**Çift Yönlü Haberleşme – Doğrusal (Lineer) Transponder Kullanım**

Transponder giriş frekans bölgesindeki belirli bir frekans aralığını çıkış bölgesine taşıyan sistemdir. Bu özelliği ile yanyana dizilmiş çok sayıda role (tekrarlayıcı, repeater) gibi davrandığı söylenebilir ve aynı anda pek çok isyasyonun karşılıklı olarak görüşme yapabilmesini sağlamaktadır. Aşağıdaki şekilde VHF frekansını dinleyen ve UHF frekansından yayın yapan (TURKSAT 3USAT uydusunda da yer alması planlanmış olan) transponderlerden birinin çalışma yapısı gösterilmektedir;

Şekil –XXXX Non-Inverting Transponder ÇalışmaYapısı

Yukarıdaki şekilde yer alan transponderin çalışması örneklerle anlatılacak olursa;

* Yer yüzündeki istasyon 145.940 Mhz’den gönderim yaparsa hem kendisi hem de diğer istasyonlar bu sinyali 435.200 Mhz’den dinlerler,
* Yer yüzündeki istasyon 145.965 Mhz’den gönderim yaparsa hem kendisi hem de diğer istasyonlar bu sinyali 435.225 Mhz’den dinlerler,
* Yer yüzündeki istasyon 145.990 Mhz’den gönderim yaparsa hem kendisi hem de diğer istasyonlar bu sinyali 435.250 Mhz’den dinlerler,
* Bu frekanslar tüm arada kalan frekanslar için kesintisiz olarak geçerlidir, frekans adımlarının 5, 10, 15, 25 Khz gibi bir adım değerine sahip olması gerekmez. Örneğin 145.947 Mhz’den uyduya sinyal gönderilirse transponder sistemi bunu bunu 435.207 Mhz’den yayınlayacaktır.

Yukarıdaki transponder için hesaplamayı kolayca şöyle tanımlayabiliriz; uyduya gönderdiğimiz sinyal transponder’in band başı frekansından ne kadar uzakta ise çıkışımız da transponder çıkışının band başından o kadar uzaktadır. Örneğin 145.947 Mhz, 145.940 Mhz’den 7 Khz yukarıdadır, öyle ise çıkışımız transponder çıkışının band başı olan 435.200 frekansından 7 Khz yukarıda, yani 435.207 Mhz’de olacaktır. Basit bir şekilde, giriş frekansı arttıkça çıkış frekansıda aynı oranda artacaktır.

!!! DİKKAT !!!

Bu anlatım Non-Inverting Lineer Transponder denilen, girişi ile çıkışı aynı yönde değişen non-inverting (ter çevirmeyen) transponderlar için geçerlidir. Ancak günümüzde detaylarını aşağıda açıklamaya çalışacağımız ve Doppler etkisine karşı daha avantajlı davranan inverting lineer transponderlar tercih edilmektedir.

Transponder’ları role (repeater)’lerden ayıran bir başka önemli husus, istasyonlarım FM modülasyonu kullanmak zorunda olmayışlarıdır. Transpodnerlar üzerinden AM, FM, SSB, CW, FSK ve benzeri tüm modülasyon türleri kullanılabilir. FM band genişliğinin ortalama 12.5 ~ 25 Khz olduğunu düşünecek olursak, 50Khz band genişliği olan bir uydu üzerinden 2-4 görüşme aynı anda yapılabilir. BU görüşme sayısı band genişliği daha küçük olan modülasyon türlerinde (SSB, CW, vb.) çok daha fazla (Örn: 100’den fazla CW görüşmesi) olacaktır.

Non-Inverting transponderler ile çalışırken gönderici FM yayını yapıyor ise dinleyisi FM modunda dinleme yapacaktır, gönderici USB modunda gönderim yapıyorsa dinleyici USB modunda dinleme yapacaktır.

**Inverting Transponder**

Bu dokümanın “Doppler Etkisi” konulaeı kapsamında uydu haberleşmesindeki frekans kayması detaylıca anlatılmıştır. Uyduya gönderiğimiz sinyal –uydunun bize yaklaşıyor olduğu durumu örnek olarak alacak olursak- uydu tarafından Doppler etkisi nedeni ile daha yüksek bir frekansta alınıyor olacaktır.

Yukarıdaki transponderin frekans aralığından bir örnek verecek olursak, biz transponder’e band başı olan 145.940 Mhz’den bir sinyal gönderelim, uydu Doppler etkisi ile bunu 145.950 Mhz’den duyuyor olacaktır. Normal şartlar altında bizim sinyalimizi 435.200 Mhz’den yollayacak iken, Doppler nedeni ile bizi 10 Khz farklı duyduğu için sinyali 435.210 Mhz’den yollayacaktır. Bitmedi, uydu bize yaklaşıyor olduğundan biz Doppler etkisi ile bu sinyali 435.220 Mhz’den duyacağız. Yani; 145.940 Mhz’den gönderdiğimiz sinyal bize (Doppler etkileri nedeni ile) 435.220Mhz’den, yani olması gereken 435.200 Mhz frekansından tam 20 Khz uzakta olaktır. Bu durum uydunun hızı, bize olan mesafesi, ufuktan olan yüksekliği gibi pek çok parameter ile değişiklik gösterecek ve uydu çalışmalarımızı oldukça zorlaştıracaktır. Bu problem çözmek için “Inverting Transponder” kullanımı tercih edilmektedir. TURKSAT 3USAT üzerinde bulunan ve TAMSAT tarafından gerçekşeltirilmiş olan transponderlerin bu nedenle INVERTING olması tercih edilmiştir, ve günümüz uydularında çoğunlukla INVERTING TRANSPONDER tercih edilmektedir.

Şekil –XXXX Non-Inverting Transponder ÇalışmaYapısı

Ykarıdaki şekli de inceleyerek Inverting Lineer Transponder ‘in çalışma yapısını açıklmaya çalışacak olursak;

* Band başından yapılan göndermeleri transponder band sonundan geri gönderir,
* Band sonundan yapılan göndermeleri transponder band başından geri gönderir,
* Band ortası gönderimler band ortasından geri gönderilir.

Bu durumu frekans örnekleriyle anlatacak olursak;

* Yer yüzündeki istasyon 145.940 Mhz’den gönderim yaparsa hem kendisi hem de diğer istasyonlar bu sinyali 435.250 Mhz’den dinlerler,
* Yer yüzündeki istasyon 145.965 Mhz’den gönderim yaparsa hem kendisi hem de diğer istasyonlar bu sinyali 435.225 Mhz’den dinlerler,
* Yer yüzündeki istasyon 145.990 Mhz’den gönderim yaparsa hem kendisi hem de diğer istasyonlar bu sinyali 435.200 Mhz’den dinlerler.

Yukarıdaki inverting transponder için hesaplamayı kolayca şöyle tanımlayabiliriz; uyduya gönderdiğimiz sinyal transponder’in band başı frekansından ne kadar uzakta ise çıkışımız da transponder çıkışının band sonundan o kadar uzaktadır. Örneğin 145.947 Mhz, 145.940 Mhz’den 7 Khz yukarıdadır, öyle ise çıkışımız transponder çıkışının band sonu olan 435.200 frekansından 7 Khz aşağıda, yani 435.243 Mhz’de olacaktır. Basit bir şekilde, giriş frekansı arttıkça çıkış frekansıda aynı oranda azalacaktır.

Neden bu kadar karmaşık bir yapının tercih edildiğini yukarıdaki Doppler sonunu tekrar inceleyerek açıklığa kavuşturmaya çalışalım;

Biz transponder’e band başı olan 145.940 Mhz’den bir sinyal gönderelim, uydu Doppler etkisi ile bunu 145.950 Mhz’den duyuyor olacaktır. Normal şartlar altında bizim sinyalimizi 435.250 Mhz’den yollayacak iken, Doppler nedeni ile bizi 10 Khz farklı (yukarıda) duyduğu için sinyali 435.240 Mhz’den yollayacaktır. Uydu bize yaklaşıyor olduğundan biz Doppler etkisi ile bu sinyali 435.250 Mhz’den duyacağız. Yani; 145.940 Mhz’den gönderdiğimiz sinyal bize (Doppler etkilerinin inverting yapı ile bertaraf edilmesi sayesinde) 435.250Mhz’den, yani olması gereken frekansta olacaktır. Bu durum uydunun hızı, bize olan mesafesi, ufuktan olan yüksekliği gibi pek çok parametre ile değişiklik göstermeyecek ve uydu çalışmalarımızı oldukça kolaylaştıracaktır.

!!! DİKKAT !!!

Frekanstaki tersleme benzer şekilde modülasyon türünü de etkileyecektir. Eğer uyduya USB sinyali gönderiyor isek, inverting transponder bunu LSB olarak geri gönderecektir. Eger LSB gönderiyor isek geri dönüş USB olacaktır. FM modülasyonu bu çevrimden etkilenmez.

!!! BİLGİ !!!

Transponder kullanımında öncelikle band ortasını tercih etmek genel bir alışkanlıktır. Genel olarak tüm görüşmeler öncelikle band ortasında başlar ve kullanıcı sayısı arttıkça band kenarlarına doğru kullanım tercih edilmeye başlar. Bunun ana nedenlerinden biri Doppler etkilerinden oluşabilecek uyduya ulaşamama durumunun önüne geçmek olduğu gibi genel olarak uydu transponderlerinin lineer (bandın tamamında eşit/özdeş miktarda kazanç sağlama) olmasına rağmen band ortasında daha fazla kazanç sağlıyor olmaları önemli rol oynamaktadır. Yukarıdaki örnek transponder için en çok görüşmenin 145.965 Mhz (dönüş 435.225 Mhz) olması beklenir.