

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สังเคราะห์และออกแบบอุปกรณ์แอกทีฟเอนกประสงค์ โหมดกระแสที่มีชื่อว่า วงจรขยายความนำผลต่างกระแสที่สามารถควบคุมได้ด้วยกระแส (CCCDTA) (2) สังเคราะห์และออกแบบวงจรประยุกต์ใช้งาน CCCDTA (3) สร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง วงจรขยายความนำถ่ายโอนผลต่างกระแสที่สามารถควบคุมด้วยกระแสและการประยุกต์ใช้งาน

วงจร CCCDTA ออกแบบโดยใช้เทคโนโลยีไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษคือ สามารถปรับค่าความต้านทานแฝงที่ขั้วขาเข้าทั้งสองได้ด้วยกระแสไบแอส ทำให้เมื่อนำไปออกแบบวงจรประมวลผลสัญญาณต่างๆ แล้ว จะสามารถควบคุมแบบอัตโนมัติ หรือผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยง่าย สำหรับโครงสร้างของ CCCDTA ประกอบไปด้วยวงจรพื้นฐาน 2 ส่วน ได้แก่ วงจรผลต่างกระแสที่มีค่าความต้านทานแฝงที่ขาเข้าที่อยู่บนพื้นฐานของวงจรทรานส์ลิเนียร์รูปและวงจรขยายความนำถ่ายโอนที่อยู่บนพื้นฐานของวงจรขยายคู่ความแตกต่างพร้อมกันนี้ได้นำเอา CCCDTA ไปเป็นอุปกรณ์แอกทีฟในการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น วงจรกรองความถี่หลายหน้าที่โหมดกระแส วงจรคูณ/หารสัญญาณโหมดกระแส วงจรถอดรากสัญญาณโหมดกระแส วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำและวงจรกำเนิดสัญญาณซายน์ เพื่อเป็นการยืนยันสมรรถนะของอุปกรณ์ CCCDTA ที่ได้มีการพัฒนาขึ้น

ผลการทดสอบสมรรถนะของ CCCDTA ที่ได้มีการสังเคราะห์และออกแบบขึ้นด้วยโปรแกรม PSpice ให้สมรรถนะออกมาตามที่คาดหวัง คือ สามารถทำงานที่แรงดันไฟเลี้ยงต่ำ มีอัตราการดึงกำลังไฟฟ้าต่ำ มีการสนองต่อความถี่และรองรับสัญญาณขาเข้าได้ในย่านกว้าง สามารถควบคุมค่าความต้านทานแฝงได้ด้วยกระแสไบแอสจากภายนอกในย่านกว้าง และเมื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในวงจรทั้งห้าแล้ว จะใช้อุปกรณ์แอกทีฟจำนวนน้อยและสามารถหลีกเลี่ยงการใช้ตัวต้านทานในการออกแบบวงจรได้ ส่งผลให้ชิปไอซีมีขนาดเล็ก จึงเหมาะสมกับการนำ CCCDTA ไปพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบที่เป็นวงจรรวม

เพื่อเป็นการนำองค์ความรู้ที่ได้จากการสังเคราะห์และออกแบบอุปกรณ์และวงจรสมัยใหม่ จึงนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปถ่ายทอดให้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาโทที่ลงทะเบียนวิชาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรรวมแบบเชิงเส้น ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ภาคศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ศูนย์การเรียนรู้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น จำนวน 34 คน ด้วยการเลือกแบบเจาะจง ก่อนเรียนในแต่ละเรื่องจะให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน เมื่อกลุ่มตัวอย่างเรียนจบในแต่ละเรื่องแล้วจึงทำแบบทดสอบหลังเรียน และเมื่อจบทุกเรื่องแล้วให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพชุดการสอน  $E_1/E_2$

ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 74.164/74.902 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตามจากผลการประเมินเพื่อหาคุณภาพของชุดการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.531) ส่วนความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก (ค่าเฉลี่ย 4.199)

The purposes of this research are (1) to synthesize and design a current-mode universal active element named current controlled current differencing transconductance amplifier (CCCDTA) (2) to synthesize and design the application examples of CCCDTA (3) to construct and find the efficiency of an instructional package on the topic of current controlled current differencing transconductance amplifier and its applications.

The proposed CCCDTA is based on bipolar technology. Since the parasitic resistances at the current input ports can be controlled by an input bias current, it does not need a resistor in practical applications. Moreover the signal processing circuits based on CCCDTA are easily modified to use in control systems using a microcontroller. The proposed CCCDTA consists of 2 basic blocks which are translinear loop current differencing circuit whose parasitic resistances can be electronically tuned and differential pair operational transconductance amplifier. The application examples as a current-mode universal biquad filter, a current-mode multiplier/divider, current-mode square rooter, inductance simulators and sinusoidal oscillator are included to show the usability of the proposed CCCDTA.

The performances of proposed CCCDTA and its applications are examined through PSpice simulations. The results show that they are good agreement with the expectations that are low power, low voltage, wide dynamic range, wide bandwidth. Moreover the parasitic resistances can be widely tuned. Five application circuits use a few active elements without external resistors that make small chip area. The proposed CCCDTA is very appropriate to realize in a commercially-purposed integrated circuit.

An instructional package is used to transfer new knowledge to concerning person. The samples are 34 students of the first year master degree registering in linear integrated circuit analysis and design, department of teacher training in electrical engineering, faculty of technical education, King Mongkut's university of technology North Bangkok, studying center of Rajamangala Isan university Khonkaen campus in the second semester of academic year 2008. The experimental plan of this research is "One Group Pretest-Posttest Design". The scores are computed for its efficiency with the formula  $E_1/E_2$ .

The results show that this instructional package had efficiency at 74.164/74.902 which is lower than 80/80. However, the results obtained from experts for suitability are found that the instructional package is in most suitable level (average value is 4.531). For the impressibility offering from the students to the demonstrative set is in much agree level (average value is 4.199).