

การใช้งานไอซี สำหรับสร้างเรกดันอ้างอิง และไอซีเซ็นเซอร์อุณหภูมิ

ชัยวัฒน์ ชูสุวรรณ.

สำหรับบทความตอนนี้ผมจะพาท่าน ผู้อ่านไปพบกับไอซีที่มีความแม่นยำสูงซึ่งทำหน้าที่สร้างแรงดัน, แหล่งจ่ายกระแส และเป็นตัวเซ็นเซอร์ของอุณหภูมิอ้างอิงให้กับวงจร โดยเราจะเรียนรู้วิธีการนำไอซีที่กล่าวถึงนี้ไปประยุกต์ใช้ในการใช้งานต่าง ๆ ด้วย.....

ในการออกแบบและใช้งานวงจรอิเล็กทรอนิกส์นั้น จะต้องมี การออกแบบวงจร ส่วนที่ทำหน้าที่สร้างแรงดันหรืออุณหภูมิอ้างอิงให้กับวงจรส่วนที่ทำหน้าที่หลักของระบบ ซึ่งการสร้างวงจรอ้างอิงที่กล่าวถึงนี้ ถ้าเป็นในสมัยก่อนจะต้องออกแบบชุดของวงจรส่วนนี้แยกต่างหาก ซึ่งจะประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่างๆ ที่นำมาต่อรวมกันเป็นวงจรและปรับแต่งให้วงจรทำงานได้อย่างถูกต้องให้เอาที่พิกัดแรงดันอ้างอิงออกมาถูกต้องตรงตามสเปคที่ออกแบบด้วย แต่สำหรับในยุคสมัยใหม่ซึ่งวงจรต่างๆ ถูกรวมไว้อยู่ในตัวถังของไอซีเพียงตัวเดียว ทำให้การออกแบบวงจรอ้างอิงแรงดันเป็นไปอย่างง่ายดาย เพราะคุณไม่จำเป็นต้องออกแบบวงจรเองขอเพียงแค่ว่าไอซีตัวนั้นทำหน้าที่อะไรและจะใช้นั้นอย่างไรเท่านั้นเอง

ตามที่เราทราบกันอยู่แล้วว่า ไอซีส่วนมากจะถูกกำหนดหรือจำแนกออกเป็น

รุ่นๆ ตามเกรดทางการค้าของตัวไอซีนั้นๆ และไอซีส่วนมากจะผลิตโดยบริษัทเนชั่นแนลเซมิคอนดักเตอร์ (National Semiconductor หรือ NS) และบริษัทที่ผลิตไอซีรายอื่นอีกหลายบริษัท บริษัทที่ผลิตไอซีส่วนมากจะผลิตไอซีออกมาโดยกำหนดเกรดของไอซีเป็นแบบ “ไอซีเกรดอุตสาหกรรม หรือ industrial grade” และ “ไอซีเกรดที่ใช้ในด้านการทหารหรือ military grade” ซึ่งถ้าเป็นไอซีเกรดที่ใช้ในด้านการทหารจะมีการปรับเปลี่ยนสเปคของตัวไอซีให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นไอซีที่เป็น military grade จึงมีราคาแพงและมีคุณภาพที่ดีกว่าไอซีเกรดอื่น

พื้นฐานการทำงานของไอซีสร้างแรงดันอ้างอิง (Voltage Reference IC Basics)

ไอซีสร้างแรงดันอ้างอิงจัดได้ว่าเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ชดเชยอุณหภูมิโดยการสร้างแรงดันอ้างอิง

Device number	Vref	Voltage tolerance at + 20°C	Drift ppm/°C (max)	Reference Operating current
LM329B	6.9V	±5%	50	0.6 - 15mA
LM336B-2.5	2.49V	±2%	54	0.4 - 10mA
LM385	Adjustable (1.235 to 5.3V)	±2%	54	13mA - 20mA
LM385-1.2	1.235V	±2.4%	150	15mA - 20mA
LM385-2.5	2.5V	±3.0%	150	20mA - 20mA

รูปที่ 1 : แสดงรายละเอียดของไอซีชนิดนิยมนับทั้ง 5 ชนิดที่ทำหน้าที่สร้างแรงดันอ้างอิง (Voltage reference IC) ทั้งหมดนี้เป็นไอซีจากบริษัท เนชั่นแนล เซมิคอนดักเตอร์ที่มีเกรดเป็นแบบเกรดทางการค้าหรือ commercial grade และมีเอาต์พุตสำหรับให้อุปกรณ์มาต่อเป็นโหลดแบบขนาน ทำงานที่อุณหภูมิในช่วง 0-70 องศาเซลเซียส

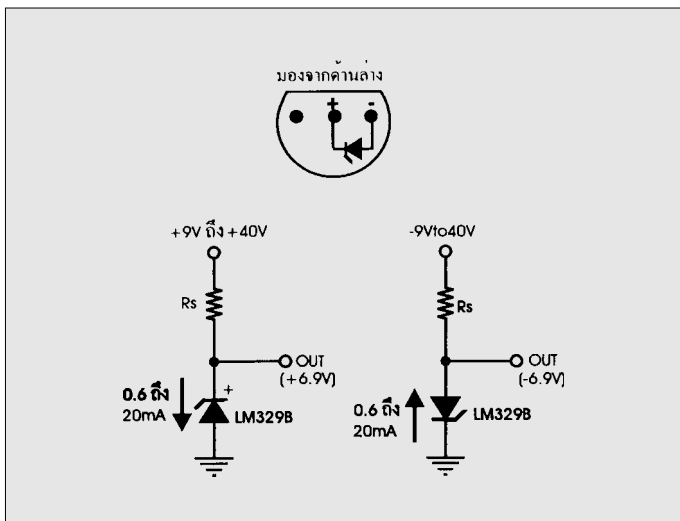
และมีเอาต์พุตเป็นแบบ buffer stage อุปกรณ์ที่กล่าวถึงนี้จะใช้แรงดันอ้างอิงที่เป็นแบบ band-gap type เป็นตัวกำหนดคุณภาพของแรงดันอ้างอิง โดยที่จะให้แรงดันอ้างอิงทางเอาต์พุตโดยมีคุณสมบัติที่มีเสถียรภาพ และมีสัญญาณรบกวนทางด้านเอาต์พุตต่ำมาก โดยแรงดันเอาต์พุตที่ได้จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 1.22 โวลต์ ในขณะที่เดียวกันถ้าเป็นแรงดันอ้างอิงที่มีเอาต์พุตเป็นแบบชนิด “surface Zener” (ซึ่งจะพบได้ในวงจรของอุปกรณ์สมัยใหม่) จะให้แรงดันอ้างอิงที่มีความเสถียรออกมาทางเอาต์พุตประมาณ 6.9 โวลต์

สำหรับ buffer ที่อยู่ทางด้านเอาต์พุตของตัววงจรจะเป็นวงจรเรกกูเลเตอร์ทำหน้าที่เพิ่มกระแสให้กับวงจร (และบางครั้งก็เป็นตัวขยายแรงดันด้วย) และอาจจะจะมีไอซี

ที่ต่อแบบขนานหรืออนุกรมอย่างใดอย่างหนึ่งมาต่อเป็นโหลดก็ได้ เนื่องจากไอซีมีเอาต์พุตเป็นแบบขนานดังนั้นโดยปกติแล้วถูกใช้เหมือนกับซีเนอร์ไดโอด โวลเตจเรกกูเลเตอร์ สำหรับรูปที่ 1 จะเป็นรูปที่แสดงถึงรายละเอียดพื้นฐานของไอซีสร้างแรงดันอ้างอิงชนิดนิยมนับทั้ง 5 ชนิดที่มีเกรดเป็นแบบ commercial grade หรือไอซีที่มีเกรดเป็นแบบทางการค้า ทั้งหมดนี้เป็นไอซีที่ผลิตโดยบริษัท เนชั่นแนล เซมิคอนดักเตอร์ ต่อไปเรามาดูรายละเอียดของไอซีทั้ง 5 ชนิดกันว่าเป็นอย่างไรบ้างครับ

ไอซีเบอร์ LM329B

ไอซีเบอร์นี้ เป็นไอซีราคาถูกที่มีส่วนของซีเนอร์ไดโอดต่อเป็นส่วนประกอบอยู่



รูปที่ 2 : รูปแสดงรูปร่างวงจรภายในไอซีเบอร์ LM329B และแรงดันอ้างอิงพื้นฐานของตัวไอซี

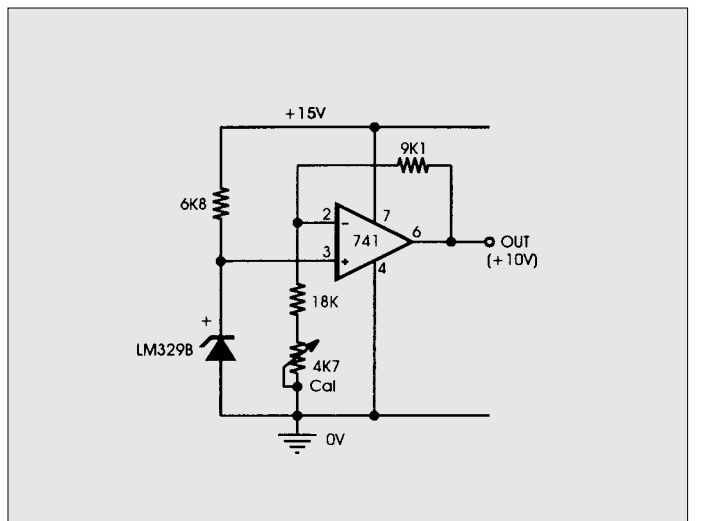
ภายในให้แรงดันทางด้านเอาต์พุตประมาณ 6.9 โวลต์ สามารถทำงานในช่วงกระแส 0.6 มิลลิแอมป์ ถึง 15 มิลลิแอมป์ ส่วนของวงจรทั้งหมดจะอยู่ในแพ็คเกจตัวถังพลาสติก มีขาต่อใช้งานให้ 3 ขา (ดูรูปที่ 2 ประกอบ)

จากรูปที่ 2 แสดงให้เห็นการใช้งานไอซีเบื้องต้นเป็นตัวจ่ายแรงดันอ้างอิงที่มีแรงดัน +/-6.9 โวลต์ สำหรับวงจรที่เห็นนี้จะเห็นว่าความต้าน RS ต่ออยู่ด้วย ความต้านทานตัวนี้จะทำหน้าที่กำหนดกระแสทำงานให้กับซีเนอร์ไดโอดที่ต่ออยู่

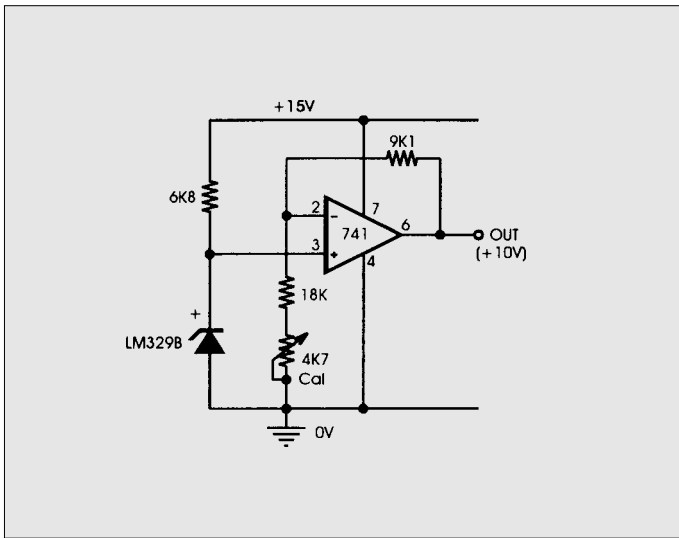
จากรูปที่ 3 แสดงให้เห็นวิธีง่าย ๆ ในการเพิ่มแรงดันเอาต์พุตของตัวไอซีโดยการต่อวงจร non-inverting op-amp เพิ่มเข้าไปทางด้านเอาต์พุตของไอซีเพื่อสร้างแรงดันอ้างอิงขนาด 10 โวลต์ สำหรับความถูกต้องและแรงดันที่ออกมา นั้น สามารถปรับแต่งได้โดยการปรับตัว Cal ซึ่งเป็นตัวต้านทานที่เป็นตัว trimming ให้กับวงจร

ไอซีเบอร์ LM336B-2.5

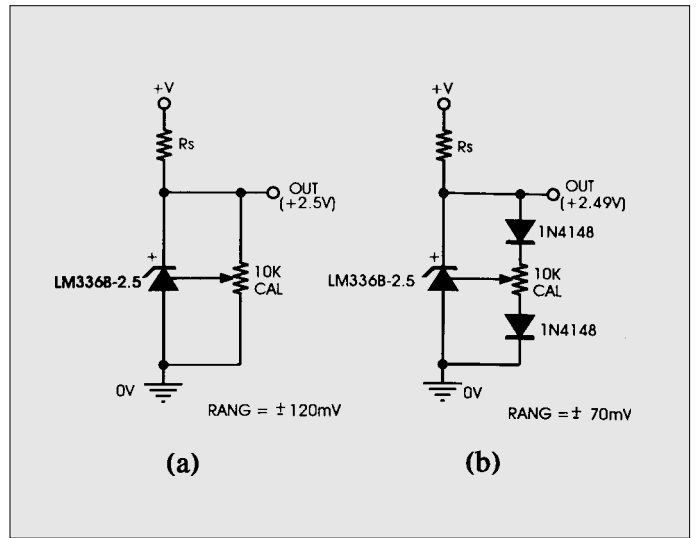
ไอซีเบอร์นี้เป็นไอซีราคาถูกที่มีโครงสร้างเป็นแบบ band-gap ให้แรงดันอ้างอิงทางเอาต์พุตออกมามีค่า 2.5 โวลต์ (โดยปกติแล้วจะให้ 2.49 โวลต์) ตัวถังของไอซีเป็นพลาสติกแบบ TO-92 มีขา 3 ขาสำหรับต่อใช้



รูปที่ 3 : รูปแสดงการนำไอซี LM329B มาต่อร่วมกับ non-inverting op-amp เพื่อเพิ่มแรงดันอ้างอิงออกมาทางเอาต์พุตให้มีขนาดมากถึง 10 โวลต์ ด้วยแหล่งจ่ายแรงดันแบบ single-ended



รูปที่ 4 : รูปแสดงรูปร่างวงจรภายในไอซีเบอร์ LM336B-2.5 และวงจรอ้างอิงพื้นฐาน



รูปที่ 5 : แสดงให้เห็นวงจร LM336B-2.5 ที่ทำหน้าที่เป็น trim circuit ซึ่งจะเป็นวงจรที่ทำหน้าที่ให้ (a) แรจตัน (b) การชดเชยค่าของสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ (temperature coefficient)

งาน

จากรูปที่ 4 แสดงให้เห็นแสดงให้เห็นโครงสร้างเอาท์ไลน์ของตัวไอซีและวงจรสำหรับใช้งานพื้นฐาน ไอซีเบอร์นี้มีขาสามขาสำหรับต่อใช้งานซึ่งเราสามารถเลือกใช้เป็นขาสำหรับปรับแต่งแรงดันทางด้านเอาท์พุทของตัวไอซีในช่วง +/-120 มิลลิโวลท์ซึ่งแสดงให้เห็นในรูป 5(a) หรือปรับแต่งตัวไอซีเพื่อให้มีค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิค่าน้อยที่สุด (ซึ่งเป็นกรณีที่เอาท์พุทถูก set ให้มีแรงดันเป็น 2.49 โวลท์) แสดงให้เห็นในรูปที่ 5(b)

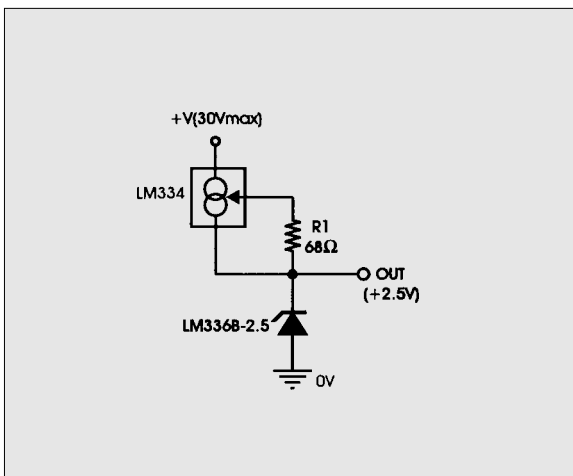
สำหรับไดโอด D1 และ D2 นั้นจะทำหน้าที่เป็นตัวแบ่งอุณหภูมิให้กับไอซี

LM336B-2.5 สำหรับไอซีเบอร์นี้สามารถนำไปใช้ร่วมกับแหล่งจ่ายแรงดัน supply ของวงจรที่มีค่าต่างๆ ได้อย่างหลากหลายโดยที่ตัวมันสามารถรับแรงดันได้มากที่สุดถึง 30 โวลท์ โดยการต่อใช้งานกับ voltage supply นั้นจะต้องต่อแหล่งจ่ายแรงดันผ่านไอซีเบอร์ LM334 ที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดกระแสคงที่ (constant current) ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 6 จากรูปที่ 6 จะเห็นตัวต้านทาน R1 ที่ทำหน้าที่กำหนดกระแสคงที่ 1mA ให้กับวงจร

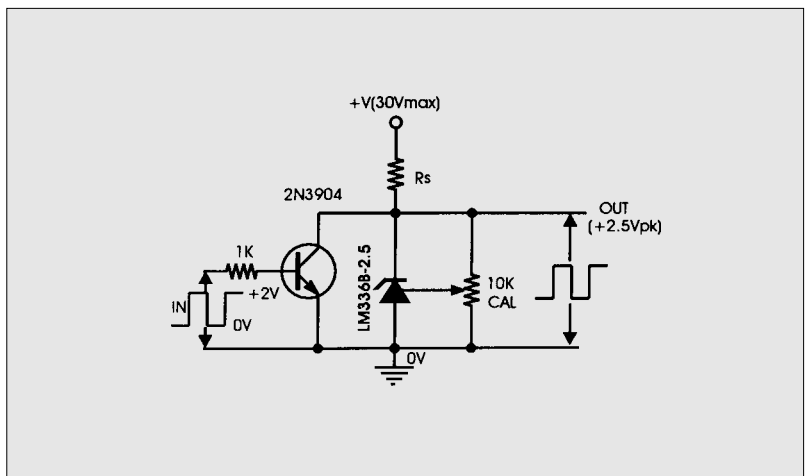
จากรูปที่ 7 แสดงให้เห็นการใช้งานไอซี LM336-2.5 โดยการเชื่อมต่อกับแหล่งสร้างสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่ต่ออยู่ภายนอก

นอกจากนี้ที่จะทำหน้าที่เป็นตัวสร้างสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมสร้างเป็นวงจรส่วนที่เรียกว่าตัวปรับแรงดันหรือ voltage calibration สำหรับใช้งานในออสซิลโลสโคป สำหรับวงจรที่เราเห็นในรูปที่ 7 นั้นจะมีทรานซิสเตอร์เบอร์ 2N3904 ต่อขนานอยู่กับไอซี LM336-2.5 เพื่อเป็นทางเลือกในการทำงานที่สภาวะอิมิตัวและไม่อิมิตัวผ่านแหล่งกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่ต่ออยู่ภายนอก (ซึ่งโดยปกติจะทำงานที่ 1kHz และสามารถทำหน้าที่เป็นตัว calibrate ที่มีขนาด timebase 1 ms.)

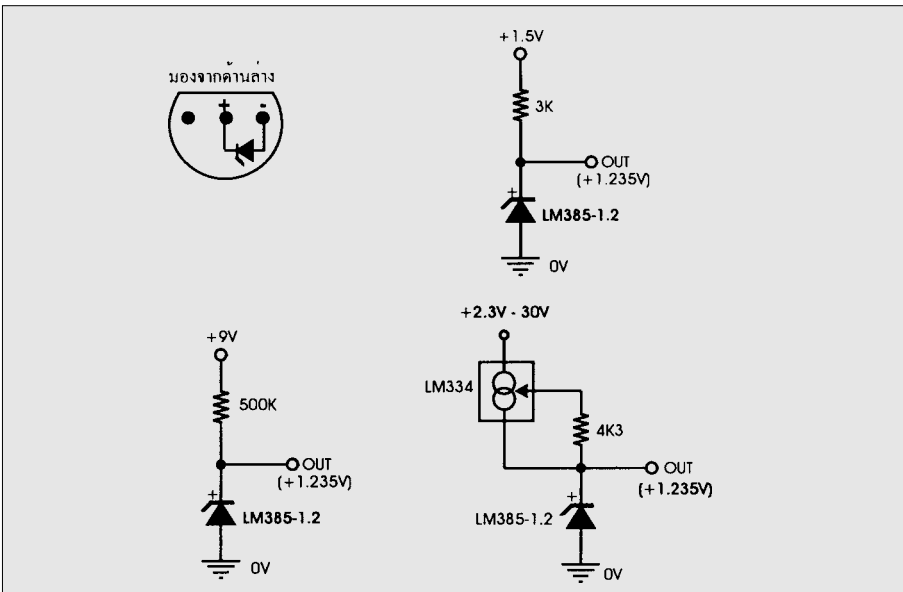
สำหรับส่วนที่เป็นตัวควบคุมการ Cal ในวงนี้นั้นสามารถปรับแต่งวงจรให้มีแรง-



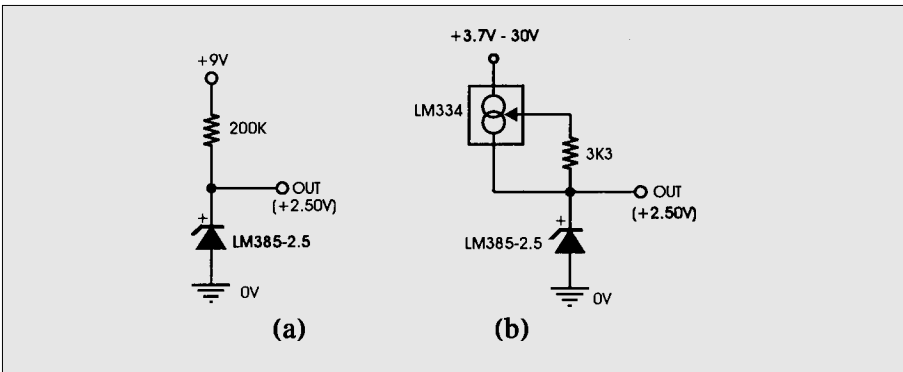
รูปที่ 6 : แสดงให้เห็นการใช้งานไอซี LM336B-2.5 ต่อใช้งานร่วมกับแหล่งจ่ายแรงดันที่มีขงการจ่ายแรงดันที่กว้าง (ในรูปค่านแรงดัน supply voltage มากที่สุดคือ 30 โวลท์)



รูปที่ 7 : เป็นวงจรที่ให้นกำเนิดแรงดันรูปคลื่นสี่เหลี่ยมสำหรับนำแรงดันที่ได้ไปเป็นสัญญาณสำหรับ calibrate ออสซิลโลสโคป อีกทีหนึ่ง



รูปที่ 8 : รูปแสดงส่วนของวงจรภายในตัวไอซีเบอร์ LM385-1.2 (a) แสดงวงจรเบื้องต้นของไอซีการใช้งานกับแบตเตอรี่ขนาด 1.5 โวลท์ (b) การใช้งานในย่าน micropower สำหรับสร้างแรงดันที่ต้องการความละเอียดสูง (c) โดยต่อใช้งานกับแบตเตอรี่ขนาด 9 โวลท์ (d) การต่อใช้งานกับแรงจ่ายแรงดัน supply voltage ที่มีช่วงการจ่ายแรงดันกว้างๆ



รูปที่ 9 : รูปแสดงส่วนของวงจรภายในตัวไอซีเบอร์ LM385-2.5 (a) การใช้งานในย่าน micropower สำหรับสร้างแรงดันที่ต้องการความละเอียดสูง โดยต่อใช้งานกับ supply ขนาด 9 โวลท์ (b) การต่อใช้งานกับแรงจ่ายแรงดัน supply voltage ที่มีช่วงการจ่ายแรงดันกว้างๆ

ต้นทางด้านเอาท์พุทที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 2.5 โวลท์ peak-to-peak

ไอซีเบอร์ LM385 และรุ่นต่างๆ ในซีรีส์นี้

สำหรับไอซีตัวนี้ผลิตโดยบริษัท เนชั่นเนล เซมิคอนดักเตอร์ เป็นไอซีเบอร์ LM385 และรวมถึงเบอร์อื่นๆ ที่เป็นซีรีส์ของไอซีเบอร์นี้ ไอซีเบอร์นี้เป็นไอซีที่มีการรวมเอาส่วนที่เป็น band-gap reference และ shunt booster เข้าไว้ด้วยกันภายในตัวไอซีเพื่อที่จะสร้างเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูง และสามารถทำงานที่กระแสจากช่วงน้อยๆ ไม่กี่ไมโคร

แอมป์จนถึง 20 มิลลิแอมป์ สำหรับไอซีที่เป็นซีรีส์ของไอซี LM385 นี้จะมีอยู่ 3 แบบคือ LM385-1.2 เป็นไอซีที่มีตัวถังแบบ TO-92 และสร้างแรงดันเอาท์พุทขนาด 1.235 โวลท์ รูปที่ 8 แสดงให้เห็นวงจรภายในตัวไอซีและวงจรสำหรับนำไอซีเบอร์นี้ไปใช้งาน ไอซีตัวต่อมาคือ LM385-2.5 เป็นไอซีที่มีตัวถังแบบ TO-92 และสร้างแรงดันเอาท์พุทขนาด 2.5 โวลท์ รูปที่ 9 แสดงให้เห็นวงจร 2 วงจรแบบพื้นฐานในการใช้งานไอซีเบอร์นี้ สำหรับตัวสุดท้ายคือ LM385 เป็นไอซีแบบ 3 ขาใช้งาน สามารถปรับแต่งเพื่อ

ให้มีค่าแรงดันที่มีความแม่นยำสูงในช่วง 1.235 โวลท์ถึง 5.3 โวลท์ โดยการปรับแต่งทางขา FB (feedback) ของตัวไอซี ดูรูปที่ 10 สำหรับรายละเอียดของตัวไอซี

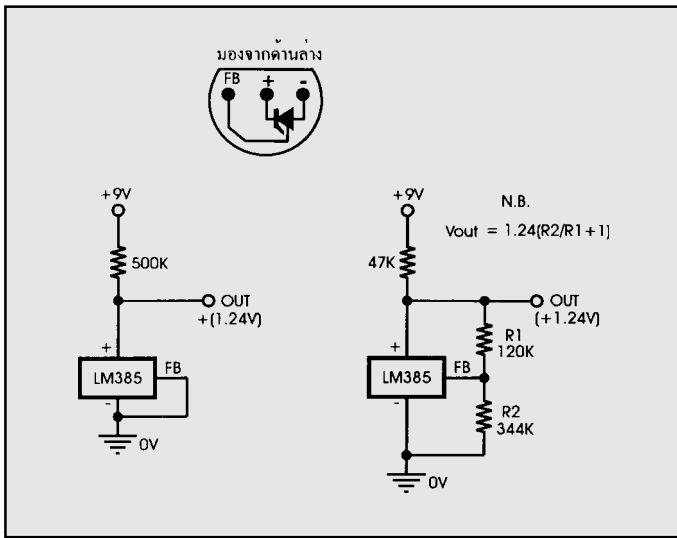
สำหรับวงจรที่เห็นในรูป 8d และ 9b นั้นจะมีไอซี LM344 ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายกระแสคงที่ที่แบบปรับค่าได้ให้กับไอซี LM385-1.2

ไอซีสร้างแรงดันอ้างอิงชนิดต่างๆ (Miscellaneous Voltage Reference ICs)

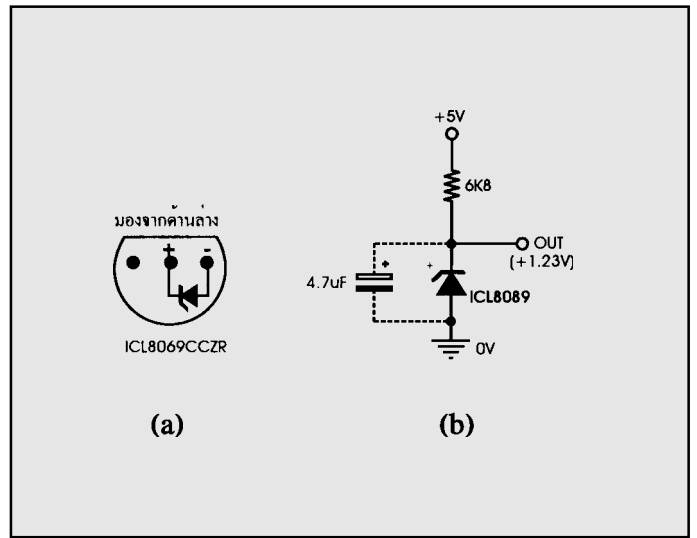
นอกจากบริษัท เนชั่นเนล เซมิคอนดักเตอร์แล้ว ยังมีบริษัทอื่นๆ อีกที่ผลิตไอซีสร้างแรงดันอ้างอิงซึ่งได้รับความนิยมในการใช้งานออกมา บริษัทที่กล่าวถึงเช่น Harris Semiconductor, SGS Thomson และ Analog Devices ถ้าอย่างนั้นเรามาดูกันว่าบริษัททั้ง 3 บริษัทที่ผมพูดถึงนั้นผลิตไอซีสร้างแรงดันอ้างอิงที่มีชื่อเสียงมีเบอร์อะไรบ้าง คุณสมบัติของตัวไอซีพอที่จะเทียบรุ่นกับไอซีที่ผลิตจากบริษัท เนชั่นเนล เซมิคอนดักเตอร์ได้หรือไม่

ไอซีเบอร์ ICL8069 จากบริษัท Harris Semiconductor

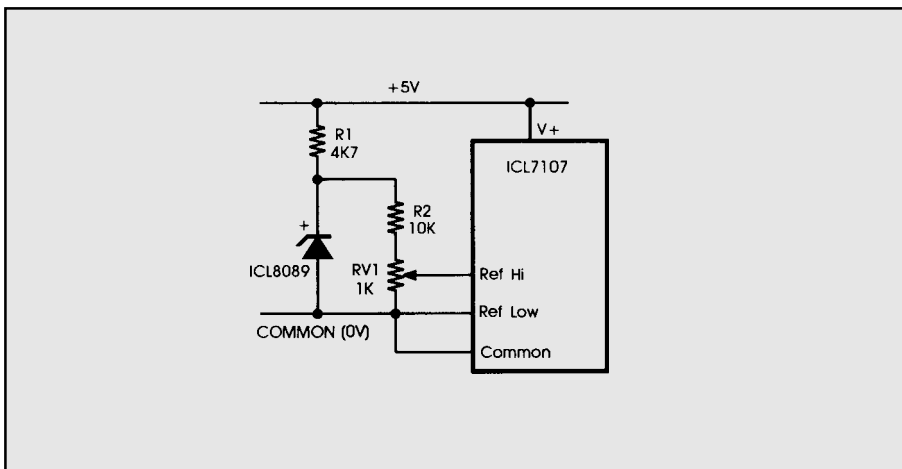
สำหรับไอซีเบอร์ ICL8069 นี้เป็นไอซีสร้างแรงดันอ้างอิงที่มีการออกแบบแบบ temperature compensated band-gap ซึ่งให้แรงดันเอาท์พุทออกมาประมาณ 1.23 โวลท์โดยทำงานที่กระแส 500 ไมโครแอมป์ กระแสที่ป้อนให้กับตัวไอซีเพื่อให้ไอซีทำงานนั้นสามารถที่จะปรับเปลี่ยนจากย่าน 50 ไมโครแอมป์ถึง 5 มิลลิแอมป์ซึ่งโดยปกติแล้วแรงดันทางด้านเอาท์พุทจะเปลี่ยนไปเพียงแค่ 15 มิลลิโวลท์เท่านั้นเมื่อมีการใช้กระแสค่าต่างๆ ในย่านนี้ สำหรับซีรีส์ย่อยของไอซีเบอร์นี้จะแบ่งออกเป็น 8 รุ่นย่อยๆ (ซึ่งแบ่งโดยอักษรสี่ตัวหลังของตัวไอซี) สำหรับไอซีรุ่นที่ดี



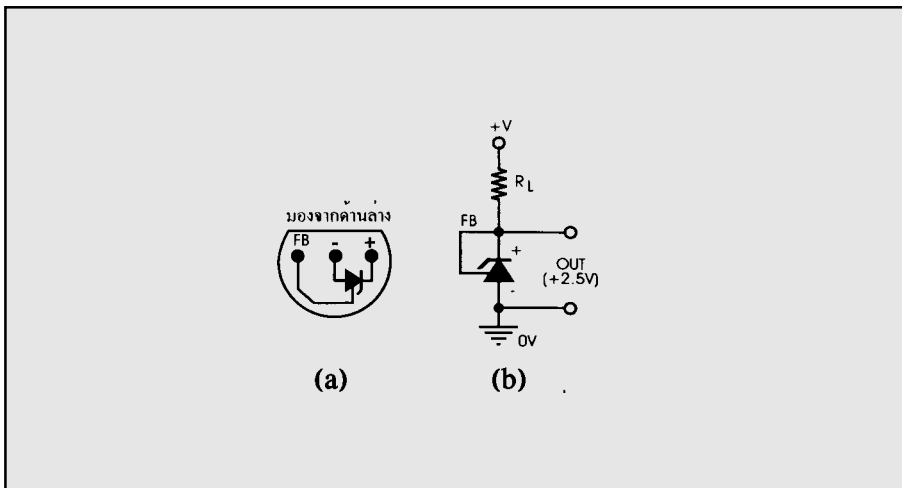
รูปที่ 10 : รูปแสดงส่วนของวงจรภายในตัวไอซีเบอร์ LM385 และวงจรต่อใช้งานเบื้องต้น



รูปที่ 11 : รูปแสดงส่วนของวงจรภายในตัวไอซีเบอร์ ICL8069CCZR (a) แสดงวงจรใช้งานเบื้องต้นของไอซี ICL8069 (b) วงจรสร้างแรงดันอ้างอิงขนาด 1.23 โวลท์



รูปที่ 12 : การนำไอซี ICL8069 ต่อใช้งานเป็นวงจรแรงดันอ้างอิง 100 มิลลิโวลท์ เพื่อใช้กับวงจร IC ของดิจิตอลโวลท์มิเตอร์



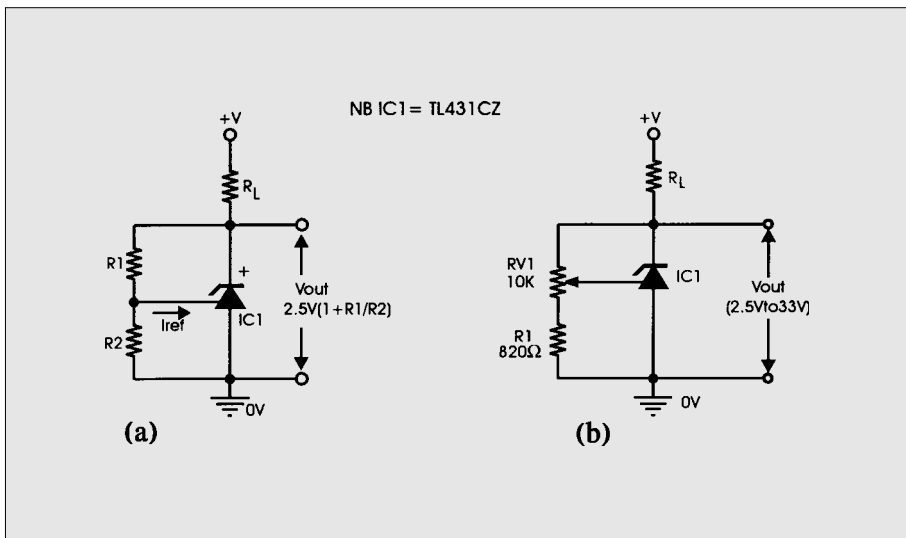
รูปที่ 13 : รูปแสดงส่วนของวงจรภายในตัวไอซีเบอร์ TL431CZ (a) แสดงวงจรใช้งานเบื้องต้นของไอซี TL431CZ (b) วงจรสร้างแรงดันอ้างอิงขนาด 2.5 โวลท์

ที่สุดคือ **ICL8069CCZR** ซึ่งมีตัวถังแบบ **TO-92** เป็นแบบพลาสติก สามารถใช้งานที่อุณหภูมิช่วง 0 ถึง 70 องศาได้อย่างสบาย และจะให้ค่าแรงดันสัมพันธ์ที่อุณหภูมิโดยทั่วไปเป็น 0.005%/องศาเซลเซียส

สำหรับรูปที่ 11 นั้นจะแสดงให้เห็นโครงสร้างวงจรภายในตัวไอซี **ICL8069CCZR** และวงจรใช้งานเบื้องต้นที่เราสามารถนำวงจรที่เห็นนี้ไปใช้ได้กับทุกซีรีส์ของไอซีเบอร์ **ICL8069** นี้

สำหรับวงจรที่ออกแบบโดยเฉพาะสำหรับการประยุกต์ใช้งานนี้ ออกแบบเพื่อใช้กับแหล่งจ่ายแรงดันขนาด 5 โวลท์ที่มีตัวต้านทานขนาด 6k8 ต่ออยู่เพื่อทำหน้าที่กำหนดกระแสสำหรับป้อนให้ไอซีที่ทำงานที่ค่าปกติคือ 550 ไมโครแอมป์ สำหรับตัวเก็บประจุ 4.7 uF นั้นอาจต่อหรือไม่ต่อก็ได้ แต่ถ้าต่อเข้าไปก็จะเป็นการดีเพราะวงจรจะมีเสถียรภาพในการทำงานมากขึ้นซึ่งเหมาะที่จะใช้ในสภาวะกรณีที่เราที่พู่ของตัวไอซีถูกโหลดมากเกินไปที่ค่า capacitances เกินกว่า 200 pF.

สำหรับรูปที่ 12 นั้น แสดงให้เห็นวงจรการใช้งานเบื้องต้น โดยการนำไอซี **ICL8069** เพื่อสร้างเป็นแรงดันอ้างอิงขนาด 100 มิลลิโวลท์สำหรับใช้กับ **ICL7107** ซึ่งเป็น



รูปที่ 14 : รูปแสดงวงจรประยุกต์ใช้งานไอซี TL431CZ เบื้องต้น (a) เป็นวงจรสร้างแรงดันอ้างอิงที่เราสามารถกำหนดค่าแรงดันทางเอาต์พุตตามที่เรารอการได้ผ่านทาง R1 และ R2 (b) วงจรกำเนิดแรงดันอ้างอิงที่มีค่าแรงดันทางเอาต์พุตให้ใช้งานหลาย ๆ ค่า

ไอซีที่ใช้ในวงจรดิจิตอลโวลท์มิเตอร์ สำหรับตัวต้านทานปรับค่าได้ RV1 นั้นมีไว้เพื่อปรับ set ให้แรงดันทางเอาต์พุตที่มีความแม่นยำสูงที่ค่าใช้งาน 100 มิลลิโวลท์ ที่อยู่ระหว่างไอซีที่เป็น Ref Hi และ Ref Low ของดิจิตอลโวลท์มิเตอร์ซึ่งเป็นส่วนอินพุตเทอร์มินอลของวงจร

ไอซีเบอร์ TL431CZ จากบริษัท SGS-Thomson

สำหรับไอซีเบอร์ TL431CZ นี้เป็นไอซีสร้างแรงดันอ้างอิงที่มีการออกแบบแบบ temperature compensated band-gap ซึ่งให้แรงดันเอาต์พุตออกมาแบบขนานกับโวลต์ที่จะนำมาต่อรวมโดยที่เราสามารถโปรแกรมแรงดันเอาต์พุตให้ได้ค่าต่างๆ ตามที่เราต้องการ โดยช่วงของแรงดันที่เราสามารถกำหนดเองได้จะอยู่ในช่วง 2.5 โวลท์ถึง 36 โวลท์โดยผ่านการปรับค่าของตัวต้านทานที่อยู่ภายนอกสองตัว สำหรับไอซีตัวนี้มีตัวถังแบบ TO-92 เป็นแบบพลาสติก มีขาต่อใช้งาน 3 ขาและสามารถใช้งานที่อุณหภูมิช่วง 0 ถึง 70 (ภายในช่วงการให้พลังงานของวงจรที่จำกัดอย่างพอเหมาะ) และสามารถทำงานเมื่อมีโวลต์ที่ดูดกระแสเป็นช่วงตั้งแต่ 1 มิลลิแอมป์ถึง 100

มิลลิแอมป์

จากรูปที่ 13 แสดงให้เห็นวงจรภายในตัวไอซีเบอร์ TL431CZ และแสดงให้เห็นวงจรประยุกต์ใช้งานเบื้องต้นของไอซีเบอร์ซึ่งต่อใช้งานเป็นวงจรกำเนิดแรงดันอ้างอิง 2.5 โวลท์

จากรูปที่ 14a แสดงให้เห็นวิธีการใช้งานไอซีเบอร์นี้เป็นวงจรกำเนิดแรงดันอ้างอิงที่สามารถโปรแกรมได้โดยที่แรงดันทางเอาต์พุตของตัวไอซีสามารถ set ค่าได้เป็นค่าต่างๆ ตั้งแต่ค่า 2.5 โวลท์ถึง 36 โวลท์โดยผ่านการปรับค่าของตัวต้านทานที่อยู่ภายนอกสองตัว R1/R2 (เมื่อไอซีได้รับแรงดันจาก supply source อย่างพอเพียงที่จะทำให้มันทำงานได้)

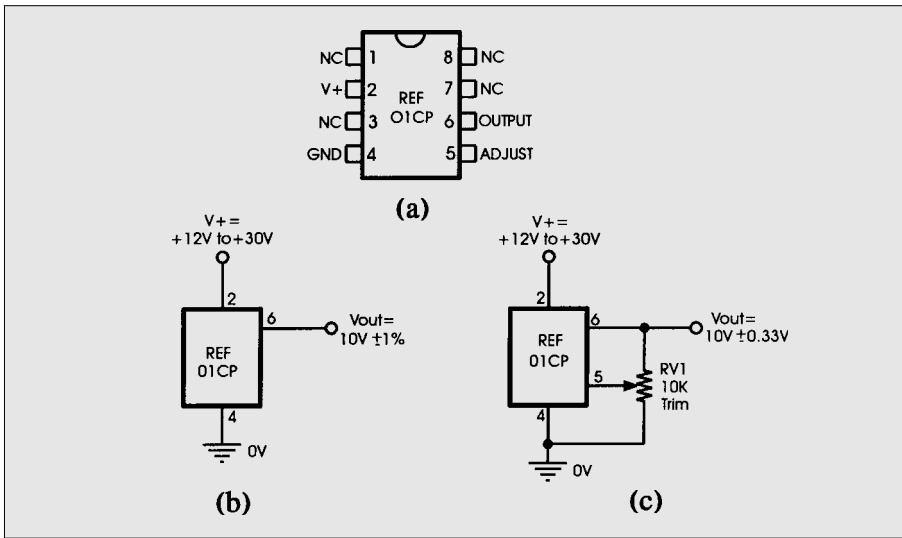
สำหรับสูตรการคำนวณแรงดันเอาต์พุต Vout ได้แสดงให้เห็นในวงจรรูป 14a ทั้งนี้ทั้งนั้นกระแสที่ไหลผ่าน R1/R2 มีค่ามากกว่า 100 เท่าของกระแส Ibias ซึ่งมีค่ามากที่สุดที่ค่า 5.2 ไมโครแอมป์ (ค่าโดยทั่วไปคือ 1.8 ไมโครแอมป์) ดังนั้นถ้าคุณต้องการให้ไอซีสร้างแรงดันอ้างอิงทางเอาต์พุตขนาด 10 โวลท์ ค่าความต้านทาน R1 ต้องมีค่ามากเป็น 3 เท่าของค่าความต้านทาน R2 และค่า R1/R2 ต้องมีความของความต้านทานน้อยกว่า 200

กิโลโอห์ม

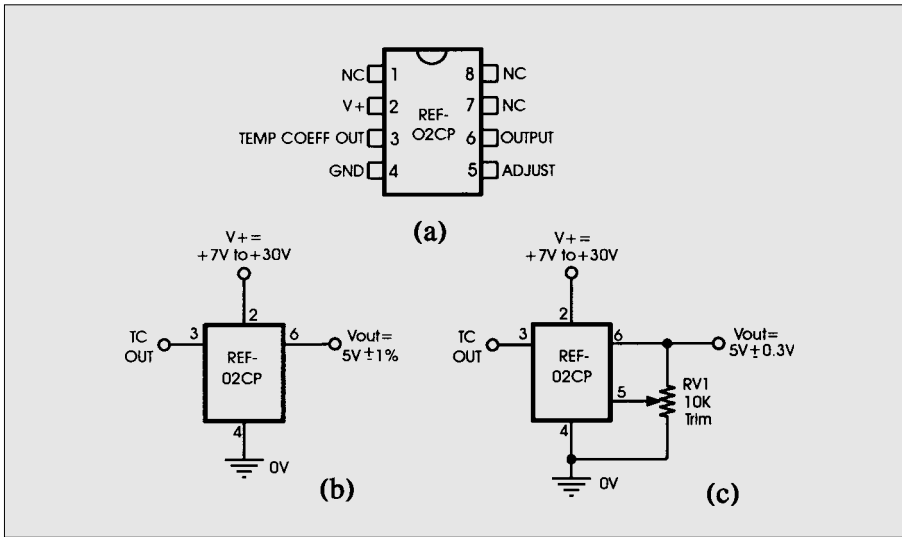
สำหรับรูปที่ 14b นั้นแสดงให้เห็นวิธีการใช้งานไอซีเบอร์นี้เป็นวงจรกำเนิดแรงดันอ้างอิงที่สามารถโปรแกรมได้โดยที่แรงดันทางเอาต์พุตของตัวไอซีสามารถ set ค่าได้เป็นค่าต่างๆ ตั้งแต่ค่า 2.5 โวลท์ถึง 36 โวลท์ โดยการปรับค่าตัวต้านทานที่เรียกว่า multi-turn pot RV1 สำหรับวงจร 2 วงจรที่ได้กล่าวถึงในรูป 14a และ 14b นั้น เราควรเลือกค่าความต้านทาน RL ที่สามารถ set ค่ากระแสที่จ่ายให้ตัวไอซีทำงานขนาด 1 มิลลิแอมป์หรือมากกว่านี้ (0.5 มิลลิแอมป์เป็นค่าต่ำสุดที่จะจ่ายให้กับตัวไอซีเพื่อให้ไอซีทำงาน)

ไอซีเบอร์ REF-0x series จากบริษัท Analog Devices

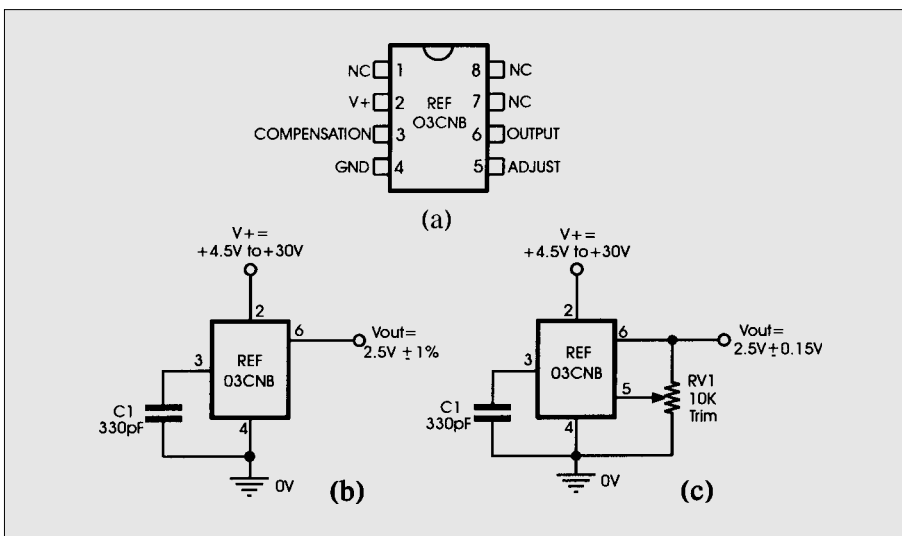
สำหรับไอซีสร้างแรงดันอ้างอิงรุ่นยอดนิยมที่มาจากบริษัท Analog Devices นั้นที่มีชื่อที่สุดคือรุ่น REF-0x ซึ่งจะแบ่งเป็นซีรีส์ต่างๆ หลายซีรีส์ โดยที่โครงสร้างของตัวไอซีรุ่นนี้จะเป็นแบบ laser-trimmed bandgap devices ที่วงจรป้องกันการลัดวงจรทางเอาต์พุตให้ด้วย สำหรับไอซีเบอร์นี้จะมีด้วยกัน 3 ซีรีส์คือรุ่น REF-01 จะให้แรงดันเอาต์พุตขนาด 10 โวลท์, รุ่น REF-02 จะให้แรงดันเอาต์พุตขนาด 5 โวลท์, รุ่น REF-03 จะให้แรงดันเอาต์พุตขนาด 2.5 โวลท์ สำหรับแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากทั้งสามซีรีส์นี้ จะมีความถูกต้องของค่าแรงดันโดยคลาดเคลื่อน +/- เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามเราสามารถปรับเปลี่ยนความแม่นยำของแรงดันทางเอาต์พุตโดยการ trim ผ่านตัวต้านทานแบบ pot ที่มีค่า 10 k โอห์ม (ทำให้ REF-01 มีความถูกต้องของค่าแรงดันโดยคลาดเคลื่อน +/- 3.3 เปอร์เซ็นต์, คลาดเคลื่อน +/- 6% สำหรับ REF-02 และ REF-03) สำหรับไอซี REF-02 นั้นจะให้แรงดันทางเอาต์พุต 5 โวลท์และเอาต์พุตของไอซีรุ่นนี้จะมีค่า high impedance temperature sensitive



รูปที่ 15 : รูปแสดงส่วนของวงจรภายในตัวไอซี (a) ไอซีเบอร์ REF-01CP (b) วงจรประยุกต์ใช้งานแบบ fix แรงดันอ้างอิง (c) วงจรประยุกต์ใช้งานแบบ trimmable สร้างแรงดันอ้างอิงขนาด 1.0 โวลต์



รูปที่ 16 : รูปแสดงส่วนของวงจรภายในตัวไอซี (a) ไอซีเบอร์ REF-02CP (b) วงจรประยุกต์ใช้งานแบบ fix แรงดันอ้างอิง (c) วงจรประยุกต์ใช้งานแบบ trimmable สร้างแรงดันอ้างอิงขนาด 5 โวลต์



รูปที่ 17 : รูปแสดงส่วนของวงจรภายในตัวไอซี (a) ไอซีเบอร์ REF-03CNB (b) วงจรประยุกต์ใช้งานแบบ fix แรงดันอ้างอิง (c) วงจรประยุกต์ใช้งานแบบ trimmable สร้างแรงดันอ้างอิงขนาด 2.5 โวลต์

ที่เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิ TC (temperature coefficient) ซึ่งแรงดันทางด้านเอาต์พุตจะมีการเปลี่ยนไปแบบเชิงเส้น จาก 577.5 มิลลิโวลต์ที่ 0 องศาจนถึงค่า 724.5 มิลลิโวลต์ที่ 70 องศา

ไอซี REF-0X จะแบ่งเป็น 3 ชนิดย่อยๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น สำหรับไอซีชนิดนี้จะมีตัวถังต่างแบบกันไปรวมทั้งวงจรที่อยู่ภายในตัวไอซีด้วยซึ่งก็แล้วแต่ตามชนิดของตัวไอซี สำหรับไอซีชนิดนิยมของรุ่นนี้ก็คือ REF-01CP, REF-02CP และ REF-03CNB ซึ่งจะอยู่ในตัวถังแบบพลาสติก มีขาต่อใช้งานรวมทั้งหมด 8 ขา สามารถทำงานได้ในช่วงของอุณหภูมิตั้งแต่ 0 ถึง 70 องศา และกินกระแสเพื่อให้อุปกรณ์ทำงานขนาด 1 มิลลิแอมป์ สามารถจ่ายกระแสให้กับโหลดที่มาต่อกับตัวมันได้ถึง 20 มิลลิแอมป์ ไอซีเบอร์นี้จะดึงกระแสเพื่อใช้งานที่ค่า 30 มิลลิแอมป์ในกรณีที่เอาต์พุตของวงจรอยู่ในสภาวะลัดวงจร

สำหรับรูปที่ 15 ถึง 17 นั้นจะแสดงให้เห็นโครงสร้างวงจรภายในตัวไอซีและวงจรใช้งานเบื้องต้นของไอซีเบอร์ REF-01CP, REF-02CP และ REF-03CNB จากรูปทั้งหมด รูป (b) แสดงให้เห็นไอซีถูกใช้งานในโหมดของกำหนดแรงดันเอาต์พุตคงที่ และรูป (c) แสดงให้เห็นไอซีถูกใช้งานในโหมดของ trimmable เอาต์พุตโหมดสำหรับรูปที่ 16 นั้นแสดงให้เห็นขา 3 ขาตัวไอซี REF-02CP ที่ทำหน้าที่เป็น temperature-sensitive "TC"

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดคงจะพอทำให้ท่านผู้อ่านพอจะทราบวิธีการนำไอซีสร้างแรงดันอ้างอิงไปประยุกต์ใช้กับวงจรที่ท่านผู้อ่านได้ออกแบบในงานอิเล็กทรอนิกส์ด้านต่างๆ แล้วเจอกันใหม่ครับ สวัสดีครับ...