

INTISARI

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM *IMPEDANCE ANALYZER* BERBASIS AD5933 DENGAN *ANALOG FRONT END* DAN *AUTO-RANGING* SERTA KALIBRASI OTOMATIS

Muhamad Najib

21/478946/SV/19406

Penganalisis impedansi komersial umumnya mahal dan tidak portabel, sementara solusi berbasis IC AD5933 memiliki keterbatasan fundamental pada rentang pengukuran yang sempit dan prosedur kalibrasi yang rumit. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem impedance analyzer portabel dan akurat untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Inovasi utama dalam sistem ini adalah integrasi penuh dari Analog Front-End (AFE) presisi, sistem auto-ranging berbasis multiplexer ADG1408, dan algoritma kalibrasi otomatis per-subrange. Sistem ini direalisasikan pada sebuah PCB kustom yang dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega328P dan dioperasikan melalui Graphical User Interface (GUI) berbasis Python yang intuitif untuk kontrol, visualisasi data, dan analisis.

Hasil validasi kuantitatif menunjukkan fitur auto-ranging berhasil memilih satu dari tujuh sub-range pengukuran secara dinamis dan optimal. Sistem yang dikembangkan terbukti mampu memperluas rentang kerja secara signifikan dan mencapai akurasi tinggi pada rentang $100\ \Omega$ hingga $100\ \text{k}\Omega$ dengan Mean Absolute Error (MAE) sebesar 0.63% serta presisi unggul dengan Coefficient of Variation (CV) 0.017%. Dengan demikian, penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah instrumen yang andal dan sepenuhnya otomatis, yang secara signifikan menyederhanakan proses analisis impedansi kompleks.

Kata kunci : Penganalisis Impedansi, AD5933, Analog Front-End, Auto-ranging, Kalibrasi Otomatis, ATmega328P, GUI Python.

ABSTRACT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AD5933-BASED IMPEDANCE ANALYZER SYSTEM WITH ANALOG FRONT END, AUTO-RANGING, AND AUTOMATIC CALIBRATION

Muhamad Najib

21/478946/SV/19406

Commercial impedance analyzers are often expensive and not portable , while solutions based on the AD5933 IC have fundamental limitations of a narrow measurement range and a cumbersome calibration procedure. This research aims to design and implement a portable and accurate impedance analyzer system to overcome these limitations. The core innovation is the full integration of a precision Analog Front-End (AFE), an ADG1408 multiplexer-based auto-ranging system, and an automated per-subrange calibration algorithm. The system is realized on a custom PCB controlled by an ATmega328P microcontroller and operated via an intuitive Python-based Graphical User Interface (GUI) for control, data visualization, and analysis.

Quantitative validation results demonstrate that the auto-ranging feature successfully selects one of seven measurement sub-ranges dynamically and optimally. The developed system is proven to significantly extend the working range, achieving high accuracy within the 100 Ω to 100 k Ω range with a Mean Absolute Error (MAE) of 0.63% and excellent precision with a Coefficient of Variation (CV) of 0.017%. Thus, this research successfully develops a reliable and fully automated instrument that significantly simplifies the process of complex impedance analysis.

Keyword: Impedance Analyzer, AD5933, Analog Front-End, Auto-ranging, Automatic Calibration, ATmega328P, Python GUI.