

CONTROL AUTOMÁTICO DE NIVEL (ALC) DE UN SSPA EN BANDA Ka

E. Artal, S. Borràs, L. Carrasco, I. Corbella, A. Porta, F. Purroy.
E.T.S.E Telecomunicació de Barcelona.
Dpt. teoria del senyal i comunicacions.
Grup Antenes, Microones i Radar.
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA.

Abstract.

This communication describes the design of an Automatic Level Control (ALC) for the transmitter of a CODE (Co-operative Olympus Data Experiment) earth station. The goal of the ALC system is to keep constant the transmitted the RF output signal (28 GHz).

The results show that the ALC has optimal behavior in Ka band transmitter chains.

Introducción.

La realización de un sistema de telecomunicación vía satélite exige el diseño de etapas amplificadoras que garanticen la entrega de niveles altos de potencia de señal a la antena. Se ha de asegurar, además, que esos niveles estén exentos de variaciones, tanto a largo como a corto plazo. Ésto obliga a la inclusión de sistemas de control automático de nivel ALC (Automatic Level Control) como el que aquí se propone.

Principio de Funcionamiento.

La figura 1 muestra el esquema general del sistema, compuesto por el SSPA (Solid State Power Amplifier), una sonda detectora de potencia RF y un circuito de control de continua.

Las etapas intermedias de amplificación entregan la señal al SSPA, el cual se compone de un atenuador variable (PINATT) que controla la atenuación que se introducirá en el camino de la señal hasta llegar a la antena (y por tanto la ganancia del SSPA) y de un amplificador de potencia.

La atenuación que introducirá el PINATT vendrá controlada por la tensión que entrega un circuito de control de continua (DC control). Este circuito recibe una señal de unos pocos mV entregada por una sonda detectora de potencia RF, siendo ésta proporcional a la potencia RF de salida de la etapa amplificadora.

El circuito de control de continua obtendrá una señal de error a partir de la comparación de la señal detectada con una tensión de referencia y realizará su amplificación y adaptación al nivel aplicable al PINATT.

Todavía esta lazo de realimentación hará que una fluctuación de la potencia de salida se convierta en una tensión de error que provocará que el atenuador PINATT actúe convenientemente, aumentando o disminuyendo la atenuación, para que así la variación de potencia se vea compensada. Este comportamiento queda ilustrado con la figura 4.

Descripción de los subsistemas.

PINATT.

El atenuador variable está realizado con líneas microstrip utilizando alúmina como sustrato. El esquema se muestra en la figura 2a. Los diodos PIN se comportan como una resistencia variable en función de la tensión de polarización, que se aplica a la pista del propio híbrido. Cuando se polarizan los diodos con tensión directa, su resistencia es muy baja, de modo que, al estar en serie, las ramas 3 y 4 del híbrido resultan conectadas a resistencias adaptadas, y la salida es nula. Con polarización inversa o nula, su resistencia es elevada y reflejan toda la potencia de entrada, produciéndose una salida elevada. Las redes de adaptación se utilizan para compensar los efectos parásitos de los diodos y las resistencias chip de 50 Ω , que a esa frecuencia presentan muy mala adaptación.

La figura 2b muestra la medida de la atenuación en función de la tensión aplicada a los diodos a 28 y 28,6 GHz. El margen de atenuación es mayor de 26 dB a 28 GHz, muy superior a lo que se precisa. A 28,6 GHz es de 16 dB, también suficiente para la aplicación.

Circuito de control de continua.

Este circuito ha sido realizado con amplificadores operacionales de bajo coste.

El diagrama de bloques de este circuito es el que se muestra en la figura 3. Consta de la parte de control propiamente dicha y de la parte de monitorización, que es un convertidor de tensión a corriente (balanceada para conseguir mayor inmunidad al ruido) independizándose así la señal, de la longitud del cable de conexión.

La parte de control está formada por cuatro etapas :

-1ª etapa. Es un *Buffer* entre la sonda detectora y el circuito de control de continua. Debido a que la señal entregada por la sonda es de muy bajo nivel, esta etapa debe presentar una alta impedancia de entrada.

-2ª etapa. Es una etapa comparadora cuya función es restar la señal detectada de la de referencia, obteniendo así una tensión de error. La tensión de referencia es variable, lo que permite modificar el punto de trabajo y por tanto la potencia de salida (ver figura 4).

-3ª Etapa. Es una integradora de la señal de error cuya principal función es aumentar la ganancia del lazo para conseguir mayor velocidad del sistema.

-4ª Etapa. Amplifica y aísla el integrador de la salida, adaptando además el nivel de la señal de error integrada, a los niveles de funcionamiento óptimos del PINATT.

Sonda detectora.

Como ya se ha señalado anteriormente, tiene la finalidad de entregar una tensión continua proporcional a una muestra de la potencia RF que se entrega a la antena.

El parámetro característico principal de este subsistema es su sensibilidad, es decir, el nivel de continua entregado por unidad de potencia RF a su entrada. De este parámetro dependerá en proporción directa la ganancia del lazo, por lo cual interesará que sea lo mayor posible.

La sonda comercial de la que se ha dispuesto ha sido la THOMSON MD-27_40. Su sensibilidad calculada a partir de la característica tensión-potencia medida, resulta ser de 575 mV/mW.

Amplificador de potencia.

Este subsistema, diseñado en el grupo, es un amplificador multietapa de potencia con una ganancia de 25 dB y una potencia de salida de 20 dBm. Sus características pueden verse en la referencia [1].

Resultados.

Debido a la imposibilidad de disponer del amplificador de potencia en el momento de medir las prestaciones del sistema diseñado, se tuvo que realizar la caracterización de dicho sistema tal como muestra la figura 5.

Con los ajustes oportunos del circuito de control se consigue que el sistema entre en seguimiento para una potencia de señal dada (figura 3). Con el sistema *enganchado* se optimizó el tiempo de respuesta del sistema, que con esta configuración resultó ser de 50 μ s.

Este tiempo cumple con las especificaciones exigidas para la aplicación en la que se utilizará. La velocidad de respuesta del sistema puede incrementarse aumentando la ganancia de lazo, lo que se puede conseguir mediante una sonda de mayor sensibilidad o modificando la constante de integración del circuito de control.

Conclusiones.

Se ha diseñado y realizado un sistema de control de nivel de potencia (ALC) para un enlace ascendente vía satélite en la banda Ka (28 GHz). Se ha caracterizado el sistema y comprobado que, con un correcto ajuste, cumple las especificaciones que permiten asegurar un adecuado comportamiento del resto de la cadena transmisora.

Ello ha permitido una aplicación óptima a nuestro sistema transmisor, sin que ello limite su uso en otro sistema similar.

Referencias.

- [1] I. Corbella, J. Fortuny. "Amplificador de potencia en banda Ka". Actas V Simposium Nacional URSI'90.
- [2] S. Borràs, L. Carrasco. "Automatic Level Control & Power Monitoring. Outdoor Unit for the CODE Station. Technical Memorandum". G.A.M.R. Departament T.S.C. E.T.S.E.T. Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya.

Agradecimientos.

Este trabajo se enloba dentro del proyecto "Outdoor Unit for the CODE earth station" realizado con la empresa Electrónica ENSA para la Agencia Espacial Europea (ESA).

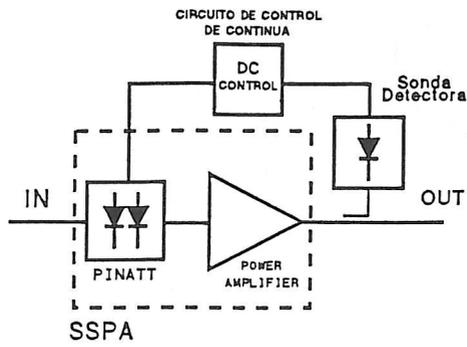


Fig. 1 Esquema general del ALC.

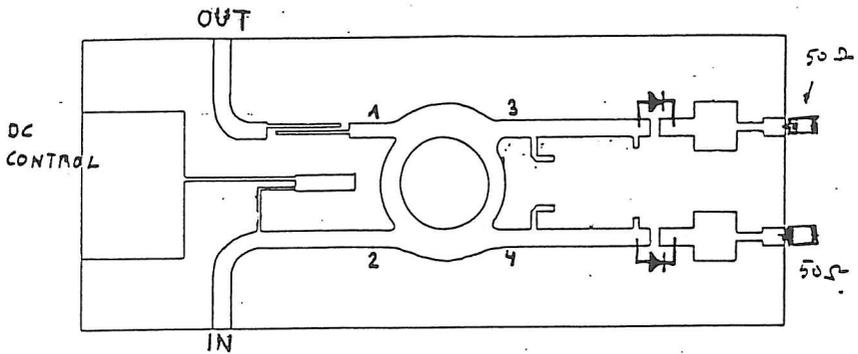


Fig. 2a Layout del PINATT.

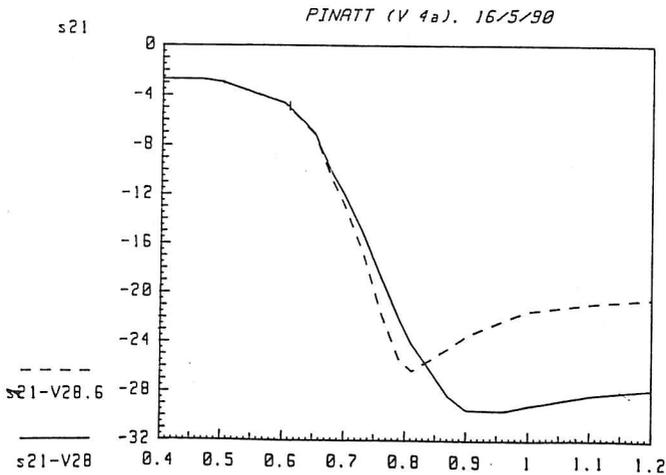


Fig. 2b Curva Atenuación-Tensión del PINATT.

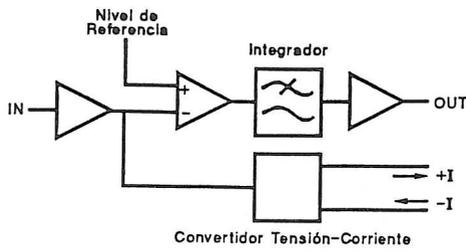


Fig. 3 Esquema del circuito de control de continua.

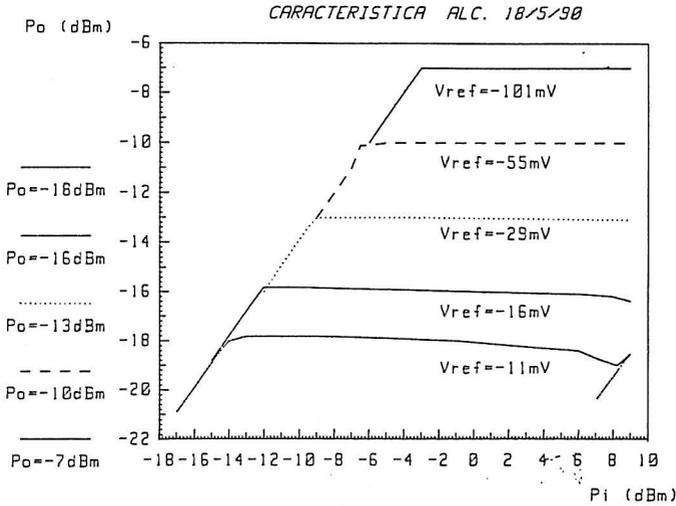


Fig. 4 Curva Potencia de salida-Potencia de entrada del ALC.

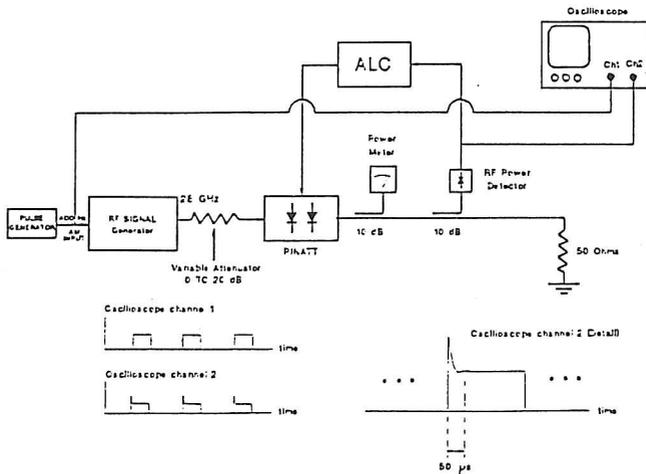


Fig. 5 Esquema de medida del sistema.