punto 1 (Porlamar)	Lat: 10° 57' 21.9'' N
	Lon: 63° 50' 48.8'' W
Punto 2 (Isla de Coche)	Lat: 10° 47' 31.3'' N
	Lon: 63° 59' 11.1'' W

Tomamos en cuenta además que en Porlamar la altura del edificio donde se colocará la antena es de aproximadamente 30m.

2do paso - Equipos:

Revisando proyectos similares en la red encontramos que es posible hacer enlaces de más de 25 km. utilizando Access Points (AP) convencionales, como el modelo DI624 de Dlink pero cambiando la antena que viene con el equipo por antenas altamente direccionales de elevada ganancia, lo que nos da la ventaja adicional de transmitir por debajo de la potencia necesaria para requerir permisología especial por parte de CONATEL.

Una verificación en la web de las características de estos Access Points nos permite determinar parámetros que nos servirán para caracterizar el equipo dentro del programa de RadioMobil:

Specifications			
Frequency Range	2.4GHz to 2.462GHz		
Receiver Sensitivity*	 54Mbps OFDM, 10% PER,-68dBm) 48Mbps OFDM, 10% PER,-68dBm) 36Mbps OFDM, 10% PER,-75dBm) 24Mbps OFDM, 10% PER,-79dBm) 18Mbps OFDM, 10% PER,-82dBm) 12Mbps OFDM, 10% PER,-84dBm) 11Mbps CCK, 8% PER,-82dBm) 9Mbps OFDM, 10% PER,-87dBm) 6Mbps OFDM, 10% PER,-88dBm) 5.5Mbps CCK, 8% PER,-85dBm) 2Mbps QPSK, 8% PER,-89dBm) 1Mbps BPSK, 8% PER,-89dBm) 		
Wireless Transmit Power	15dBm ± 2dB		

Las antenas son un factor importante en el modelado del sistema. Por ser equipos de baja potencia de transmisión se requiere el uso de antenas de alta ganancia y alta direccionalidad. Una posibilidad a considerar es el uso de este modelo de antena de 21dB de ganancia:



Electrical Specifications

Frequency	2400-2500 MHz
Gain	21 dBi
Impedance	50 Ohm
Max. Input Power	100 Watts

3er paso – Modelado con RadioMobil:

1.- Ingresamos al programa y creamos un nuevo proyecto de trabajo haciendo clic en File – New Networks.

🗖 New Net initializatio	'n	×
Number of networks	1	Applu
Number of units	2	
Number of systems	1	Default
Estimated memory needed	2K	

Ingresamos los datos que se muestran arriba a fin de configurar por primera vez nuestra red.

Utilizaremos una sola red por cuanto no vamos a considerar interferencias de otras redes, 2 unidades por cuanto vamos a usar 2 AP en puntos diferentes y un solo sistema debido a que ambos equipos son idénticos en sus características excepto por su localización.

Aquí es propio definir algunos términos a utilizar:

Red: Universo global donde se consideran frecuencias de trabajo y topologías, así como diferentes consideraciones con respecto al clima.

Sistemas: Diferentes tipos de equipos que intervienen en la red, aquí se consideran características como tipo de antena, perdidas en líneas de transmisión, sensibilidad de recepción y otros.

Unidades: Son todos y cada uno de los equipos que intervienen en una red pero definidos por su localización, pueden pertenecer a un mismo sistema o a sistemas diferentes.

2.- A continuación definimos las características de la red que vamos a utilizar, para ello ingresamos a este ítem en **File – Networks properties.** Allí completamos los valores de nuestra red, le damos un nombre en este caso "802.11b" y obtenemos de las características del AP el rango de frecuencias de trabajo, el cual va de 2.4GHz a 2.462GHz. Seleccionamos el clima que mas se ajusta al lugar y dejamos los demás parámetros por defecto que encontramos en el programa.

of all nets	Default parameters Copy Net	Paste Net Cancel Apply
2.11Ь	Parameters Topology Men	nbership Systems Style
	Net name 802.11b	Surface refractivity (N-Units) 301
	Minimum frequency (MHz) 2400	Ground conductivity (S/m) 0,005
	Maximum frequency (MHz) 2462	Relative ground permittivity 15
	Vertical C Horizontal Mode of variability	C Equatorial
	C Spot % of time 50 C Accidental % of locations 50	Maritime sub-tropical O Desert
	Mobile Broadcast % of situations 50	Continental temperate Maritime temperate over land
	Additional loss	C Maritime temperate over sea

3.- Luego configuramos los parámetros de los sistemas que están involucrados en nuestra red, en este caso solo uno. Haciendo clic en el botón de **Systems** podemos apreciar un área especial donde definir los equipos que utilizaremos.

Default parameters Copy N	let Paste Net Cancel Apply
Parameters Topology	Membership Systems Style
System name Transmit power (Watt) Receiver threshold (µV) Line loss (dB) Antenna gain (dBi) Antenna height (m) Additional cable loss (dB/m)	Select from Radiosys.dat AP Antenna HG 0.03162278 (dBm) 7,94 (dBm) 2 (Cable+cavities+connectors) 21 (dBd) 18,85 1 (Above ground) 0 (If antenna height differs) Remove from radiosys.dat
	Default parameters Copy N Parameters Topology System name Transmit power (Watt) Receiver threshold (µV) Line loss (dB) Antenna gain (dBi) Antenna height (m) Additional cable loss (dB/m) Add to radiosys.dat

Aquí especificaremos un nombre para nuestro equipo, en este caso **AP Antenna HG**, luego de la hoja de especificaciones del AP obtenemos los valores de potencia de transmisión y valor de umbral del receptor (en este caso escogemos el mínimo de -89dB), por los general los AP se montan en una caja hermética en el mismo mástil de la antena,

por lo que la altura de la antena es de solo un metro y no hay perdidas si la antena es mas alta, para ello se consideran 2dB de pérdida por efecto de conectores y el corto pigtail.

Una vez que se definen estos datos hacemos clic en Apply.

4.- Ahora se procede a cargar los mapas necesarios para visualizar correctamente los puntos donde estarán colocados ambos equipos así como los datos topográficos que se requieren para definir posibles problemas de obstrucciones en la línea visual que se requiere para este tipo de comunicaciones vía microondas. Lo primero que se requiere es obtener el mapa de relieve topográfico de la zona, esto lo logramos haciendo clic en el botón de **Map properties**



Centre	Size (pixel)		
10°57'21,9''N 063°50'48,8''W FK80BW	Width(pixels) He	ight (pixels) IO	Apply
Latitude Longitude 10,95608 -63,84689	Size (km)	ight (km)	Cancel
Use cursor position	60,00 60	1,00	Top Left 11*13'34''N 064*07'19''W
World map	Elevation data source	Top laver	Top Right 11°13'34''N
Select a city name	SRTM	Browse	063°34'19''W
Enter LAT LON or QRA	None 💌	Browse	Bottom Left 10°41'10''N 064°07'19''W
Select a unit	None	Browse	Bottom Right
	None	Browse	10°41'10''N 063°34'19''W
 Adjust units elevation Merge pictures 	Ignore missing files	Bottom layer	

Donde obtenemos esta ventana de configuración del mapa a utilizar:

Hacemos clic sobre **Enter LAT LON or QRA** y alli colocamos la data de una de las ubicaciones del AP, de esta manera obtendremos nuestro mapa centrado en ese punto (no debe olvidarse seleccionar correctamente el hemisferio).

🕄 WGS co	or dinates		×
Latitude	10 * 57 '21,9	" <u>N</u>	Apply
Longitude	063 * 50 ' 48,8	"	Cancel
Latitude	10,95608	-	
Longitude	-63,84689		
QRA	FK80BW		

Escoger el ancho y alto del mapa en píxeles y la distancia a la que este equivale en Km., mientras menos kilómetros y más píxeles tenga el mapa mayor es el zoom.

Al darle **Apply** se iniciará el proceso de descarga del mapa topográfico que podrá demorar algunos minutos dependiendo del área considerada y la velocidad de conexión disponible.



A continuación debemos colocar sobre este mapa topográfico el mapa político que nos servirá de referencia para verificar nuestras ubicaciones. Para ello hacemos clic en el botón de **Merge pictures...**



Y escogemos la fuente de nuestro mapa, para Venezuela los mapas más detallados se encuentran bajo la opción de **Internet MapPoint – The World,** en la operación debe seleccionar la opción **Add** a fin de lograr una imagen semitransparente que permita ver los contornos del mapa topográfico.

ource	MapPoint selection	1
C Another nicture	Personnal use	Apply
	C North America	Capcel
C Internet LANDSAT - World	C Funne	- Operation
C Internet Terraserver - USA	Lurope	operation
🕤 Internet Tiger - USA	The World	
🕤 Internet Toporama - Canada		С Сору
C Land Cover		
		Add
C ADRG		
Internet MapPoint		C Multiply
🔿 Internet MapQuest		
		C Bitwise

Dar clic en **Apply** para comenzar la descarga y finalmente seleccionar **Keep in** actual picture para mantener el mapa descargado.

5.- A continuación definiremos la ubicación de las unidades, para ello seleccionamos **File – Unit properties** y definimos un nombre y la ubicación para cada AP a utilizar usando el botón de **Enter LAT LON or QRA**.

	🗚 Units properties		×
	AP1	Name Elevation (m)	Applu
	AP2 Upit 2	- JAP1 J9	
	Unit 4 Unit 5 Unit 6	Position 10*57'21,9"N 063*50'48,8"W Paste Copy 10*57'21,9"N 063*50'48,8"W Paste FK80BW FK80BW Paste	Undo unit
	Unit 7 Unit 8		Move up
	Unit 9 Unit 10	Enter LAT LUN or URA	Move down
		Place unit at cursor position	
		Place cursor at unit position	Export
		Add unit to cities.dat	Import
		Get unit from cities.dat	Clear all
WGS coordinates		Style	Sort
		Enabled C Left C Centre C Right	Apply style
Latitude 🔟 * 57 121,	B N Apply	No label BackColor ForeColor	
Longitude 063 * 50 ' 48,	3 W Cancel	Icon 16x16 pixels	4
Latitude 10,95608			Y
		☐ Show only units that are members of a visible network	
Longitude -63,84689			
QRA FK80BW			

Al hacer clic sobre **Apply** luego de ingresar los datos de ambas unidades obtendremos las ubicaciones en el mapa de los equipos.

evara El	Espinal	A. C.	7
el Caribe mational	Los Bagres	San Antonio	APIONAN
dras El Va		- 1	
Punta de	400 .10	a Isleta	
mangie			
		Caribi	bean Sea
an Pedro	Pedro		

6.- El paso final antes de obtener los resultados es indicarle al programa cuales son los Sistemas que caracterizan a cada una de las Unidades, para ello ingresamos nuevamente en **File – Networks properties** y bajo la opción de **Membership** seleccionamos el sistema asociado con cada unidad, en nuestro caso el AP1 tendrá rol de Comando y el AP2 de Subordinado, clic en **Apply** para salir.

X Networks properties	Default parameters Cop	y Net Paste Net Cancel	Apply
802.11b	Parameters Topology List of all units AP1 AP2 Unit 3 Unit 4 Unit 5 Unit 6 Unit 6 Unit 7 Unit 8 Unit 9 Unit 10	Membership Systems Member of 802.11b Role of AP2 Subordinate Subordinate System AP Antenna HG Antenna height (m) Image: System 1 Image: Other 0.5	Style

7.- Finalmente hacemos clic en el botón de Radio link

De esta manera ingresamos al área donde podemos verificar la altura que tendrá cada antena y la respuesta del enlace.

Seleccionamos 30 en la altura del AP1 y 5 en la altura del AP2 y verificamos que efectivamente el enlace es posible a 1MBps.

🕈 Radio Link					
dit <u>V</u> iew S <u>w</u> ap					50 AD
Elevation=13,0m	Azimuth=219,9°	Clearanc	e at 9,53km	Worse Fresnel=0,5F1	Distance=23,75km
PathLoss=127,7dB			Receiver	Hx level=41,24µV	
AP1		•	AP2		
Role Tx system name Tx power Line loss Antenna gain Badiated power	Command AP Antenna HG 0,0316 W 2 dB 21 dBi FIBP-2 51 W	15 dBm 18,85 dBd EBP-1 53 W	Role Rx syster Required Antenna Line loss Ry sensit	Subordinate n name AP Antenna E Field 36,92 dBµV. gain 21 dBi 2 dB	HG /m 18,85 dBd .99 dBm
Automa beiebt (m)	Lini -2,51 W	LIII -1,55 W	Automa	lvity 7,54 μv	
Antenna height (m)	30	Apply	Antenna	neight (m) 5	Apply
Net 802.11b		_	Frequency Minimum 2400	(MHz) Maximum 2462	Apply

Si se desea puede intentarse cambiar la configuración del sistema AP Antenna HG en la opción de sensibilidad del receptor para una velocidad mayor, con lo que obtendríamos si es posible lograr ese enlace, por ejemplo para 54Mbps la sensibilidad del receptor es -68dBi. Modelando de nuevo podemos verificar que no es posible realizar un enlace a esta velocidad con los equipos y las ubicaciones disponibles.

SVAUULI-13.UIII	Azimuth=219.9	* Clearan	nce at 9.53km	Worse Fresnel=0.5F1	Distance=23.75km
athLoss=127,7dB	E field=51,2dB	uV/m Rx leve	el=-74,7dBm	Rx level=41,24µV	Rx Relative=-6,7dB
ransmitter			Receiver		
AP1		S0	Receiver		S0
AP1 Role Tx system name Tx power Line loss Antenna gain	Command AP Antenna HG 0.0316 W 2 dB 21 dBi	50 S0	Receiver AP2 Role R× system Required I Antenna g Line loss	Subordinate name AP Anterna Field 57,93 dBµV, ain 21 dBi 2 dB	HG /m 18,85 dBd
AP1 Role Tx system name Tx power Line loss Antenna gain Radiated power	Command AP Antenna HG 0,0316 W 2 dB 21 dBi EIRP=2,51 W	50 15 dBm 18,85 dBd ERP=1,53 W	Receiver AP2 Role Rx system Required Antenna g Line loss Rx sensitiv	Subordinate name AP Antenna Field 57,33 dBµV, ain 21 dBi 2 dB ity 89,13 µV	HG /m 18,85 dBd -68 dBm
AP1 Role	Command	S0	Receiver AP2 Role	Subordinate	

Bajo la opción de **View – Details** tenemos un resumen de las características del enlace, distancia, perdidas y algunos datos útiles para la orientación de las antenas, azimut magnético y geográfico para lograr un ajuste correcto con brújula y la orientación vertical.

Bajo la opción **View - Range** obtenemos información sobre el alcance del enlace y las areas que pueden ser cubiertas o no.

Bajo la opción **View – Observe** tenemos una vista interesante construida a partir del mapa topográfico en donde se muestra como se vería una unidad desde el extremo opuesto, con la posibilidad de generar imágenes estereoscópicas.

Finalmente podemos construir una animación de "vuelo" desde la unidad AP1 a la AP2 o viceversa.

M Radio Link 🔀								
<u>E</u> dit <u>V</u> iew S <u>w</u> ap								
		AP1 as se	en from AP2					
Transmitter AP2		S-100	Receiver		S-100			
Role Tx system name Tx power Line loss Antenna gain Radiated power Antenna height (m)	Subordinate AP Antenna HG 0,0316 W 2 dB 21 dBi EIRP=2,51 W 5	15 dBm 18,85 dBd ERP=1,53 W Apply	Role Rx system name Required E Field Antenna gain Line loss Rx sensitivity Antenna height (m)	Command AP Antenna HG 36,92 dBμV/m 21 dBi 2 dB 7,94 μV 30	18,85 dBd -89 dBm Apply			
Net 802.11b		•	Frequency (MHz) Minimum 2400	Maximum 2462				

Estas son las características de modelado más importantes del programa RadioMobil en sistemas punto a punto.