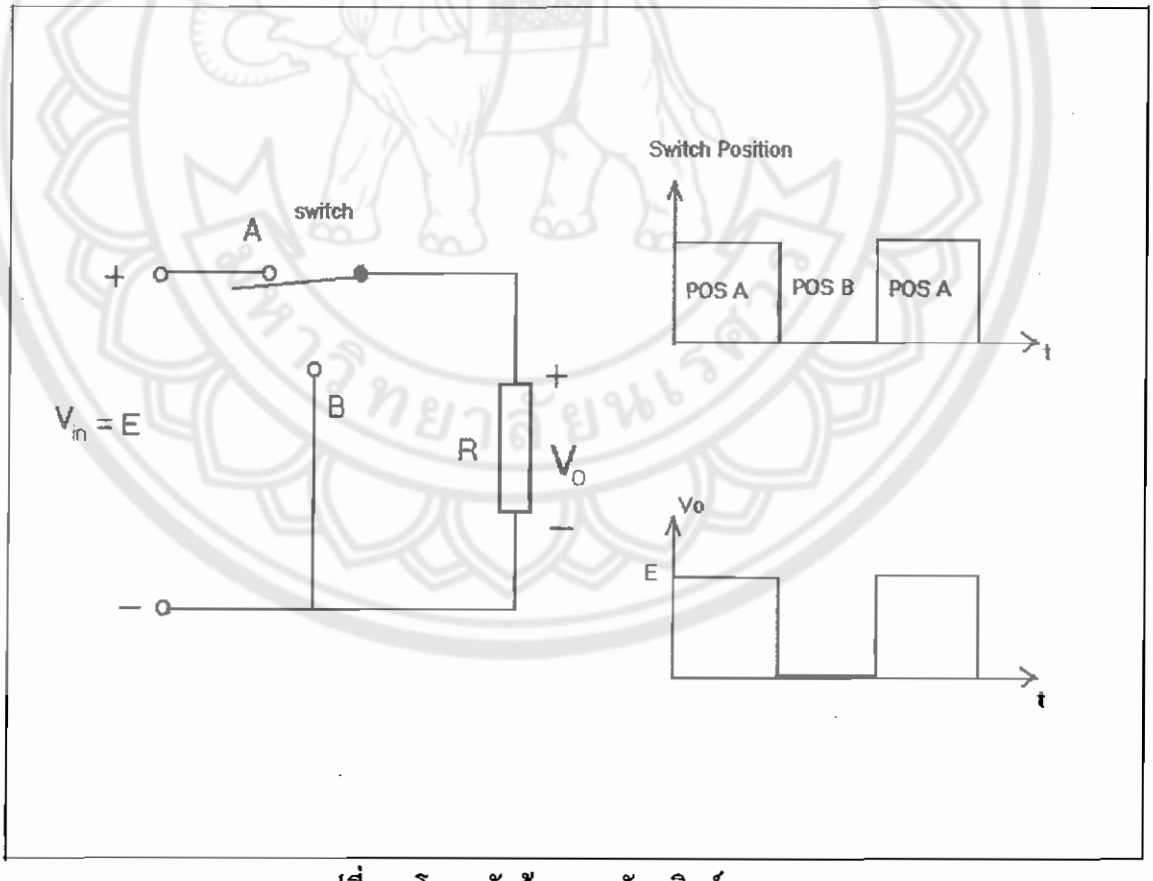
บทที่ 2
วงจรบัคคอนเวอร์เตอร์และหลักการควบคุม

2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นของวงจรบัคคอนเวอร์เตอร์

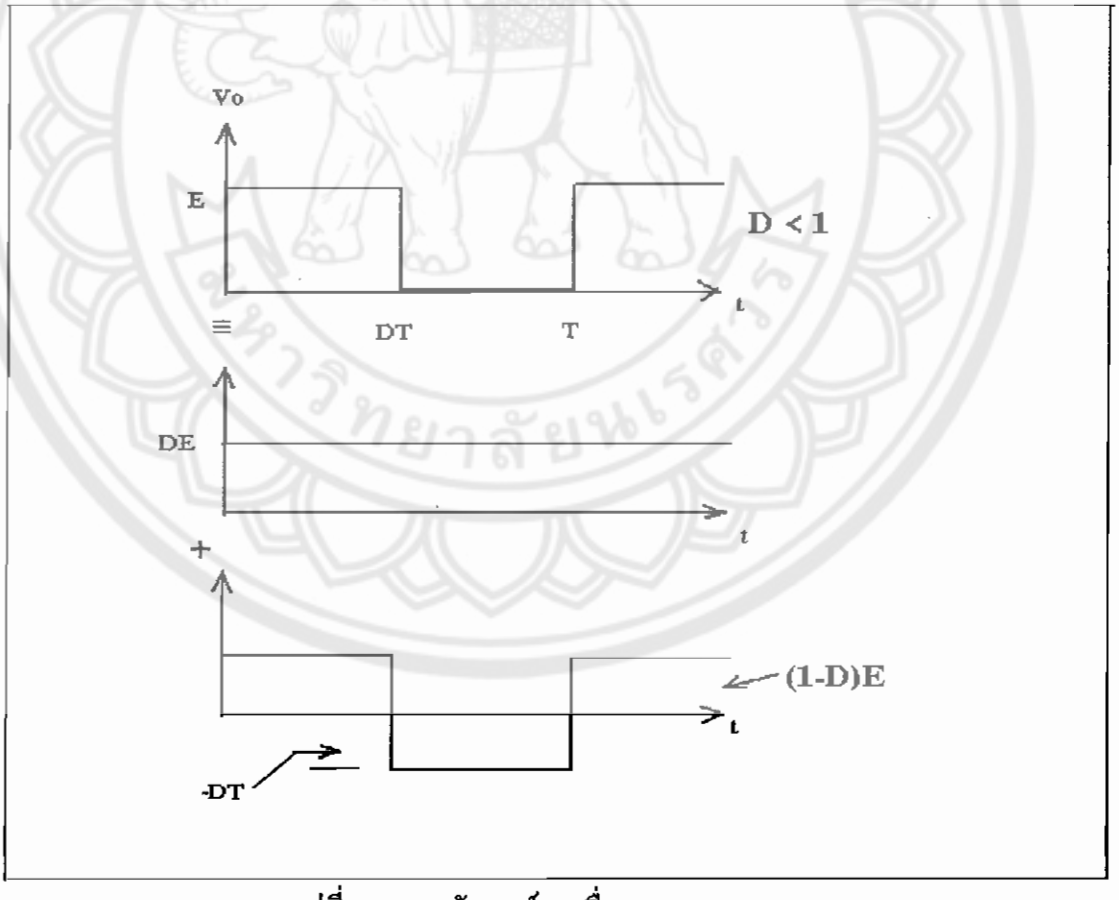
บัคคอนเวอร์เตอร์เป็นวงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดันเอาท์พุตต่ำกว่าแรงดันอินพุตเปรียบเสมือนกับเป็นหม้อแปลงไฟฟ้ากระแสตรงแบบแปลงลง (step down dc transformer) มีขนาดเล็กกระทัดรัดเหมาะกับงานที่ที่พื้นที่จำกัดและต้องการประสิทธิภาพสูง

ทฤษฎีเบื้องต้นของบัคคอนเวอร์เตอร์ พิจารณาได้จากรูปที่ 2.1 ซึ่งเป็นวงจรที่มีสวิตซ์สองทางคือที่จุด A และ B ต่อขนานกับ โหลดตัวต้านทานและแหล่งจ่ายแรงดัน (Vin=E)



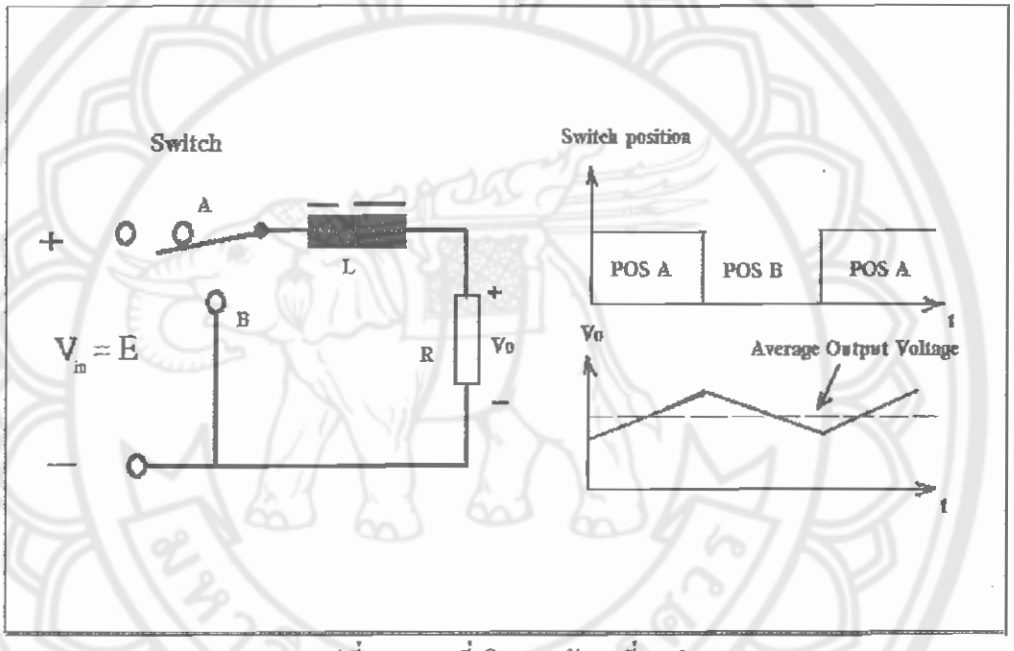
รูปที่ 2.1 โหลดตัวต้านทานกับสวิตซ์สองทาง

จากรูปพิจารณาได้ว่า แรงดันเอาท์พุตจะมีค่าเท่ากับแรงดันอินพุตเมื่อสวิตซ์อยู่ที่ตำแหน่ง A และเป็นศูนย์ เมื่อสวิตซ์อยู่ที่ตำแหน่ง B การปรับช่วงระยะเวลาของสวิตซ์ที่ตำแหน่ง A และ B ทำให้เห็นว่าค่าแรงดันเอาท์พุตเฉลี่ยที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่เอาท์พุตที่ได้จะไม่เป็นกระแสตรงที่แท้จริง แรงดันเอาท์พุตที่ได้จะมีแรงดันเอาท์พุตเฉลี่ยกับรูปคลื่นแรงดันสี่เหลี่ยมวางซ้อนกันอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 โดยปกติแล้วแรงดันเอาท์พุตที่ต้องการจะเป็นแรงดันดีซีที่ปราศจากริปเปิ้ลที่ได้จากวงจรที่พัฒนาจากวงจรในรูปที่ 2.1 ซึ่งเป็นดังรูปที่ 2.3 โดยเพิ่มตัวเหนี่ยวนำโดยต่ออนุกรมกับโหลดตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำจะช่วยลดริปเปิ้ลในกระแสที่ผ่านตัวมัน และแรงดันเอาท์พุตจะมีริปเปิ้ลน้อยลง กระแสที่ผ่านโหลดตัวต้านทานจะมีลักษณะเดียวกันกับที่ผ่านตัวเหนี่ยวนำ เมื่อสวิตซ์อยู่ที่ตำแหน่ง A กระแสที่ผ่านตัวเหนี่ยวนำจะเพิ่มขึ้นพลังงานที่เก็บในตัวเหนี่ยวนำก็จะเพิ่มขึ้น เมื่อสวิตซ์อยู่ที่ตำแหน่ง B ตัวเหนี่ยวนำจะทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายและรักษากระแสที่ผ่านโหลดตัวต้านทานไว้



รูปที่ 2.2 แรงดันเอาท์พุตเมื่อแยกคาบเวลาออก

ระหว่างคาบเวลานี้พลังงานที่เก็บในตัวเหนี่ยวนำจะลดลงและกระแสจะตก ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญในการนำกระแสที่ต่อเนื่องผ่านโหลดของวงจรนี้เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบในช่วงเวลาที่คงที่กับคาบที่สวิตซ์อยู่ที่ ตำแหน่ง A และ B ลักษณะของกระแสที่ผ่านโหลดและตัวเหนี่ยวนำจะขึ้นและลงเป็นเส้นตรงดังรูปที่ 2.3 ในขั้นต่อไปของการพัฒนา วงจรบัคคอนเวอร์เตอร์ จะเพิ่มตัวเก็บประจุคร่อมกับ โหลดตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุจะช่วยลดริปเปิ้ลของแรงดันที่คร่อมตัวมัน ขณะที่ตัวเหนี่ยวนำจะทำให้กระแสที่ผ่านตัวมันเรียบขึ้น วงจรตัวกรอง LC จะเป็นตัวลดริปเปิ้ลของเอาท์พุตให้ต่ำลงมาก



รูปที่ 2.3 ผลที่เกิดจากตัวเหนี่ยวนำ

ในรูปที่ 2.4 ที่มีสวิตซ์แบบสองทิศทางซึ่งจุดนี้เป็นจุดที่ยากในการสร้างโดยการใช้อุปกรณ์เซมิคอนดัคเตอร์กำลัง ดังนั้นจะต้องมีความเข้าใจวงจรในรูปที่ 2.4 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างพิจารณาเมื่อสวิตซ์อยู่ที่ตำแหน่ง A กระแสที่ผ่านตัวเหนี่ยวนำเพิ่มขึ้นและจะลดลงเมื่อสวิตซ์อยู่ตำแหน่ง B เป็นไปได้ที่จะต้องมีอุปกรณ์เซมิคอนดัคเตอร์สวิตซ์ที่เหมาะสมกับการสวิตซ์ในตำแหน่ง A ส่วนกรณีสวิตซ์อยู่ในตำแหน่ง B กระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำจะหมุนวนผ่านตัวมัน ไดโอดจึงสามารถใช้ในการทำงานกับกระแสหมุนวนครบวงจรได้ ดังนั้นการควบคุมวงจรบัคคอนเวอร์เตอร์จึงควบคุมเพียงอุปกรณ์สวิตซ์เซมิคอนดัคเตอร์เท่านั้น

รูปแบบพื้นฐานทั่วไปของแหล่งจ่ายไฟตรงแบบสวิตซ์ (switch power supply) จะประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐาน 5 ตัว

ก. ชุดควบคุมพัลส์วิดธ์มอดูเลต (PWM)

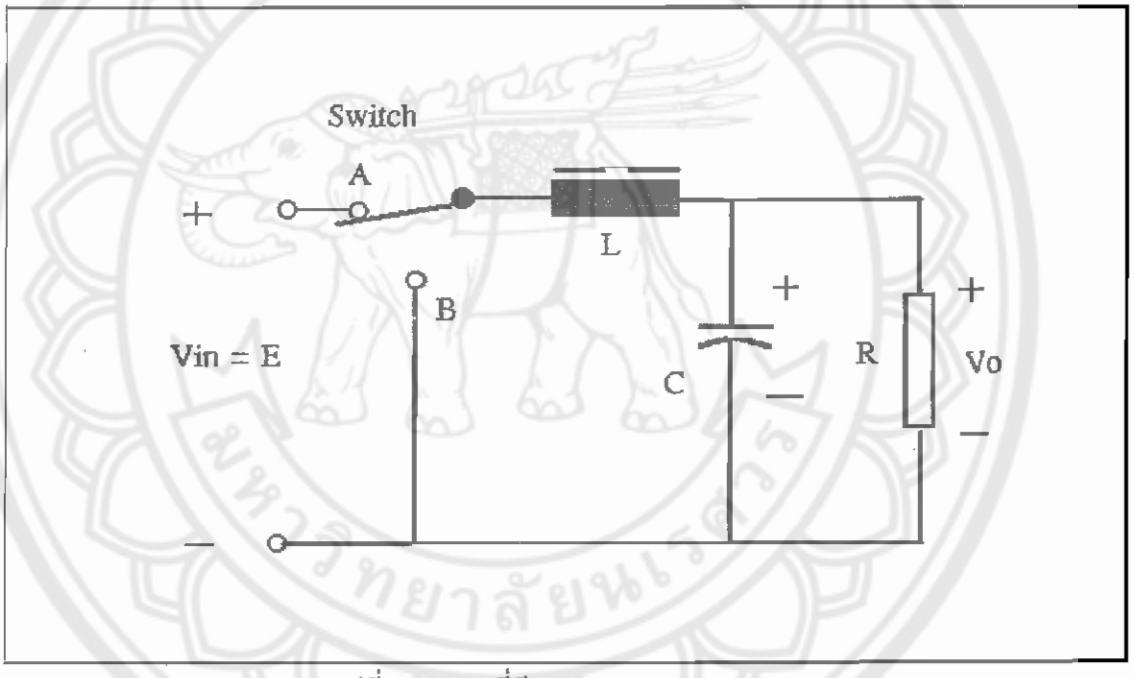
ข. ทรานซิสเตอร์สวิตช์

ค. ตัวเหนี่ยวนำ

ง. ตัวเก็บประจุ

จ. ไดโอด

การควบคุมโดยแบบพัลส์วิดธ์มอดูเลต ทรานซีสเตอร์สวิตช์ เป็นหัวใจสำคัญของแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง มีหน้าที่ควบคุมการจ่ายกำลังของโหลด อุปกรณ์มอสเฟตเหมาะสมที่ใช้แทนทรานซิสเตอร์แบบไบโพล่าร์ที่กำลังเอาท์พุตที่ต้องการที่ 50 W ทรานซีสเตอร์ที่เลือกใช้ในแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิ่งจะต้องมีเวลาในการสวิตช์ที่เร็วและสามารถทนแรงดันสไปซ์ที่เกิดขึ้นจากตัวเหนี่ยวนำได้



รูปที่ 2.4 วงจรที่มีตัวกรอง LC (LC filter)

ตัวเหนี่ยวนำในวงจรทำหน้าที่เป็นตัวกรองเพื่อลดริปเปิ้ลของกระแส การลดริปเปิ้ลนี้ทำได้เนื่องจากกระแสที่ผ่านตัวเหนี่ยวนำจะไม่เปลี่ยนแปลงได้ทันที เมื่อกระแสที่ตัวเหนี่ยวนำผ่านตัวเหนี่ยวนำตกลง ตัวเหนี่ยวนำจะคงกระแสต่อเนื่องโดยการทำหน้าที่เหมือนเป็นแหล่งจ่าย ตัวเหนี่ยวนำที่ใช้มักจะพันบนแกนที่เป็น ทอรอยด์ ซึ่งทำจากเหล็กเฟอร์ไรด์หรือผงของแกนเหล็กที่กระจายในช่องว่างอากาศเพื่อลดการสูญเสียในแกนเหล็กที่ความถี่สูง ตัวเก็บประจุที่ใช้เป็นตัวกรองเพื่อลดริปเปิ้ลของแรงดัน เนื่องจากในการออกแบบวงจรเรกูเลเตอร์แบบสวิตชิ่งต้องการทำงานที่กระแสที่สูงและมีสมรรถนะสูงดังนั้นจึงต้องเลือกตัวเก็บประจุให้การสูญเสียน้อย การสูญเสียที่เกิดในตัวเก็บประจุเกิดจากตัวต้านทานภายในที่เสมือนต่ออนุกรมอยู่ ตัวเก็บประจุจะเลือกโดยอาศัยการพิจารณา

ผลของค่าตัวต้านทานที่ต่ออนุกรม (ESR) ตัวเก็บประจุชนิดโซลิดแทนทาลัม (Solid Tantalum) จะเหมาะสมที่สุด ในบางครั้งในแหล่งจ่ายกำลังที่ต้องการประสิทธิภาพสูงมากๆ จะอาศัยการขนานตัวเก็บประจุเพื่อจะได้ผลรวมของตัวต้านทานอนุกรมที่ต่ำเพียงพอ ไดโอดที่ใช้มักจะใช้เป็น ฟรีวิลลิง (free-wheeling diode) หรือบางครั้งเรียกว่า แคช ไดโอด (catch diode) จุดประสงค์ของไดโอดนี้ไม่ใช่เพื่อการเรกูเลตแต่เพื่อให้มีทางผ่านของกระแสในวงจรที่มีตัวเหนี่ยวนำ มีกระแสผ่านเข้าไปในตัวเหนี่ยวนำ จึงจำเป็นที่ไดโอดจะต้องสามารถ เทอร์น ออฟ (turn off) ได้เร็ว ดังนั้นจึงต้องใช้ไดโอดแบบ ฟาสท์ รีโคฟเวอรี (fast recovery) เท่านั้น แหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิ่งส่วนมากจะใช้มีขีดจำกัดโหลดน้อยที่สุดเพื่อให้แน่ใจว่ากระแสผ่านตัวเหนี่ยวนำจะต่อเนื่องตลอดเวลาถ้ากระแสไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำไม่ต่อเนื่องอาจจะทำให้การเรกูเลตไม่สมบูรณ์

วงจรบัคคอนเวอร์เตอร์ (Buck Converter) สามารถควบคุมได้สองแบบคือ

1. แบบที่ความถี่คงที่หรือ พัลส์วิดธ์มอดูเลตชัน (PWM)
2. แบบความถี่เปลี่ยนแปลง(frequency modulation)

พัลส์วิดธ์มอดูเลตชัน เป็นการควบคุมแรงดันเอาท์พุตโดยการเปลี่ยนแปลงดิวตี้ไซเคิลของสวิตซ์และรักษาความถี่ในการทำงานให้คงที่ ค่าดิวตี้ไซเคิล หมายถึง อัตราส่วนของคาบซึ่งสวิตซ์แบบเซมิคอนดัคเตอร์ที่สถานะ ออน (ON) ต่อคาบการสวิตซ์ทั้งหมด ปกติแล้วการควบคุมแบบนี้จะนิยมที่สุดเนื่องจากเป็นวิธีที่ดีเมื่อความถี่คงที่จะหาค่าตัวกรอง LC ที่เหมาะสมที่สุดได้โดยควบคุมค่าริปเปิ้ลที่อยู่ในแรงดันเอาต์พุทให้อยู่ภายในขีดจำกัด ในกรณีที่โหลดของคอนเวอร์เตอร์ต่ำกว่าระดับที่กำหนดการควบคุมแรงดันจะเกิดปัญหาและในกรณีนี้การควบคุมโดยความถี่เปลี่ยนแปลงจะดีกว่าการควบคุมแบบความถี่เปลี่ยนแปลงจะใช้คาบเวลาการ ออน (ON) ของพาวเวอร์เซมิคอนดัคเตอร์สวิตซ์ที่คงที่โดยความถี่การทำงานจะเปลี่ยนแปลงเพื่อควบคุมแรงดัน การออกแบบวงจรกรอง(LC filter) จะไม่ง่ายนักในกรณีนี้

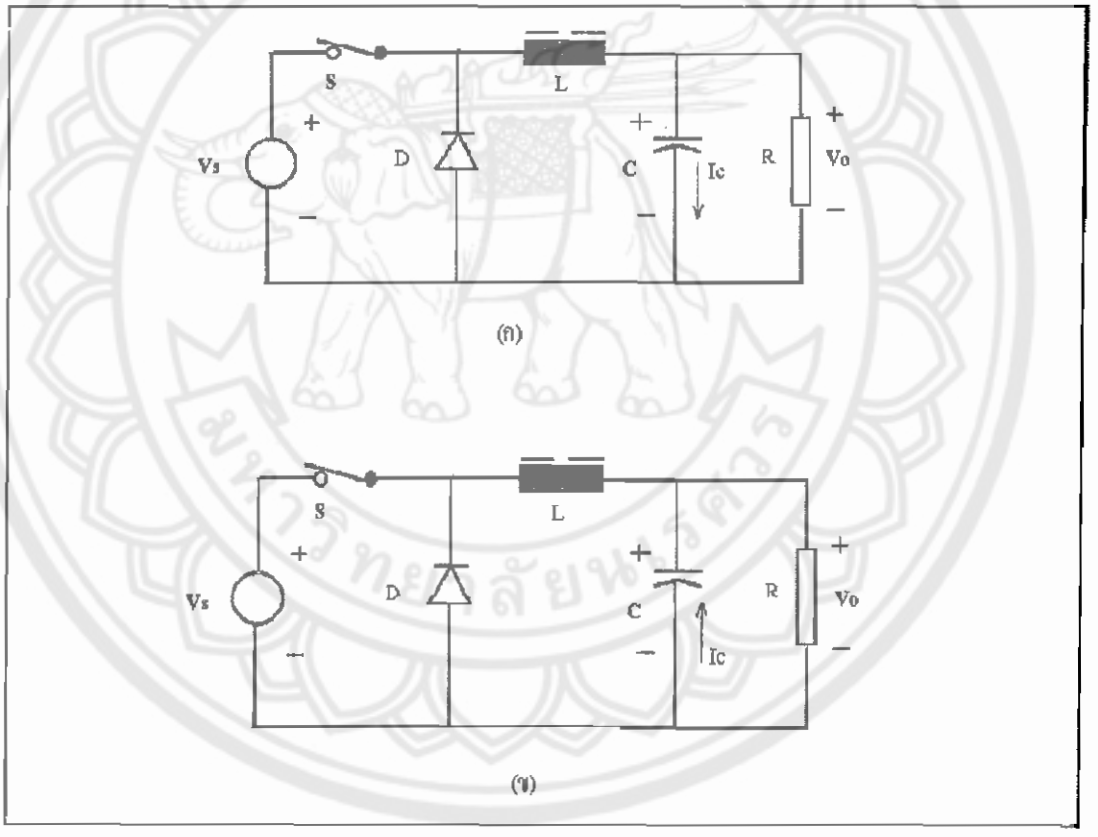
2.2 การทำงานพื้นฐานของวงจร

การทำงานของบัคคอนเวอร์เตอร์อธิบายเป็นอันดับแรกได้ว่าวงจรนี้สามารถทำงานใน 3 สภาวะ สภาวะแรกมีลักษณะเดียวกันกับเมื่อสวิตซ์ ออน (ON) ในสภาวะนี้กระแสที่ผ่านตัวเหนี่ยวนำสูง (แรงดันอินพุตจะมากกว่าเอาต์พุตเสมอ) ส่วนกระแสของตัวเก็บประจุอาจจะมีทิศทางที่ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับกระแสของตัวเหนี่ยวนำและกระแสของโหลด กระแสที่ตัวเหนี่ยวนำเพิ่มขึ้นพลังงานในตัวมันก็เพิ่มขึ้น ซึ่งในสภาวะนี้ตัวเหนี่ยวนำจะได้เก็บพลังงาน สวิตซ์ปิดอุปกรณ์ที่มีกระแสไหลผ่านจะแสดงในรูปที่ 2.5 ขณะที่ไดโอดจะอยู่ในสภาพ ออฟ (Off) ในรูป 2.5(ก) คาปาซิเตอร์จะได้รับการอัดประจุ

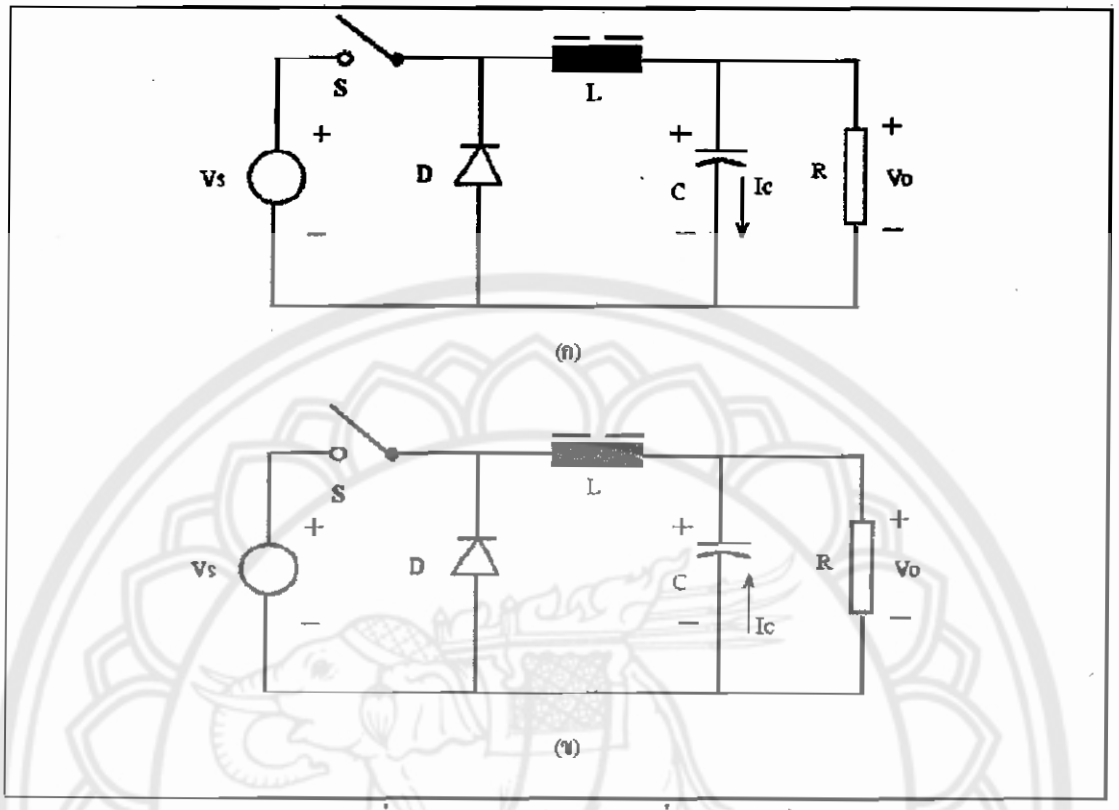
สมการที่สอดคล้องกับการทำงานของวงจรในสภาวะแรกคือ

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_s - V_o}{L} \qquad (2.1)$$

$$dV_o = \frac{i_L}{dt} - \frac{V_o/R}{C} \qquad (2.2)$$



รูปที่ 2.5 รูปวงจรในสภาวะแรกสวิตช์ปิด



รูปที่ 2.6 รูปวงจรในสภาวะที่สองสวิตช์เปิด

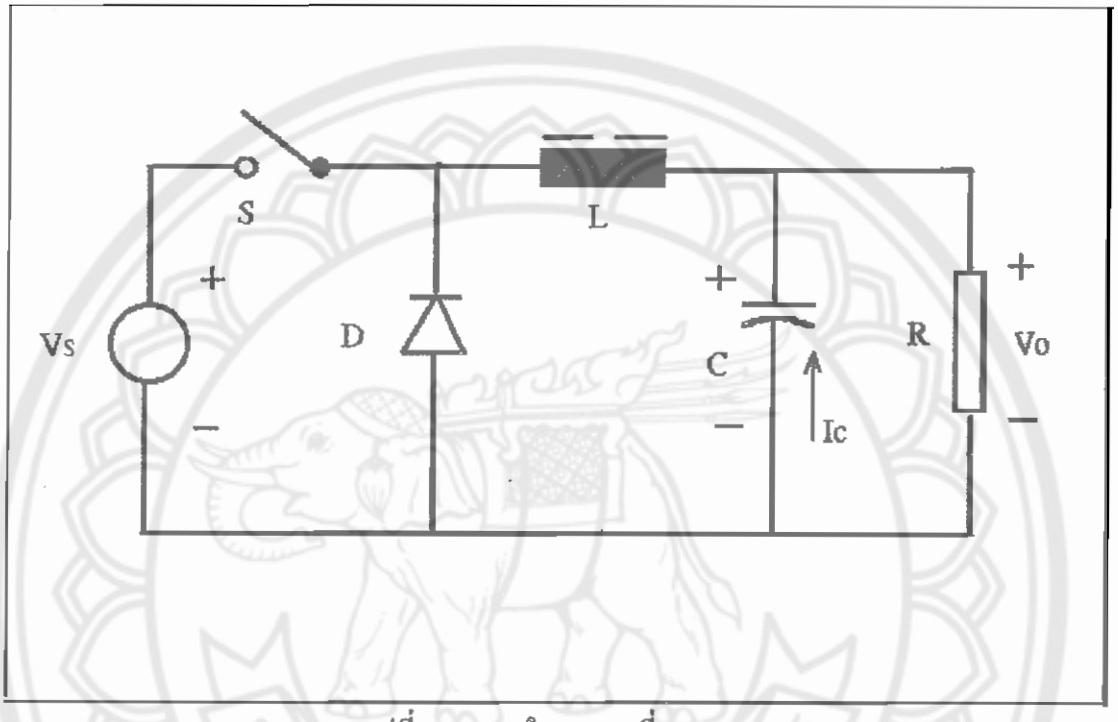
ในสภาวะที่ 2 เมื่อสวิตช์เปิดและไดโอด ออน (On) กระแสจากตัวเหนี่ยวนำผ่านไดโอดและตัวเหนี่ยวนำจะจ่ายพลังงานให้กับส่วน RC ที่เป็นเอาท์พุตพลังงานของตัวเหนี่ยวนำก็จะลดลงในสภาวะนี้ตัวเหนี่ยวนำจะคายพลังงานและทิศทางกระแสของตัวเก็บประจุจะมีทิศทางในทางใดทางหนึ่งขึ้นอยู่กับ กระแสของตัวเหนี่ยวนำและกระแสที่โหลด ในรูปที่ 2.6 จะแสดงการทำงานในโหมดนี้ สมการของสภาวะที่ 2 นี้จะได้เป็น

$$\frac{di_L}{dt} = -\frac{V_o}{L} \qquad (2.3)$$

$$\frac{dV_o}{dt} = \frac{i_L - V_o/R}{C} \qquad (2.4)$$

เมื่อสวิตช์เปิดตัวเหนี่ยวนำจะคายพลังงาน เมื่อคายพลังงานหมดกระแสจะตกลงจนเป็นศูนย์และจะทำการย้อนกระแสกลับ (reverse) แต่เนื่องจากไดโอดจะต้านการนำในทางย้อนกลับ ดังนั้น

ในสภาวะที่ 3 ทั้งไดโอดและสวิตช์จะออฟ (OFF) ดังแสดงในรูปที่ 2.7 ซึ่งในสภาวะนี้ ตัวเก็บประจุจะคายพลังงานส่วนตัวเหนี่ยวนำจะหยุดนำกระแสและไม่มีพลังงานสะสมในตัวมันนั้นคือ ตัวเหนี่ยวนำจะไม่รับพลังงาน หรือคายพลังงานในสภาวะนี้



รูปที่ 2.7 วงจรในสภาวะที่สาม

ซึ่งจะได้สมการในสภาวะนี้คือ

$$\frac{dV_o}{dt} = -\frac{V_o/R}{C} \qquad (2.5)$$

เมื่อวงจรได้รับสัญญาณคาบผลตอบสนองของวงจรก็จะกลายเป็นคาบ เมื่อสมมติให้แหล่งจ่ายแรงดันคงที่และไม่มีริปเปิ้ลและความถี่ที่ใช้คงที่และค่าดิวตี้ไซเคิลคงที่ ถ้าค่าคงที่เวลาของ RC เนื่องจากโหลดตัวต้านทานและตัวกรองตัวเก็บประจุมีค่าสูงเมื่อเทียบกับคาบของความถี่สวิตช์ แล้วแรงดันเอาท์พุตจะมากขึ้นหรือน้อยลงแบบคงที่โดยที่ไม่มีริปเปิ้ล เมื่อทั้งแรงดันอินพุตและเอาท์พุตคงที่กระแสที่ผ่านตัวเหนี่ยวนำจะเพิ่มเป็นเส้นตรงเมื่อสวิตช์ออน(ON) และตกลงเป็นเส้นตรงเมื่อสวิตช์ออฟ(OFF) ภายใต้สภาวะนี้กระแสที่ตัวเก็บประจุจะแปรผันแบบเส้นตรงเมื่อได้รับการอัดและคายประจุ

ค่าของแรงดันเอาต์พุตเฉลี่ยโดยประมาณจะได้ดังสมการที่ 2.6

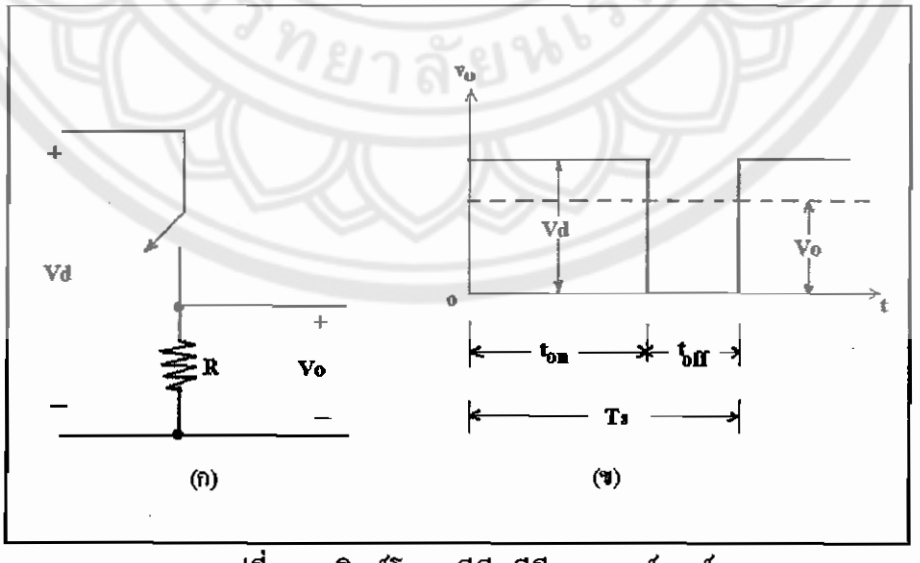
$$V_{o,avg} = 1/T \int_{0}^{T} E.dt = D.E \qquad (2.6)$$

โดยสมมติที่สภาวะความนำแบบต่อเนื่องในตัวเหนี่ยวนำโดยกำหนดให้คาบ คือ T

DT = คาบที่ออน(ON) และแหล่งจ่ายแรงดันเป็น E ในสมการ (2.6) D แทนดิวตี้ไซเคิล (duty cycle)

2.3 การควบคุมดีซีทูดีซีคอนเวอร์เตอร์

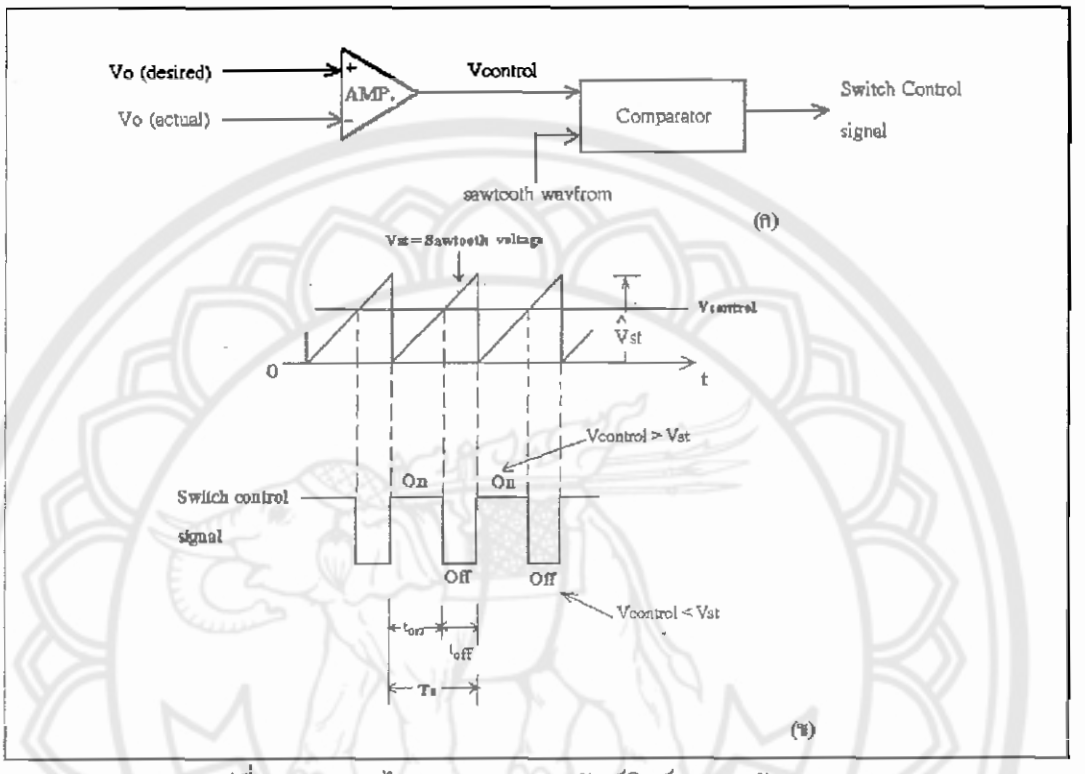
วงจรดีซีทูดีซีคอนเวอร์เตอร์ส่วนมากจะใช้ในการควบคุมแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิ่งและประยุกต์ใช้กับการขับมอเตอร์กระแสตรง (dc motor) ดังนั้นแรงดันเอาท์พุตดีซีจะต้องควบคุมให้ได้ตามระดับที่ต้องการ สวิตช์โหมดดีซีทูดีซีคอนเวอร์เตอร์นั้นอาจจะใช้สวิตช์หนึ่งตัวหรือมากกว่า ในการแปลงไฟกระแสตรงจากระดับหนึ่งไปสู่ระดับอื่นๆ โดยในดีซีทูดีซีคอนเวอร์เตอร์ที่มีแรงดันอินพุตนั้น แรงดันเอาท์พุตเฉลี่ยที่ออกจะควบคุมได้โดยการควบคุมระยะเวลาการเปิด-ปิดสวิตช์ (t_{on} และ t_{off}) ที่มีอยู่ในวงจรนั้นๆ หลักการเบื้องต้นที่ใช้พิจารณาหลักการของ สวิตชิ่งโหมดสังเกตจากรูป2.8(ก) ค่าของ V_o ของแรงดันอินพุต V_d ในรูป 2.8(ข) จะขึ้นอยู่กับ t_{on} และ t_{off} ทฤษฎีหนึ่งที่มีความสำคัญในกรควบคุมแรงดัน เอาท์พุตโดยใช้สวิตชิ่งซึ่งรักษาความถี่ให้คงที่ (คาบของการสวิตช์คงที่ $Ts = t_{on} + t_{off}$) และปรับระยะเวลาการปิดของสวิตช์ เพื่อควบคุมแรงดันเอาท์พุตเฉลี่ย ซึ่งเรียกว่า พัลส์วิดธ์มอดูเลชั่น (pulse-width-modulation) PWM โดยทฤษฎีนี้ อัตราส่วนดิวตี้ D ซึ่งเป็นอัตราส่วนของระยะเวลาการเปิดของคาบเวลาการสวิตช์จะเปลี่ยนแปลงซึ่งมีข้อดีกว่า



รูปที่ 2.8 สวิตช์โหมดดีซีทูดีซีคอนเวอร์เตอร์

(ที่มา : Power Electronics,N. Mohan,T.Underland)

การควบคุมแบบอื่นๆที่แบบอื่นนั้นความถี่ของการสวิตซ์จะเปลี่ยนแปลงเป็นผลทำให้ยุ่งยากในการเลือกใช้ตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำซึ่งเป็นตัวกรองริปเปิ้ลของคลื่นในอินพุต



รูปที่ 2.9 บลอกไดอะแกรม (ก), พัลส์วิดธ์มอดูเลชัน (ข)

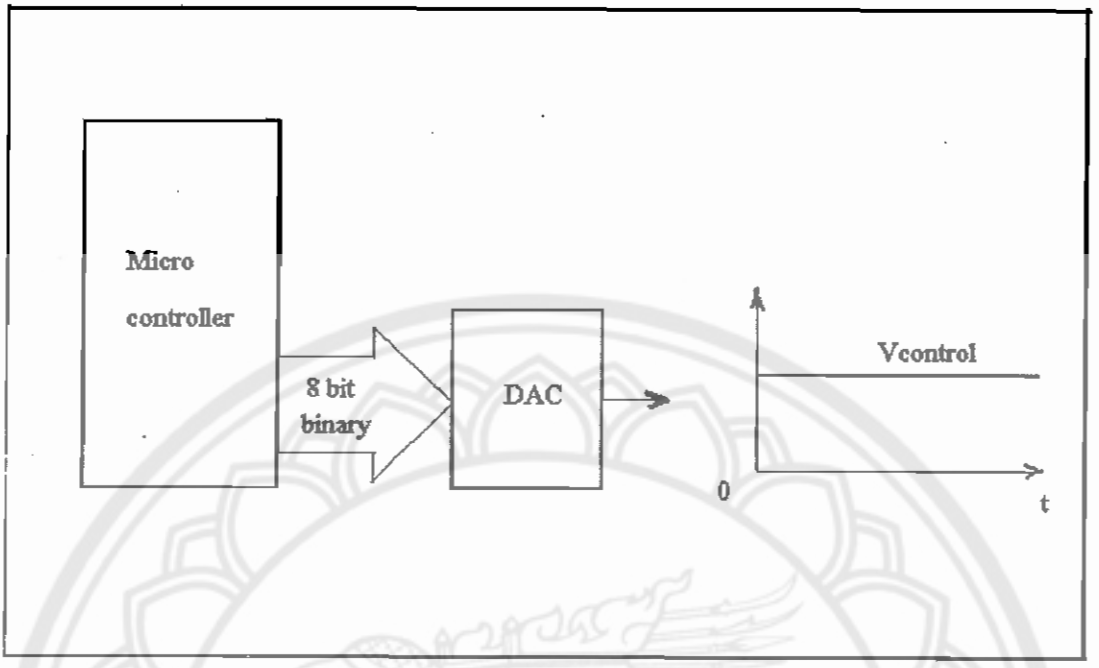
สัญญาณที่เป็นสัญญาณควบคุมสวิตซ์ในการเปิดหรือปิดนั้น สร้างขึ้นได้โดยการเปรียบเทียบสัญญาณภายในตัวคอมพาราเตอร์ ระหว่างแรงดันควบคุม ($V_{control}$) กับรูปคลื่นแบบฟันเลื่อยดังแสดงในรูปที่ 2.9 โดยความถี่ของรูปคลื่นฟันเลื่อยที่มีค่ายอด (peak) คงที่จะเป็นตัวกำหนดค่าความถี่ของการสวิตซ์ดังที่ได้กล่าวข้างต้น ความถี่ของพัลส์วิดธ์มอดูเลตจะคงที่และสามารถเลือกได้ในย่านตั้งแต่ 1 กิโลเฮิร์ต ถึง 100 กิโลเฮิร์ต

การเปรียบเทียบแรงดันระหว่าง $V_{control}$ กับรูปคลื่นฟันเลื่อยภายในตัวคอมพาราเตอร์ ซึ่งทำให้เกิดสัญญาณควบคุมพัลส์วิดธ์มอดูเลตนั้นพิจารณาได้ว่า เมื่อแรงดันควบคุม $V_{control}$ มีค่าสูงกว่ารูปคลื่นฟันเลื่อยสัญญาณควบคุมสวิตซ์จะอยู่สูง (High) ซึ่งทำให้สวิตซ์ปิด (on) ในทางกลับกันหาก $V_{control}$ มีค่าต่ำกว่ารูปคลื่นฟันเลื่อย สัญญาณควบคุมจะอยู่ด้านต่ำ (Low) สวิตซ์จะเปิด (off) จากค่าของแรงดันควบคุม (Vcontrol) กับค่ายอดของรูปคลื่นฟันเลื่อย (Vst) จะหาค่าดิวตี้ไซเคิลของสวิตซ์ได้จากสมาการที่ 2.7

$$D = \frac{t_{on}}{T_s} = \frac{Vcontrol}{V_{st}} \qquad (2.7)$$

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์กับการควบคุมสัญญาณ

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนที่เข้ามามีบทบาทในการควบคุมการทำงานวงจรอิเล็กทรอนิคส์ต่างๆ เป็นจำนวนมาก โดยเป็นอุปกรณ์ที่พัฒนาและออกแบบมาใช้ทดแทนไมโครโปรเซสเซอร์ในบางงานควบคุมที่การทำงานไม่ซับซ้อนมากนัก นอกเหนือจากการมีหน่วยประมวลผลกลาง หรือ ซีพียู (CPU) แล้วยังจะประกอบด้วยอุปกรณ์อื่นๆ เช่นหน่วยความจำรอม (ROM) และ แรม (RAM) พอร์ตอินพุต/เอาท์พุตแบบขนานและแบบอนุกรม รวมถึงวงจรนับและจับเวลาเป็นต้น บรรจุอยู่ภายในไอซีเพียงตัวเดียว ทำให้จำนวนของอุปกรณ์ไอซีที่ต้องนำมาประกอบเพื่อให้เป็นระบบควบคุมที่สมบูรณ์น้อยลง ดังนั้นจึงทำให้ลดความซับซ้อนของการออกแบบวงจรได้มากยิ่งขึ้น (ในส่วนรายละเอียดอื่นๆของไมโครคอนโทรลเลอร์จะไม่ขอกล่าวในส่วนนี้) การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์จะเกี่ยวข้องกับโปรแกรมที่ผู้ใช้งานได้โปรแกรมไว้ภายในหน่วยความจำที่มีอยู่ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำงานตามโปรแกรมนั้นๆ (ในส่วนของการนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมสัญญาณพัลส์วิดธ์มอดูเลตชัน (PWM) นั้นก็จำเป็นจะต้องเขียนโปรแกรมการทำงานให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เช่นกัน พิจารณาจากบลอคไดอะแกรมในรูปที่ 2.10 เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลที่เป็นตัวเลข 8 บิตไบนารี่ออกทางพอร์ตเอาท์พุต ข้อมูลดังกล่าวจะต้องผ่านไอซีดิจิตอลทูอนาลอกคอนเวอร์เตอร์ (DAC) ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณตัวเลขไบนารี่ 8 บิต เพื่อเป็นสัญญาณอนาลอกซึ่งจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามการกำหนดสัญญาณบิตตัวเลขที่ออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้โปรแกรมไว้ในตอนแรก สัญญาณเอาท์พุต V_o ที่ออกจากดีทูเอคอนเวอร์เตอร์นั้นจะเป็นแรงดันควบคุม ($V_{control}$) ที่จะต้องนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับสัญญาณรูปคลื่นฟันเลื่อยที่ตัวคอมพาราเตอร์นั่นเอง ดังนั้นสัญญาณพัลส์วิดธ์มอดูเลตที่ใช้ควบคุมสวิตช์บัคคอนเวอร์เตอร์จะถูกกำหนดโดยข้อมูลที่ออกจากพอร์ตเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์และสามารถควบคุมได้หลายโหมด โดยการโปรแกรมการใช้งานให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึเป็นตัวกำหนดดิวตี้ไซเคิลให้กับสวิตช์บัคคอนเวอร์เตอร์นั่นเอง



รูปที่ 2.10 บลอกไดอะแกรมของสัญญาณที่ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์