

Experiência 18: Geração de Sinais PSK em Quadratura (QPSK)

1 OBJETIVO

- Examinar a geração do sinal com modulador chaveamento por deslocamento de fase em quadratura (QPSK).

2 MATERIAL NECESSÁRIO

- U-2970A Gerador de dados
- U-2970B Formato de dados
- U-2970C Modulador balanceado duplo
- U-2970D Deslocamento de fase da portadora
- U-2970E Oscilador Controlado por Tensão
- U-2970F Regenerador de clock de dados
- U-2970G Recuperador de dados
- U-2970H Receptor de dados
- U-2970L Circuito de sintonia
- U-2970M Fonte de alimentação
- Osciloscópio de 2 canais

Observação: Salvar todas as curvas obtidos no osciloscópio e tirar uma foto a cada montagem. Usar esses dados no relatório.

3 MÉTODO PARA MODULAÇÃO QPSK

Chaveamento por deslocamento de fase em quadratura (QPSK) é uma técnica de transmissão em que ao invés de usar duas fases de um sinal de portadora usa-se quatro fases para representar o sinal QPSK.

Existem somente quatro formas possíveis de combinar dois bits. Atribui-se uma das fases possíveis para cada um das quatro combinações isto torna possível especificar os dois bits pela

simples escolha da fase da portadora. Então a nova fase precisa ser estabelecida somente uma vez para cada dois bits, isto é, com metade do número de bits, portanto, tão frequentemente quanto com o PSK. Isto sugere que a largura de banda necessária deve ser reduzida pela metade. Em um canal sem ruído isto é quase verdade. No entanto a taxa de informação não é duplicada porque precisa-se de maior precisão nas medidas de fase da portadora recebida de modo que em uma situação prática, com ruído, ou a taxa de erro sobe ou a frequência de clock deve ser reduzida para melhorar a relação sinal ruído.

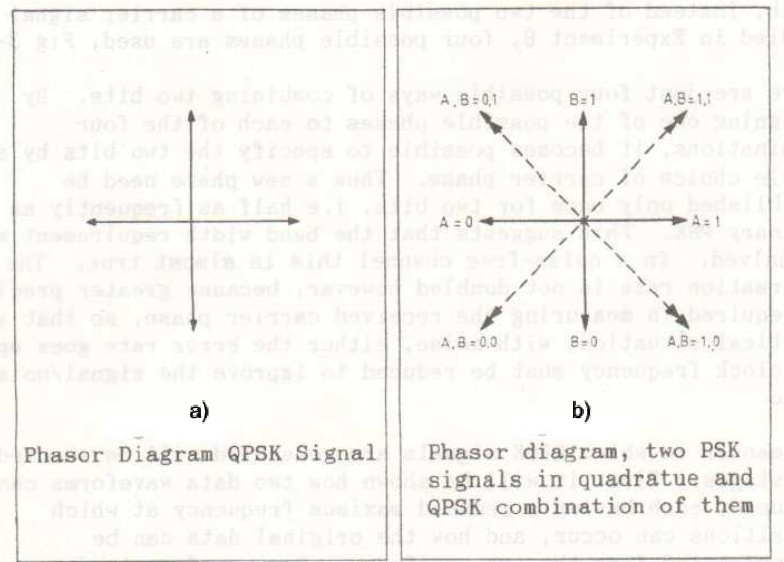


Figura 1: Diagrama de fasores: a) do sinal QPSK; b) dois sinais PSK em quadratura e a combinação deles QPSK.

O modo pelo qual os sinais QPSK são gerados será estudado em dois estágios. Primeiro será mostrado como a forma de onda dos dois dados podem ser produzidos, cada um tendo uma frequência máxima reduzida à qual a transição pode ocorrer e como os dados originais podem ser reconstruídos das duas formas de onda. Uma forma de onda é determinada pela alternância de bits de dados (ímpares) e o outro pelos bits intervenientes.

No segundo estágio, estas duas formas de onda operam em um sistema de modulação para produzir o sinal da portadora na saída em uma das quatro fases possíveis.

4 Método 1: Transmissão de pelo menos duas formas de onda de dados com a metade da taxa

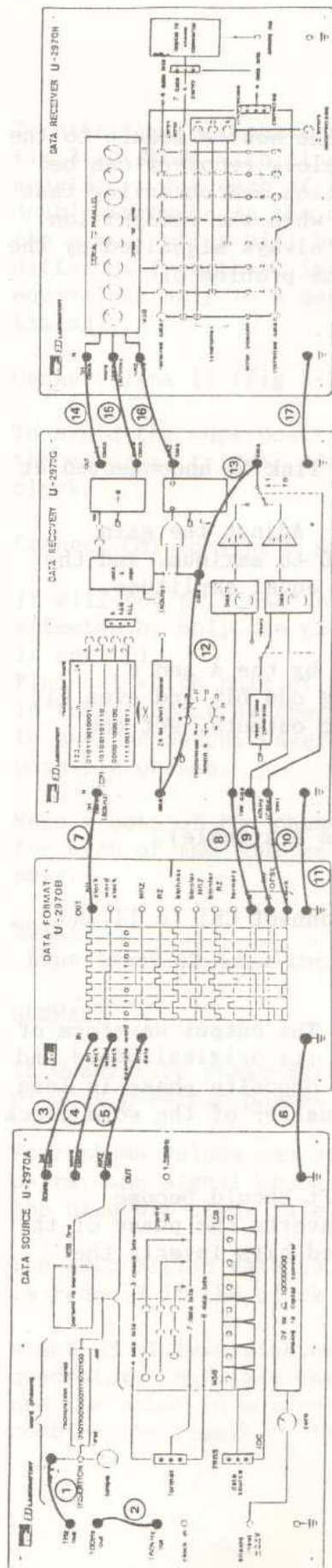
1. Conectar o equipamento como mostrado na figura 2(a).
2. As formas de onda A e B do módulo formatação dos dados U-2970B são as duas formas de ondas com metade da taxa. A forma de onda A transmite os primeiros (MSB), terceiros, quintos e sétimos bits dos dados originais; a forma de onda de B transmite os outros.
3. Configurar os osciloscópio com trigger externo da palavra de clock para mostrar um ciclo daquele clock. Então transferir o CH1 para a saída NRZ do módulo formato de dados e o

CH2 primeiro para a saída A e depois para a saída B para verificar que as saídas A e B comportam-se como descrito acima.

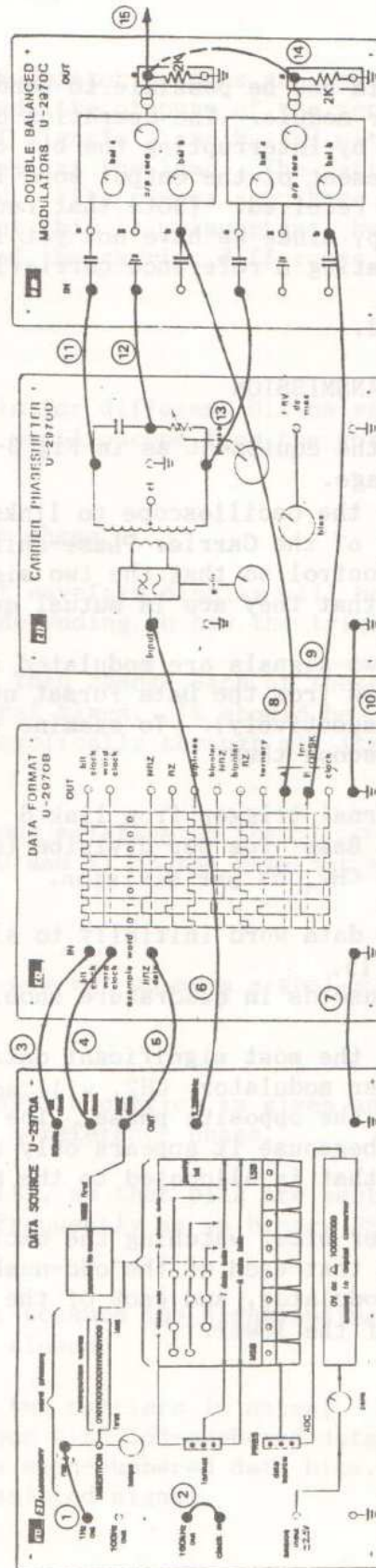
4. Depois procure pela saída do integrador no módulo de recuperação dos dados U-2970G. Configurar a palavra de dados tendo 0's e 1's transmitidos por cada um dos canais A e B tal como 00110011. Ajustar o controle de polarização do integrador para equalizar o negativo e o positivo de cada forma de onda.
5. Deve agora ser possível enviar dados do módulo fonte para o módulo de recepção. A operação do clock da palavra recuperada pode ser checado pela interrupção da conexão do bit de clock e observando que o deslocamento da palavra de saída é corrigida quando o reconhecimento da palavra é recebido. (Observar que o reconhecimento sempre é sinalizado pela lâmpada A desde que ainda não tenhamos introduzido uma portadora de referência).

5 Método 2: Transmissão QSPK

1. Configurar o equipamento como na figura 2(b), deixando a ligação 14 desconectada neste estágio.
2. Conectar o osciloscópio nas ligações 11 e 13. Ajustar o controle de ganho do deslocamento de fase da portadora U-2970D no máximo e o controle de fase tal que os dois sinais tornem-se de amplitudes iguais. Verificar que eles são em quadratura mútua.
3. Estes dois sinais são modulados respectivamente pelas formas de onda A e B da unidade de formatação de dados (carregando dados de bits ímpares e de bits pares respectivamente). Para examinar a saída do modulador configurar o osciloscópio da seguinte forma:
 - a) Trigger externo na ligação 6.
 - b) Base de tempo: $1\mu s$ por divisão.
 - c) CH1 e CH2: 5V/divisão.
4. Configurar as palavras de dados inicialmente como tudo zero. Conectar CH1 na ligação 14 e CH2 na ligação 15.
5. Duas senóides em quadratura devem aparecer.
6. Agora configurar o bit de dados mais significativo para 1. A forma de onda de saída do modulador superior, CH2 aparecerá agora nesta fase original e também na fase oposta. A forma de onda da fase oposta é menos brilhante porque somente durante um quarto do período da palavra clock que é alocado no MSB.
7. Configurar os outros bits observando o osciloscópio. Isto deve tornar evidente que cada combinação de bits ímpar inverte a fase do modulador superior e cada combinação de bits par inverte a fase do modulador inferior.



a)



b)

Figura 2: a) Princípio do QPSK (dois sinais de meia taxa). b) Transmissor QPSK, controle de dois sinais de dados com moduladores separados cujas saídas produzem o sinal QPSK.

8. Para fazer o sinal de quatro fases as saídas do modulador são combinadas. A figura 1(b) mostra com uma seta a saída do modulador separado para cada um dos estados dos sinais A e B e com duas setas os sinais combinados na carga. O último é o sinal que será transmitido. (Suas fases são mostradas com diferença de 45° daquelas na figura 1(a), mas isto não é importante sendo equivalente somente a um quarto de ciclo de diferença da portadora em tempo).
9. Conectar a ligação 14 (figura 2(b)).
10. Para evitar a sobreposição de sinais para os diferentes pares de bits usa-se o sinal do trigger externo da palavra de clock para o osciloscópio.
11. Conectar CH1 na ligação 6 como uma referência de fase.
12. Agora será visto que a forma de onda de saída mostrada irá afetar somente um par de bits (dependendo de como o trigger é configurado).
13. Descobrir qual é o par de bits. Em seguida trocar cada um desses bits por vez, repetindo o processo por várias vezes. Deve ser possível ver a forma de onda de saída que passa ciclicamente através de todas as suas quatro fases possíveis.
14. Anotar as fases de saída relativa a referência CH1 para cada uma dos quatro valores 00, 01, 10 e 11 dos pares de bits relevantes.

6 SUMÁRIO

No chaveamento por deslocamento de fase em quadratura uma portadora é fornecida em cada uma das quatro possíveis fases relativas a fase de referência.

Os valores das quatro fases são especificadas por dois bits de modo que os bits são enviados em pares, metade do sinal muda tão frequentemente quanto um PSK binário para uma mesma taxa de clock de bit.

A taxa de informação não é duplicada porque a relação sinal ruído é reduzida se a taxa de clock não for desacelerado.

O método de transmissão é para formar duas portadoras em quadratura mútua modulando uma de acordo com bits de dados com numeração ímpar e o outro de acordo com os bits de dados com numeração par, em seguida combina-se os resultados para formar o sinal a ser transmitido.