

## INTISARI

Perancangan voltage controlled current source (VCCS) dengan tiga variasi, yaitu 1) topologi Howland dasar (HD), 2) dikembangkan (HK), dan 3) dicerminkan (HM) diperlukan untuk menghasilkan arus konstan dalam pengukuran impedansi kulit yang dimodelkan dengan rangkaian resistor-kapasitor (R-C). Pada penelitian ini dilakukan pengujian performa beberapa Op-Amp untuk mengidentifikasi faktor pengaruh performa VCCS. Melalui simulasi dan eksperimen, rangkaian penyangga ditambahkan untuk meningkatkan performa VCCS. Metode evaluasi performa VCCS dilakukan dengan membandingkan rentang arus konstan terhadap beban dan frekuensi, kesalahan relatif terhadap beban dan frekuensi, serta kestabilan sinyal keluaran tegangan VCCS.

Perbandingan antara IC LM741C dan ADA4700-1 menunjukkan bahwa ADA4700-1 lebih unggul dalam hal kinerja. IC ADA4700-1 menawarkan tegangan suplai hingga  $\pm 50V$ , *slewrate*  $20V/\mu s$ , dan *bandwidth gain* hingga 1,5 MHz, sehingga lebih stabil pada frekuensi tinggi dan memiliki rentang beban yang lebih lebar. Penambahan rangkaian penyangga NE5532P berhasil meminimalisir fluktuasi pada keluaran arus terhadap rentang beban rendah. Fitur *slew rate* menjadi faktor yang signifikan dalam mempengaruhi kestabilan sinyal keluaran tegangan VCCS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rangkaian HM dengan IC ADA4700-1 dapat menyediakan arus konstan hingga frekuensi 100 kHz dan rentang beban hingga  $20 k\Omega$ , dengan kesalahan relatif  $<1,5\%$  pada simulasi dan  $<10\%$  pada eksperimen.

Kata kunci : *Electrical Bioimpedance* (EBI), *Voltage-Controlled Current Source* (VCCS), Rangkaian Penyangga Op-Amp, Topologi Howland, Impedansi Kulit

## ABSTRACT

*The design of the voltage controlled current source (VCCS) with three variations, namely: 1) the basic Howland topology (HD), 2) the developed topology (HK), and 3) the mirrored topology (HM), is required to produce a constant current in skin impedance measurement modeled by a resistor-capacitor (R-C) circuit. In this study, the performance of several operational amplifiers (Op-Amp) was tested to identify the factors affecting the performance of the VCCS. Through simulation and experimentation, a buffer circuit was added to improve the performance of the VCCS. The performance evaluation method of the VCCS was conducted by comparing the range of constant current to the load and frequency, the relative error to the load and frequency, and the stability of the VCCS voltage output signal.*

*A comparative analysis of the LM741C and ADA4700-1 operational amplifiers (Op-Amp) demonstrates that the ADA4700-1 offers superior performance. This IC supports a supply voltage of up to  $\pm 50$  V, a slew rate of  $20 \text{ V}/\mu\text{s}$ , and a bandwidth gain of up to 1.5 MHz, providing enhanced stability at high frequencies and over a wide load range. The integration of an NE5532P buffer circuit effectively minimizes current output fluctuations at low load ranges. The slew rate is a critical factor influencing the stability of the VCCS voltage output signal. Experimental results indicate that the HM configuration with the ADA4700-1 can deliver a constant current up to 100 kHz with a load range of up to  $20 \text{ k}\Omega$ , achieving a relative error of less than 1.5% in simulation and less than 10% in experimental conditions.*

**Keywords:** *Electrical Bioimpedance (EBI), Voltage Controlled Current Source (VCCS), Op-Amp Buffer Circuit, Howland Topology, Skin Impedance*