

พัลส์ วิกท์ มอดูเลเตอร์

คอนโทรลเลอร์

Pulse width Modulator Controller

เชาวตล เมฆจา.

คอนเวอร์เตอร์ถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญส่วนหนึ่งในสวิตซิงเพาเวอร์ซัพพลาย ซึ่งคอนเวอร์เตอร์เกือบทุกแบบจะรักษาระดับแรงดันเอาท์พุทได้ด้วยการควบคุมช่วงเวลาภาระแส หรือ t_{ON} ของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ ดังนั้นหลักการที่จะใช้ในการควบคุมการทำงานของคอนเวอร์เตอร์โดยทั่วไปจึงนิยมใช้ “พัลส์วิดท์มอดูเลชัน” (Pulse Width Modulation) หรือ PWM นั่นเอง ซึ่งในปัจจุบันนี้ได้มีไอซีที่ทำหน้าที่เป็น PWM Controller ให้เลือกใช้งานอยู่หลายเบอร์ ซึ่งการใช้งานก็สามารถทำได้ง่าย เพียงต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเข้าไปเพียงไม่กี่ตัวก็สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ นอกจากนี้ยังมีให้เลือกทั้งโหมดควบคุมจากแรงดัน และโหมดควบคุมจากกระแส ตามความต้องการของผู้ใช้งานอีกด้วย

ดังนั้นในบทความนี้จะขอยก ตัวอย่างไอซี PWM Controller ที่น่าสนใจอยู่ 3 เบอร์ คือ **UC3525** , **UC3825** และ **UC3875** ซึ่งแต่ละเบอร์ก็จะมีคุณลักษณะแตกต่างกันออกไป แต่หลักการงานโดยทั่วไปของแต่ละเบอร์จะใกล้เคียงกัน อาจจะ ต่างกันบ้างเล็กน้อยในส่วนของการเสียบปลั๊กย่อย โดยคุณสมบัติและหลักการ ทำงานของไอซีแต่ละเบอร์มีดังนี้

UC3525

UC3525 เป็นไอซีที่ถูกออกแบบมา

เพื่อปรับปรุงการทำงาน และลดส่วนของอุปกรณ์ภายนอกที่จะต้องต่อเพิ่มเติมในการออกแบบสวิตซิงเพาเวอร์ซัพพลาย โดยภายในจะมีแรงดันอ้างอิง +5.1 โวลต์ ที่มีความผิดพลาดไม่เกิน 1% ส่วนที่ขา Sync ซึ่งถือเป็นอินพุทหนึ่งของส่วนออสซิลเลเตอร์ก็สามารถต่อใช้งานร่วมกับวงจรอื่นๆ ในการทำงานร่วมกัน หรือทำงานโดยใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอกก็ได้ และภายในยังประกอบไปด้วยวงจร soft-start ซึ่งสามารถต่อใช้งานได้ง่ายๆ เพียงต่อตัวเก็บประจุภายนอกเพิ่มเข้าไปอีกเพียงตัวเดียว ไม่เพียงเท่านี้ที่ตำแหน่งระหว่างขา C_T และขา Discharge สามารถต่อตัวต้านทานเพื่อกำหนด ช่วงเวลาเฉื่อย (Dead-time) ได้อีกด้วย ส่วนที่ขา shutdown จะสามารถควบคุมได้ทั้งวงจร soft-start และสถานะเอาท์พุท ซึ่งจะอยู่ในสถานะ off ตลอดช่วงที่ PWM แลตซ์ ได้รับพัลส์ชัตดาวน์ นอกจากนี้ที่หัวเอาท์พุทสามารถจ่ายกระแสได้มากกว่า 200mA อีกด้วย

คุณสมบัติโดยทั่วไป

- ทำงานในโหมดควบคุมจากแรงดัน
- ที่ขา V_{ref} จะจ่ายแรงดันไฟตรงออกมา ประมาณ 5.1 โวลต์
- ย่านความถี่ของออสซิลเลเตอร์อยู่ที่ประมาณ 100Hz-500kHz
- สามารถต่อสัญญาณนาฬิกาจากวงจรภายนอกมาใช้งานได้

- สามารถปรับช่วงเวลาเฉื่อย (Dead-time) ได้ ด้วยการต่อตัวต้านทาน R_D ที่ระหว่างขา CT (ขา 5) และขา Discharge (ขา 7)

- สามารถใช้งานฟังก์ชัน soft-start ได้ เพียงต่อตัวเก็บประจุที่ขา soft-start (ขา 8) เท่านั้น

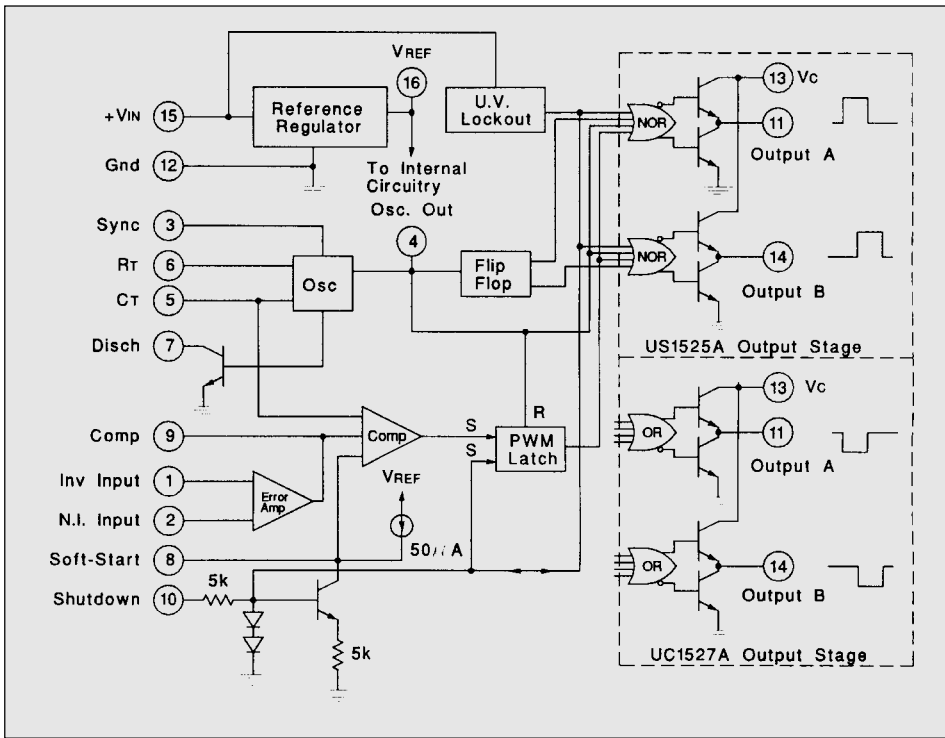
- สามารถชัตดาวน์ได้ด้วยการตรวจสอบ พัลส์ต่อพัลส์

- มีวงจร UVLO (Under-Voltage Lock out) อยู่ในตัวไอซี ซึ่งมีแรงดันขีดเริ่มในการ on/off คือ 7/6.8 V

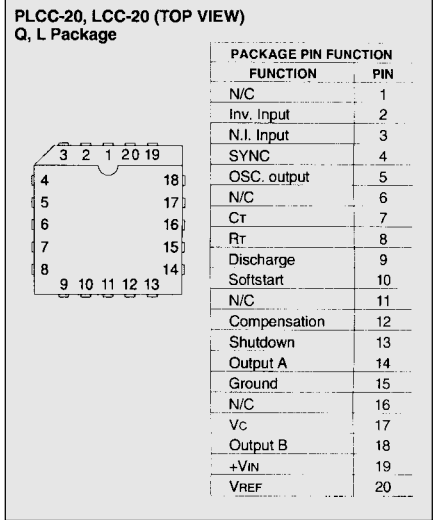
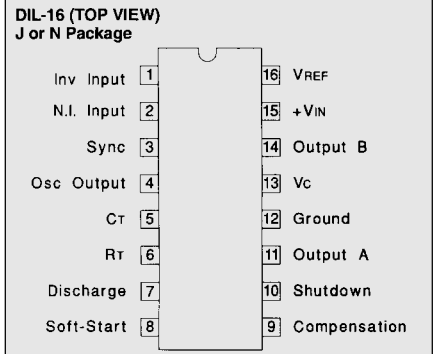
- สามารถจ่ายสัญญาณเอาท์พุทออกมาพร้อมกันได้ 2 จุด คือที่ขา 11 และขา 14

UC3825

UC3825 ถือได้ว่าเป็นไอซีที่ถูกออกแบบมาให้เหมาะสมกับการใช้ในงาน สวิตซิงเพาเวอร์ซัพพลายที่ทำงานในย่านความถี่สูง โดยสามารถทำงานได้ทั้งในโหมดควบคุมจากแรงดันและโหมดควบคุมจากกระแสไม่เพียงเท่านั้นภายในยังมีวงจรป้องกัน ซึ่งประกอบไปด้วยวงจรจำกัดกระแส ส่วนของวงจรชัตดาวน์ และในส่วนของการ soft-start นอกจากนี้ยังมีในส่วนของ UVLO ซึ่งขณะที่เข้าสู่สภาวะนี้ที่เอาท์พุทจะอยู่ในสถานะ high impedance นั่นเอง



โครงสร้างภายในตัวไอซี UC3525



คุณสมบัติโดยทั่วไป

- สามารถต่อใช้งานได้ทั้งหมด
- ควบคุมจากแรงดัน และโหมดควบคุมจากกระแส
- สามารถทำงานได้ด้วยความถี่สูงถึง 1 MHz
- สามารถจ่ายสัญญาณเอาต์พุตออก-

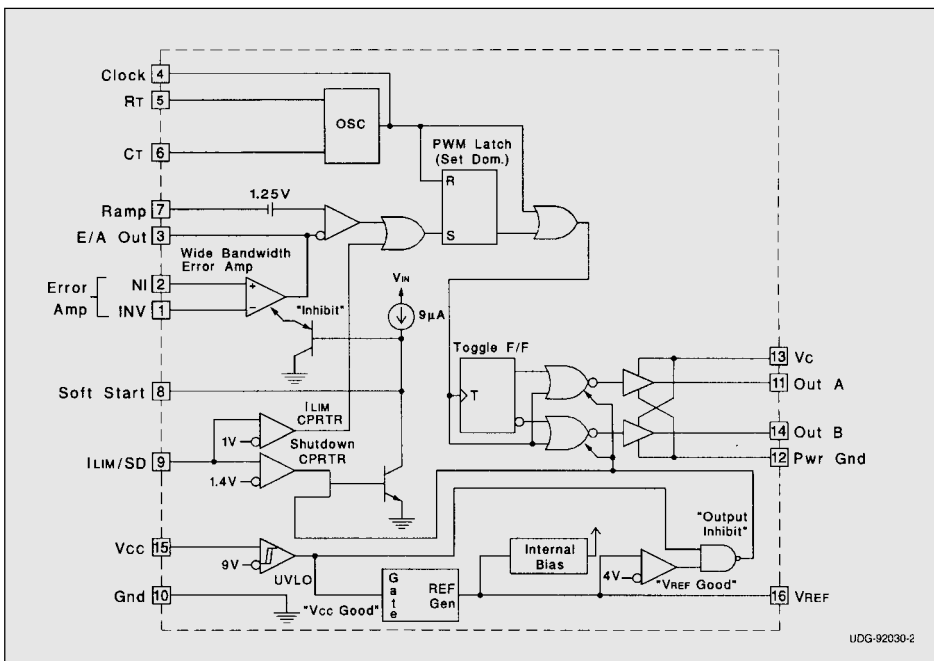
- มาพร้อมกันได้ 2 จุด คือที่ขา 11 และขา 14
- โดยแต่ละจุดสามารถจ่ายกระแสได้สูงถึง 1.5 A
- ส่วนของ Error Amplifier สามารถทำงานได้ในย่านความถี่ที่กว้างมาก
- สามารถจำกัดกระแสได้พัลส์ต่อพัลส์

การจัดวางตำแหน่งขาต่างๆของตัวไอซี UC3525

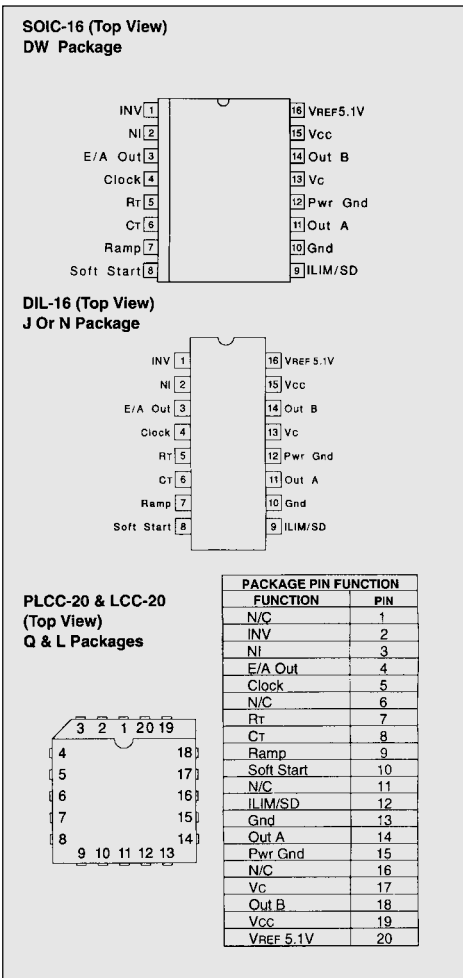
- มีฟังก์ชัน soft-start ให้ต่อใช้งาน
- สามารถควบคุม Duty Cycle ได้ตั้งแต่ 0-80 %
- มีวงจร UVLO อยู่ภายในตัวไอซี ซึ่งมีแรงดันขีดเริ่มในการ on/off คือ 9.2 / 8.4 V
- สตาร์ทการทำงานด้วยกระแสเพียง 1.1 mA
- ที่ขา V_{ref} จะจ่ายแรงดันไฟตรงออกมาประมาณ 5.1 โวลต์

UC3875

UC3875 เป็นไอซีที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการควบคุมวงจรเพาเวอร์บริดจ์ โดยใช้หลักการเลื่อนเฟสในการสวิตช์แต่ละคู่ของวงจรบริดจ์ โดยสามารถทำงานได้ทั้งหมดควบคุมจากแรงดันและโหมดควบคุม



โครงสร้างภายในตัวไอซี UC3875



จากนี้ยังสามารถควบคุมช่วงเวลาหน่วงเพื่อเป็นช่วงเวลาเื่อ (dead-time) ที่แต่ละเอาต์พุตได้อีกด้วย

นอกเหนือไปจากการทำงานด้วยความถี่สูงถึง 1 MHz ด้วยออสซิลเลเตอร์ภายในตัวแล้ว UC3875 ยังเป็นไอซีที่สามารถต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นโดยใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอก หรือต่อร่วมกับไอซีตัวอื่นๆได้ถึง 5 ตัว โดยการต่อที่ขา CLOCKSVC ซึ่งความถี่จะถูกกำหนดโดยไอซีตัวที่มีความถี่สูงที่สุดนั่นเอง

ลักษณะเด่นอีกประการหนึ่งของ UC3875 คือในส่วนของการป้องกันซึ่งมีทั้ง UVLO และวงจรถูกกันกระแสเกินซึ่งมีอยู่แล้วภายในไอซีนั่นเอง

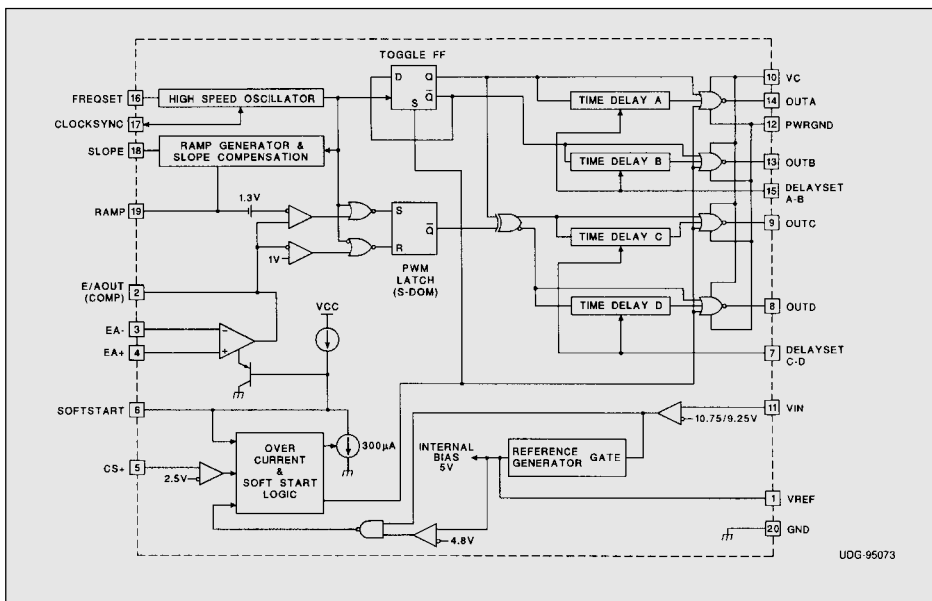
คุณสมบัติโดยทั่วไป

- สามารถควบคุม Duty Cycle ได้ตั้งแต่ 0 -100 %
- สามารถควบคุมช่วงเวลา Turn-On Delay ของเอาต์พุตได้
- สามารถต่อใช้งานได้ทั้งหมด
- ควบคุมจากแรงดัน และโหมดควบคุมจากกระแส
- สามารถทำงานได้ด้วยความถี่สูงถึง 1 MHz
- สามารถจ่ายสัญญาณเอาต์พุตออกมาพร้อมกันได้ 4 จุด โดยแต่ละจุดสามารถจ่ายกระแสได้สูงถึง 2 A
- ส่วนของ Error Amplifier สามารถทำงานได้ในย่านความถี่สูงถึง 10 MHz
- มีวงจรถูกกัน UVLO อยู่ภายในตัวไอซี ซึ่งมีแรงดันขีดเริ่มในการ on/off คือ 10.7/9.5 V
- อัตราการทำงานด้วยกระแสเพียง 150 uA
- สถานะของเอาต์พุตจะเป็น "Low" เมื่ออยู่ในระหว่าง UVLO
- มีฟังก์ชัน soft-start ให้ต่อใช้งาน
- ภายในตัวไอซีมีวงจรถูกกันกระแสเกิน โดยจะแลชค่าเอาต์พุตให้อยู่ในสถานะ "Low" ภายใน 70 นาโนวินาที
- ที่ขา V_{ref} จะจ่ายแรงดันไฟตรงออกมาประมาณ 5 โวลต์

การจัดวางตำแหน่งขาต่างๆของตัวไอซี UC3825

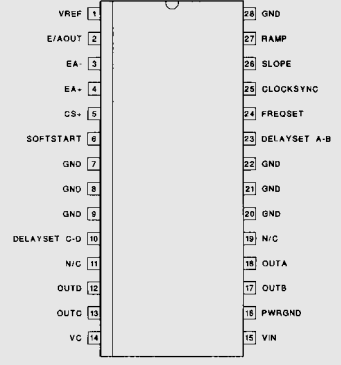
จากกระแส อีกทั้งยังแยกในส่วนของวงจรถักตัวรณเมื่อกระแสเกินไว้เพื่อเป็นการป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว นอก-

ควบคุมจากแรงดัน และโหมดควบคุมจากกระแส

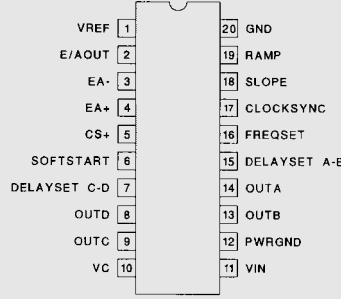


โครงสร้างภายในตัวไอซี UC3875

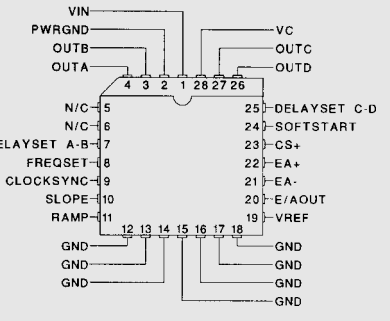
SOIC-28, (Top View)
DWP Package



DIP-20 (Top View)
J or N Package



PLCC-28 (Top View)
QP Package



และเมื่อพิจารณาจากโครงสร้างภายในของไอซีแต่ละตัวจะพบว่าเอาต์พุตของวงจรรขยายความแตกต่างจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับสัญญาณรูปฟันเลื่อย (Ramp) ซึ่งได้มาจากส่วนของวงจรออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) ที่คอมพาราเตอร์ (Comparator) ซึ่งเอาต์พุตที่ได้จากส่วนของคอมพาราเตอร์นี้ก็คือ สัญญาณพัลส์นั่นเอง

ย้อนกลับไปพิจารณาที่เอาต์พุตของเพาเวอร์ซัพพลายจะพบว่าเมื่อระดับแรงดันเอาต์พุตมีค่าลดลง ก็จะทำให้แรงดันที่ขา INV Input ลดลงไปด้วย นั่นก็คือ จะทำให้เอาต์พุตของวงจรรขยายความแตกต่างมีค่าเพิ่มขึ้นนั่นเอง ดังนั้นเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับสัญญาณรูปฟันเลื่อยที่คอมพาราเตอร์ ก็จะทำให้ได้เอาต์พุตออกมามีความกว้างของพัลส์มากขึ้น หรือก็คือมีค่า Duty Cycle มากขึ้น

• นั่นเอง ซึ่งเมื่อผ่านส่วนต่างๆ ไปยังเอาต์พุตของไอซีเพื่อป้อนให้กับคอนเวอร์เตอร์แล้ว ก็จะทำให้ระดับแรงดันที่เอาต์พุตของเพาเวอร์ซัพพลายสูงขึ้นตามไปด้วยนั่นเอง

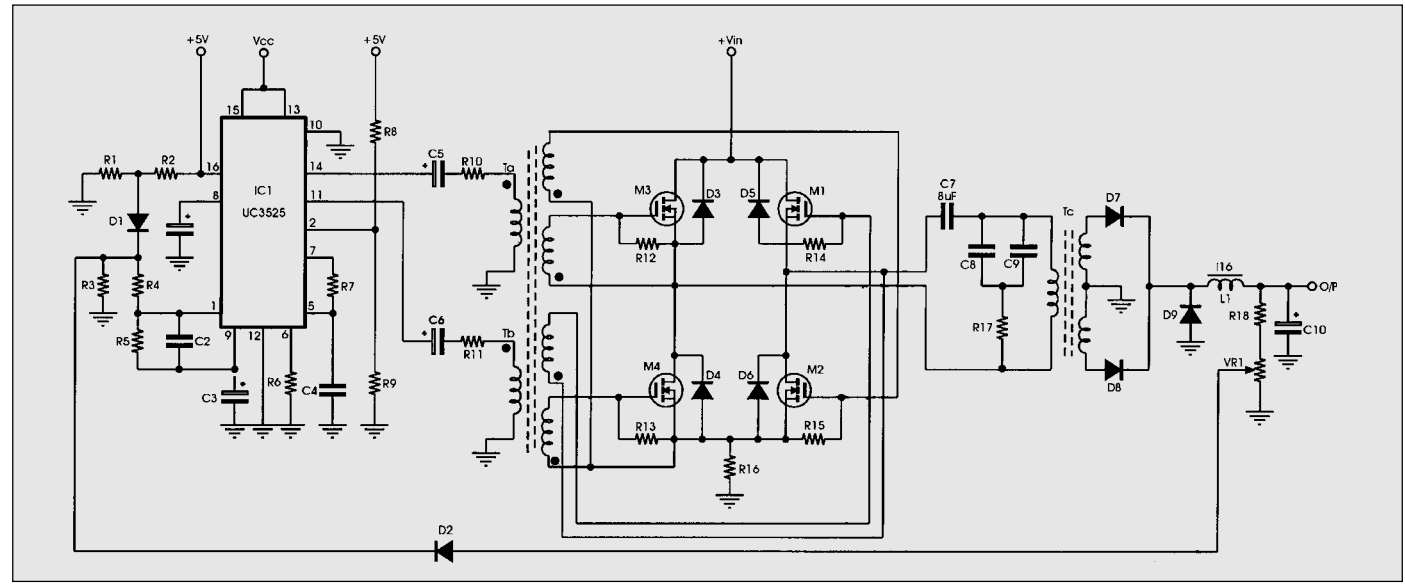
• ส่วนในการใช้งานฟังก์ชันอื่นๆ ที่มามีมาพร้อมกับตัวไอซี ไม่ว่าจะเป็น Voltage Reference, Soft-start, UVLO, Shutdown/Current Limit, การกำหนดค่าความถี่และช่วงเวลาต่างๆ ฯลฯ ซึ่งบางอย่างก็สามารถต่อใช้งานจากขาอื่นๆ ได้โดยตรง หรืออาจต้องต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเข้าไปบ้างเล็กน้อยนั้น ก็สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ โดยตรงจากคู่มือของไอซีแต่ละเบอร์.



ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของไอซีแต่ละเบอร์

คุณสมบัติ	UC3525	UC3825	UC3875
โหมดของการควบคุม	แรงดัน	แรงดัน/กระแส	แรงดัน/กระแส
ย่านความถี่ของออสซิลเลเตอร์	100Hz-500kHz	1MHz	1MHz
จำนวนเอาต์พุต	2	2	4
การควบคุม Duty Cycle	0-45%	0-80%	0-100%
กระแสเอาต์พุต	500 mA	1.5 A	2 A
ค่าแรงดันขีดเริ่มในการ on/off UVLO	7/6.8V	9.2/8.4V	10.7/9.5V

การจัดวางตำแหน่งขาต่างๆของตัวไอซี UC3875



ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานกับวงจร Full Bridge