

ENSTRÜMANTASYON KUVVETLENDİRİCİLERİ

Adem CENGİZ

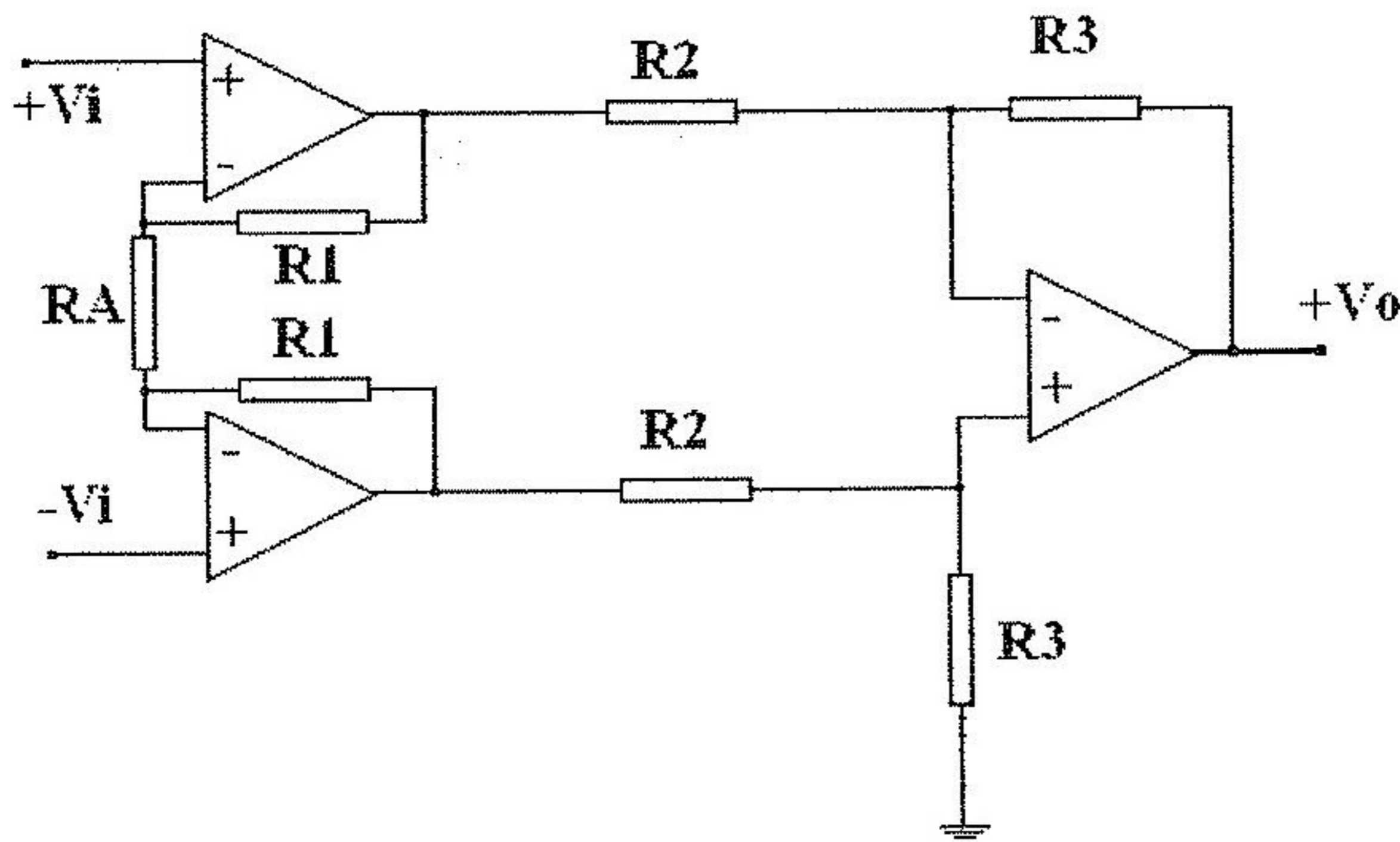
TSE Metroloji ve Kalibrasyon Merkezi

ÖZET

Pek çok enstrümantasyon uygulamalarında μV ' lar düzeyinde fark gerilimleri ve beraberinde aynı seviyelerde ortak işaret gerilimleri ile çalışılması sözkonusudur. Örneğin bir "strain gauge" köprüsünde asıl işaret, ortak mod işareti ile üst üste binmiş durumdadır. Bunun gibi şebeke gerilimi enterferansı da asıl işaretle üst üste binmiştir. Bu sebeple işlemsel kuvvetlendiricilerle (Op-Amp) yapılan basit kuvvetlendirici devreleri enstrümantasyon işlemlerinde kullanılamaz. O halde ortak işaret bastırma oranı yüksek olan yapılara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaca cevap veren yapılardan birisi de enstrümantasyon kuvvetlendiricileridir.

ENSTRÜMANTASYON KUVVETLENDİRİCİLERİ

Enstrümantasyon kuvvetlendiricileri özellikle küçük fark gerilimlerinin ölçümünde önemlidir, zira yüksek giriş empedansı ve ayar edilebilir kazançta sahip elemanlardır.



Şekil-1. Enstrümantasyon Kuvvetlendiricisi

Şekilde 3 işlemsel kuvvetlendirici ile gerçekleştirilmiş bir “Enstrümantasyon Kuvvetlendiricisi” görülmektedir. Devre iki kattan oluşmaktadır. İlk kat farksal giriş ve farksal çıkış şeklinde çalışan bir kuvvetlendiricidir. İkinci kat ise bir fark kuvvetlendiricidir. Devrenin toplam kazancı

$$K_{1r} = \frac{R_3}{R_2} \cdot \frac{2R_1 + R_A}{R_A} \quad (1)$$

olarak hesaplanabilir. Tek çıkışlı bir fark kuvvetlendiricisi, pozitif giriş*pozitif kazanç ile negatif giriş*negatif kazanç toplamı şeklinde düşünülebilir. Eğer pozitif ve negatif kazanç eşitse, çıkış doğrudan girişe uygulanan fark gerilimine bağlı olur. Buna göre giriş fark gerilimi sıfır ise çıkış da sıfır olacaktır. Ancak pozitif ve negatif kazançlar eşit değilse, giriş fark gerilimi sıfır olsa bile, çıkışta sıfırdan farklı gerilimler oluşur[1].

$$V_{out} = V_p \cdot K_p - V_n \cdot K_n = (V_p - V_n) \cdot K \quad (2)$$

Burada K_p pozitif kazancı K_n de negatif kazancı temsil etmektedir. $K_p=K_n$ olsun. Buna göre;

$V_p=\sin(\omega t)$ ve $V_n=\sin(\omega t)$ olmak üzere

$V_{out}=0$ olur. Şayet $K_p \neq K_n$ ise;

$V_{out}=(K_p-K_n) \cdot \sin(\omega t)$ olur.

Bu kazanç dengesizliğinden (Gain mismatch) kaynaklanan hataya Ortak İşaret Kazancı (Common Mode Gain) adı verilir. Ortak işaret kazancının olabildiğince sıfıra yakın kılınmasına çalışılır.

Fark kuvvetlendiricilerinin yararlarından birisi de, ölçüm sistemindeki gürültü bileşenlerinin her iki giriş ucuna gelen ortak kısımlarını zayıflatabilmeleridir. Örneğin EKG elektrodları yüksek düzeyde gürültü üreten elemanlardır. Doğru bir şekilde bağlanan elektrodlar, çıkışlarında EKG işareti adı verilen bir fark gerilimi uyarır. Bu gerilimle birarada bulunan gürültü gerilimi bir enstrümantasyon kuvvetlendiricisine uygulandığında, her iki giriş ucunda da ortak olan gürültü işaretleri (zira EKG elektrodları aynı bölgelere yapıştırılmıştır) elimine edilecektir. Ortak işaret kazancı, fark işaret kazancı yanında ne kadar küçükse gürültünün etkisi devrenin çıkışına o derece az yansıtacaktır[2]. Buna göre;

DMG : Differential Mode Gain	(Fark İşaret Kazancı)
CMG : Common Mode Gain	(Ortak İşaret Kazancı)
CMRR: Common Mode Rejection Ratio	(Ortak İşaret Bastırma Oranı)

olmak üzere:

$$CMRR \text{ (dB)} = 20 \cdot \log(DMG/CMG) \quad (3)$$

olarak tanımlanır.

Enstrümantasyon kuvvetlendiricilerinde dikkat edilmesi gereken diğer bir parametre de settling- time parametresidir. Settling-time kuvvetlendirici girişine uygulanan gerilime bağlı olarak çıkışta elde edilen gerilimin kuvvetlendirici spesifikasyonlarında belirtilen % düzeyine ulaşması için geçen süre şeklinde tanımlanır[3]. Bu parametre enstrümantasyon kuvvetlendiricisinin pek çok faktörünün bir sonucudur. Bunlar arasında: enstrümantasyon kuvvetlendiricisinin kazancı, parazitik kapasiteler, kaynak çıkış empedansı, transmisyon hattının kapasite ve direnci sayılabilir. Aşağıda INA 125 (Burr-Brown) tümleşik (entegre) enstrümantasyon kuvvetlendiricisinin kimi parametreleri verilmiştir.

Düşük offset gerilimi	:250 μ V max
Düşük offset gerilimi sıcaklık duyarlılığı	:2 μ V / $^{\circ}$ C
Düşük giriş kutuplama akımı	:20 mA max
Yüksek CMRR	:100 dB min
Düşük gürültü	:38 nV / \sqrt{Hz} $f=1$ kHz için
Ayar edilebilir kazanç	:4 - 10 000

Böyle bir enstrümantasyon kuvvetlendiricisi basınç ve sıcaklık köprü kuvvetlendiricileri, endüstriyel proses kontrolü, fabrika otomasyonu, Multi-Channel Data Acquisition ve genel amaçlı enstrümantasyon uygulamalarında kullanılabilir. Kimi enstrümantasyon kuvvetlendiricilerinin kazancı yazılımla ayar edilebilir.

SONUÇ

Yapılan incelemede enstrümantasyon kuvvetlendiricilerinin endüstride uygulama sahaları ve önemi ele alınmıştır. Bunun yanında enstrümantasyon kuvvetlendiricilerinin bazı parametreleri incelenmiş ve devre tasarımında gözönünde tutulması gereken noktalara değinilmiştir.

[1] Noltingk, B.E., Instrument Technology, Instrumentation Systems 4, Butterworth & Co. Ltd. 1987.

[2] Schmusch, W., Elektronische Messtechnik, Vogel 1993.

[3] Burr-Brown Corp.: Burr-Brown Integrated Circuits Data Book, Volume 33, 1989, Tucson, USA.

[4] Kuntman, H., Endüstriyel Elektronik, Sistem Yayıncılık, 1994, İstanbul.