

KABLOSUZ İLETİŞİM

805540

MODÜLASYON TEKNİKLERİ – FREKANS MODÜLASYONU

İçerik

3

- Açık modülasyonu
 - Frekans Modülasyonu
 - Faz Modülasyonu
- Frekans Modülasyonu

Açı Modülasyonu

4

- Açı modülasyonu
 - Frekans Modülasyonu
 - Faz Modülasyonu
- Modüle eden temel bant işaretime bağlı olarak taşıyıcı işaretin açısının değiştirilmesidir.
- Frekans modülasyonunda taşıyıcının genliği sabittir.

Faz Modülasyonu

5

- Faz modülasyonu için açı değeri
 - $\theta_i(t) = 2\pi f_c t + k_p m(t)$
- Modüle edilmiş işaret
 - $s(t) = A_c \cos \left[2\pi f_c t + k_p m(t) \right]$

Frekans Modülasyonu

6

- Frekans modülasyonu için açı değeri

- $\theta_i(t) = 2\pi f_c t + 2\pi k_f \int_0^t m(t) dt$

- $f_i(t) = f_c + k_f m(t)$

- Modüle edilmiş sinyal

- $s(t) = A_c \cos \left[2\pi f_c t + 2\pi k_f \int_0^t m(t) dt \right]$

Frekans Sapması

7

- FM sinyalinin anlık frekansının taşıyıcı frekanstan en fazla ne kadar uzaklaştığını belirten değer.
- Modüle eden sinyalin frekansından bağımsız.
 - Modüle eden sinyalin sadece genliğine bağlıdır.

Frekans Modülasyonu

8

- $f_i(t) = f_c + \Delta f \cos 2\pi f_m t$ olmak üzere anlık frekansın integrali alınarak, $\theta_i(t) = 2\pi \int_0^t f_i(t) dt$ elde edilir.
- Modülasyon indisi, $\beta = \frac{\Delta f}{f_m}$
- $\theta_i(t) = 2\pi f_c t + \beta \sin 2\pi f_m t$
- $s(t) = A_c \cos(2\pi f_c t + \beta \sin 2\pi f_m t)$

Frekans Modülasyonu

9

- Dar bant
 - Bant genişliği GM sinyali kadar
 - Küçük β değerleri için
- Geniş bant
 - Büyük β değerleri için

FM İşaretinin Bant Genişliği

10

- Tek bir frekansa sahip sinüzoidal sinyal için taşıyıcı frekans bileşeninin her iki yanında, f_m frekansının tam sayı katları aralıkla yerleşmiş, sonsuz sayıda yan bant oluşur.
- Carson Kuralı – Bant genişliği
 - $B_T = 2(\beta_f + 1)f_m$, üst sınır
 - $B_T = 2\Delta_f$, alt sınır

FM Modülasyon Yöntemleri

11

- Doğrudan Yöntem
 - Taşıyıcı frekans doğrudan modüle eden sinyale bağlı olarak değişir.
- Dolaylı Yöntem
 - Dengeli modülatör ile dar bant FM elde edildikten sonra çarpım işlemi ile istenen seviyedeki FM sinyaline ulaşılır.

Doğrudan Frekans Modülasyonu

12

- Temel bant sinyalindeki değişimlere bağlı olarak voltaj kontrollü osilatör ile taşıyıcı frekansı değiştirilir.
- Voltaj kontrollü osilatörün kararlılığı faz kenetlemeli devre ile sağlanabilir.

Dolaylı Frekans Modülasyonu

13

- Dar bant FM sinyali dengeli modülatör ile üretilir.
- En büyük frekans sapması sabit tutulur.
- Geniş bant FM sinyali

FM Demodülatör Çeşitleri

14

- Eğim demodülatörü
- Sıfır geçiş demodülatörü
- Faz kenetleme devresi
- Dördün modülatörü

FM Demodülasyonu

15

- FM sinyalinin anlık frekansı ile orantılı anlık bir gerilim üretilmelidir.
- Frekans ayırıcı

Eğim Dedektörü

16

- FM sinyalinin zamana göre türevi alındıktan sonra uygulanan zarf dedektörü ile demodülasyon.
- Sınırlandırıcı kullanılarak FM sinyalindeki genlik değişimleri ortadan kaldırılır.
- Sınırlandırıcı çıkışındaki sinyal frekansla doğrusal artan kazançla sahip eğim süzgecinden geçirilir.
- Zarf dedektörü ile demodülasyon tamamlanır.
 - dc bileşen süzülerek istenen sinyal elde edilir.

Sıfır Geçiş Dedektörü

17

- FM sinyalinin sıfır noktasını kestiği yerlerin sayısı belirlenerek FM demodülasyonu gerçekleştirilir.
- Ortalaması giriş sinyalinin frekansı ile orantılı darbe dizisi oluşturulur.

PLL FM Demodülasyonu

18

- Faz kenetleme devresi sinyalin faz ve frekansındaki değişiklikleri takip eder.
- Voltaj kontrollü osilatör frekansı demodüle edilmiş sinyal genliği ile değişir.
- VCO çıkışı ile giriş işareti faz karşılaştırıcının girişidir.
- Faz karşılaştırıcı çıkışı VCO için geri besleme sağlar.
- VCO frekansı giriş frekansına kenetlendiğinde giriş sinyalindeki frekans değişikliklerini takip edebilir.

Dördün Dedektörü

19

- Gelen FM sinyalinin fazını onun anlık frekansı ile orantılı olarak kaydeder.
- Oluşan faz farkı çarpım dedektörü ile tespit edilir.
- Faz dedektör çıkışı genlik değeri FM sinyalinin anlık frekansı ile orantılı olarak değişir.

Açı Modülasyonu Sistemleri için

20

- Dedektör girişindeki SNR değeri şunlara bağlıdır:
 - IF bant genişliği
 - Taşıyıcı gücü
 - Girişim

- Dedektör çıkışındaki SNR değeri şunlara bağlıdır:
 - En büyük sinyal frekansı
 - Modülasyon indisi
 - Giriş SNR değeri

Genlik Modülasyonu Sistemleri için

21

- Giriş: $(SNR)_{in} = \frac{A_c^2}{2N_0B}$
- Çıkış SNR değeri giriş SNR değeri ile orantılıdır.
 - Açık modülasyonda orantılı değil!
 - FM'de giriş değeri eşik değerinin altına düştüğünde çıkış değeri ani düşüş gösterir.

Bant Genişliği ve SNR

22

- FM sistemlerinde giriş SNR değerinin belirli bir eşik değerinin (~ 10 dB) üzerinde olması gereklidir.
- Eşik değerinin altında FM sinyali gürültüldür.
- FM dedektör çıkışındaki SNR değeri modülasyon indisi büyük seğilerek arttırılabilir.
 - Artan bant genişliği ihtiyacı!

Bant Genişliği ve SNR

- FM ile AM karşılaştırıldığında FM dedektör çıkışındaki SNR değeri GM'deki değere göre çok büyüktür.
- FM sistemleri performans artışını verici gücünü arttırarak değil modülasyon indisini değiştirerek sağlar.
 - Modülasyon indisinin artması ihtiyaç duyulan bant genişliğini de arttırmaktadır!

Kaynak

24

- *Wireless Communications, Principles and Practice*
 - Theodore S. Rappaport