

CIRCUITO SIMPLE DE BARRIDO DE FRECUENCIA PARA COMPARTIMIENTO
SELECTIVO DEL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO EN SISTEMAS DE COMU-
NICACIONES MOVILES

CARLO, PEDRO ING.
ESCUELA POLITECNICA DEL LITORAL

RESUMEN

Se presenta en este trabajo un circuito que acoplado a un transreceptor móvil permite su operación en un grupo de cuatro frecuencias o canales que son compartidos entre varios sistemas móviles independientes. Cada receptor es habilitado por un circuito de ton subaudible que permite la comunicación sólo entre transreceptores del mismo sistema. Se consigue de esta forma una utilización mas eficiente del espectro electromagnético y se conserva también la privacidad de cada sistema.

INTRODUCCION

Existen en la actualidad muchos sistemas móviles en operación con un número pequeño de usuarios. Esto significa un desperdicio del espectro electromagnético pues la banda de frecuencias asignada a cada uno de estos sistemas permanece inactiva la mayor parte del tiempo. Una forma de aumentar el número de usuarios sin aumentar el número de frecuencias es el de colocar varios sistemas independientes compartiendo la misma frecuencia y manteniendo a cada sistema separado operacionalmente por medio de circuitos silenciadores de tono. Este sistema que es utilizado actualmente en repetidoras de tipo comunitario en la costa adolece de fallas. La primera desventaja es que la privacidad de cada sistema no puede ser garantizada. Un usuario en un sistema puede escuchar a los usuarios de otros sistemas al deshabilitar el circuito silenciador de tonos. Esto se consigue con la sencilla operación de descolgar el micrófono de su soporte. Una segunda desventaja es que a medida que el número de usuarios aumenta estos deben esperar mas tiempo para poder utilizar el canal. Como veremos en la siguiente sección es posible aumentar considerablemente el número de usuarios haciendo que estos compartan mas de una frecuencia, en la misma forma en que se obtiene un mayor grado de eficiencia de una central telefónica si se aumenta el número de troncales.

1. - TRAFICO EN UN SISTEMA MOVIL

En un sistema móvil típico cada usuario genera una

cantidad de tráfico promedio de 0.035 erlangs. Asumiremos que los tiempos a los que ocurren las transmisiones pueden ser modelados con una distribución de Poisson. Definiremos también la probabilidad de espera como la probabilidad de que un usuario intente utilizar un canal cuando todos los canales disponibles esten ocupados. Esta definición es análoga a la de probabilidad de bloqueo o pérdida de una central telefónica en la que un usuario no puede completar una llamada debido a que todos los circuitos están siendo utilizados. Si consideramos además que cada canal de radio cumple en nuestro sistema una función similar a la de los circuitos troncales de una central telefónica podemos utilizar resultados conocidos de teoría telefónica para eleborar la siguiente tabla.

TABLA I
NUMERO DE USUARIOS EN CANALES COMPARTIDOS

PROBABILIDAD DE ESPERA	NUMERO DE CANALES	NUMERO DE USUARIOS	Nº USUARIOS Nº CANALES
0.10	1	28	28
0.10	2	157	78
0.10	3	311	104
0.10	4	500	125
0.05	1	14	14
0.05	2	100	50
0.05	3	228	76
0.05	4	385	96
0.01	1	3	3
0.01	2	42	21
0.01	3	128	42
0.01	4	242	60

Nótese en la tabla anterior como el número de usuarios por canal aumenta considerablemente al aumentar el número de canales. Esto indica un incremento de la eficiencia en la utilización del espectro electromagnético. Para poder aprovechar esta ventaja se requiere que los transreceptores posean la habilidad de buscar un canal libre para transmisión y la posibilidad de detectar una llamada en cualquier canal. Esto se consigue equipando al transreceptor con un circuito silenciador de tono y con un circuito que permita el barrido de las distintas frecuencias. Describiremos en la siguiente sección un circuito sim-

ple que logra el objetivo propuesto.

2.-DESCRIPCION DEL CIRCUITO DE BARRIDO

El circuito que presentaremos a continuación fue diseñado para operar con equipos Midland con control de frecuencia por cristal, pero con pequeñas modificaciones puede ser utilizado en un gran número de modelos comercialmente disponibles. Nuestro circuito debe generar las señales de selección de canal que serán controladas por las siguientes señales presentes en el transceptor:

PTT :señal para activar la etapa transmisora. Se genera en el botón del micrófono. PTT es la abreviación de Push to Talk. La señal tiene un voltaje 0 en estado activo.

BUSY :señal que indica que existe actividad en el canal. Permite saber si el canal está libre sin necesidad de deshabilitar el silenciador de tono. Esta señal tiene el voltaje de fuente cuando está en estado activo.

CTCSS:indica que la señal demodulada tiene el tono subaudible correcto y habilita la etapa de audio del receptor. La señal tiene un voltaje 0 en estado activo.

El diagrama del circuito se presenta en la Figura 1. En el diagrama IC4 es un temporizador 555 utilizado en modo de oscilación libre para producir una señal

pulsante con un período aproximado de 0.1 segundos. Este período es el tiempo en el que el receptor permanece en cada canal para determinar si existe actividad. Ya que utilizamos cuatro frecuencias posibles en nuestro circuito, esto indica un tiempo máximo de demora para detección de señal de 0.3 segundos que se ha considerado adecuada para este uso.

La señal de salida de IC4 es alimentada a un doble Flip-Flop IC2 conectado como un contador binario de 2 bits. Los dos bits son decodificados por IC3. En IC3 sólo una de las salidas está en estado 1 en un momento dado. Se selecciona así uno sólo de los canales de operación del equipo por medio de uno de los transistores del grupo Q1 a Q4.

El contador IC3 es habilitado por los circuitos IC1, IC4 cuyas funciones son las siguientes:

- Habilita el barrido de frecuencias cuando no hay actividad en el sistema.
- Para el barrido cuando se detecta la presencia de una señal con el tono subaudible del sistema.
- Para el barrido cuando se ha presionado el botón del micrófono y ha encontrado un canal libre.
- Genera una nueva señal de PTT que llamaremos PTTI condicionada a la existencia de un canal libre, de modo que el transmisor no se activa si no existe esta condición.

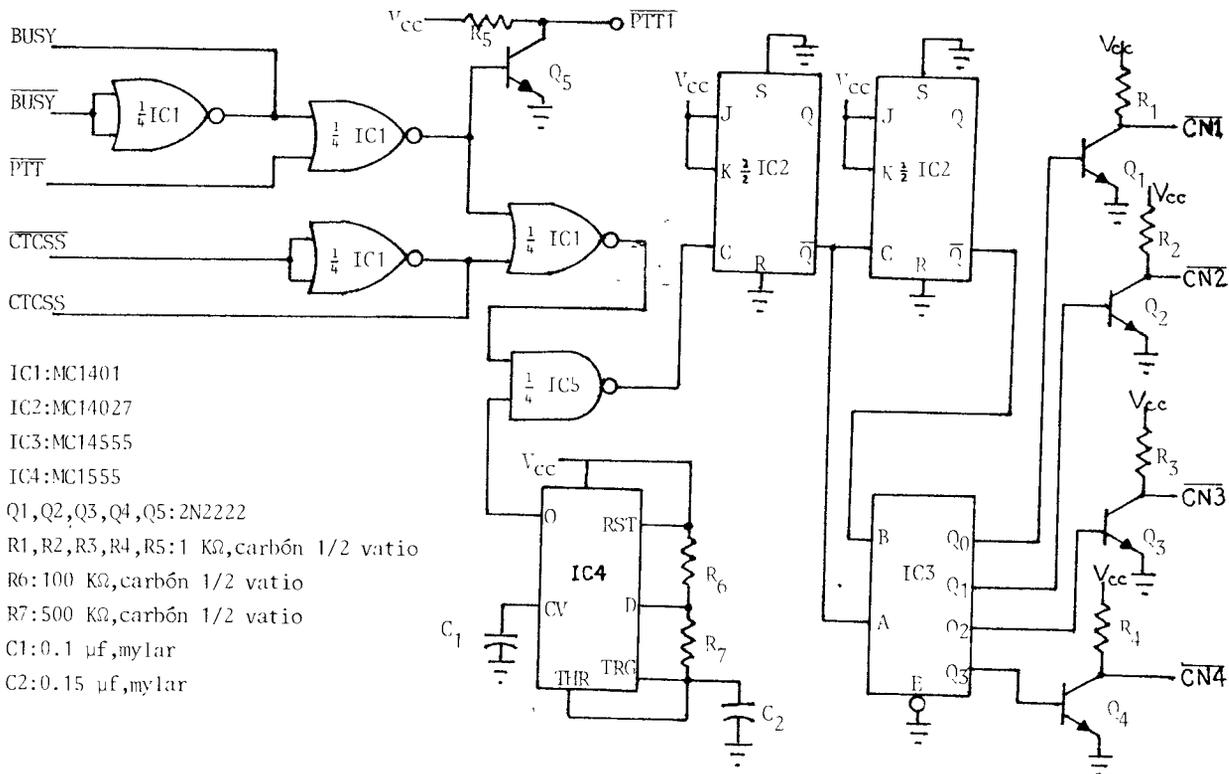


Figura 1.-Diagrama del circuito de barrido

Se ha previsto la posibilidad de que en otros trans-receptores las señales BUSY y CTCSS no existan sino sus complementos por lo que hay entradas disponibles para las señales BUSY y CTCSS. Los circuitos utilizados son de bajo costo y fácil adquisición y permiten que el circuito pueda ser incorporado a un trans-receptor sin aumentar su costo sensiblemente. La forma de operación del sistema se describe a continuación.

3.-OPERACION DE UN SISTEMA DE CANALES COMPARTIDOS

Cada radio en nuestro sistema hace un muestreo continuo de todos los canales. El circuito silenciador de tono mantiene sus etapas de audio deshabilitadas. Cuando un usuario presiona el botón del micrófono el barrido se para en el primer canal libre que encuentra y se activa el transmisor. Todos los receptores correspondientes al mismo grupo del transmisor para el barrido al detectar una señal con el tono subaudible del grupo estableciéndose de esta manera la comunicación. Si un transmisor de otro grupo se activa en este momento su barrido se detiene en otro canal ya que el circuito de barrido impide que el transmisor se active en un canal ocupado. Igual que para el primer grupo, todos los receptores del segundo grupo se detienen en el segundo canal. Al ser desactivado el transmisor de un grupo, todos los equipos inician nuevamente la operación de barrido. El proceso descrito se repite cada vez que un transmisor es activado. Si existieran en un momento dado cuatro transmisores activos ocupando los cuatro canales del sistema y un quinto transmisor de otro grupo quisiera transmitir, este se vería imposibilitado momentáneamente de hacerlo. Afortunadamente como hemos visto en la sección 1, esa probabilidad puede mantenerse muy baja aún con un número relativamente grande de usuarios.

Una segunda ventaja de este sistema es que la privacidad de cada grupo puede mantenerse en mucho mayor grado que en un sistema de frecuencia única compartida. Considérese por ejemplo el caso en que un usuario del sistema quisiera escuchar la comunicación de los usuarios de otro grupo. Ya que su receptor no recibe la señal de tono subaudible de su propio grupo continua su barrido de canales, de modo que aun deshabilitado el circuito silenciador de tono se escuchará la conversación en fragmentos de 0.1 segundos. Ya que el ciclo completo de barrido es de 0.4 segundos podrá escuchar sólo fragmentos ininteligibles de conversación.

Consideremos ahora el caso en que se quiera escuchar la conversación de un grupo en particular por medio de un equipo que no hace barrido en frecuencia. Esto

es también difícil, ya que no se puede saber en que canal se tendrá la siguiente transmisión pues su distribución es aleatoria. Se puede pues así ver las ventajas que un sistema de este tipo proporciona a las administraciones de frecuencias como a los usuarios.

4.-CONCLUSIONES

Se ha presentado en este artículo un circuito de fácil construcción que permitiría el funcionamiento de un sistema de comunicaciones de canales compartidos - que permite una utilización mas eficiente del espectro electromagnético. Se ha indicado también las ventajas que este sistema posee en cuanto a la conservación de la privacidad de las comunicaciones. Es de esperar que el IETEL pueda incorporar dentro de nuevas regulaciones este tipo de sistemas lo que le daría un incremento de rentas debido a la mayor reutilización del espectro de frecuencias comerciales.

BIBLIOGRAFIA

- 1.-Freeman Roger L., Telecommunication Systems Engineering, John Wiley & Sons, 1980.
- 2.-Motorola, CMOS Data Catalog, Motorola Inc., 1978
- 3.-Motorola, Linear Integrated Circuits Manual, Motorola Inc., 1979.



CARLO, PEDRO. Nació en Guayaquil, Ecuador en Junio 9, 1950. Recibió el título de Bachelor of Science en Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Illinois en 1973 y el título de Master of Science en la misma Universidad en 1974. De 1973 a 1974 fue asistente de investigación del laboratorio de radiolocalización de la Universidad de Illinois. En la actualidad trabaja como profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Es miembro de Eta Kappa Nu.