



รหัสวิชา 20104-2109



# หน่วยที่ 7

## เครื่องปรับอากาศ

### อินเวอร์เตอร์

LIVEWORKSHEETS



รหัสวิชา 20104-2109

## 7.1 ความหมายของอินเวอร์เตอร์



### 7.1 ความหมายของอินเวอร์เตอร์

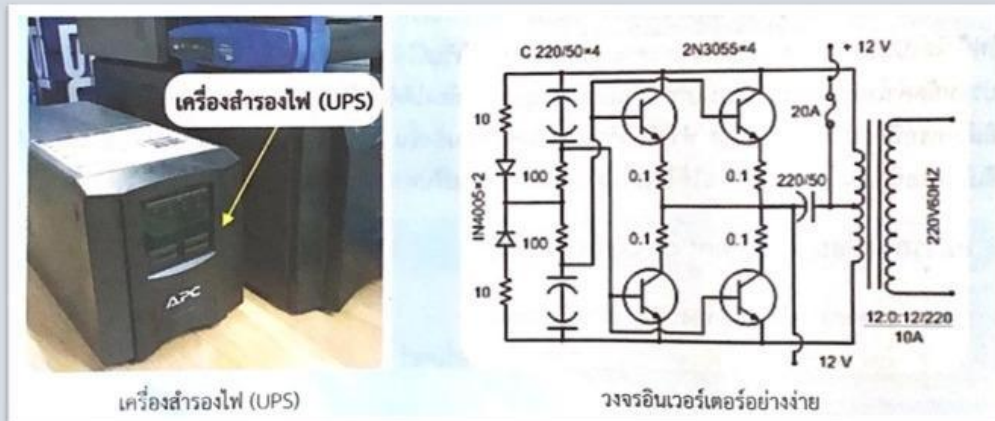
อินเวอร์เตอร์ (Inverter) คือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง จากนั้นแปลงไฟฟ้ากระแสตรงกลับไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบสามเฟสที่สามารถปรับแรงดันและความถี่ได้แล้วจ่ายให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบสามเฟส ทำให้สามารถควบคุมการทำงานให้มากหรือน้อยได้ การควบคุมแบบนี้เรียก in WF Control (Variable Voltage Variable Frequency)

#### 7.1.1 ข้อดีของอินเวอร์เตอร์

ตัวอย่างการทำงานของอินเวอร์เตอร์ ได้แก่ อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าสำรอง หรือที่เรียกว่า UPS (Uninterruptible Power Supply) เพื่อแก้ปัญหาไฟตก ไฟเกิน ไฟดับ และคลื่นรบกวน ช่วยป้องกันการเกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า โดยไฟฟ้าสำรองจะเก็บในแบตเตอรี่ ถ้าไฟฟ้ามดับ ระบบสำรองไฟจะเปลี่ยนมาใช้ไฟจากแบตเตอรี่ทันที โดยจะเข้าสู่อินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงนั้นให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดันและความถี่เหมือนไฟฟ้าบ้านป้อนเข้าสู่เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป



## รหัสวิชา 20104-2109



ตัวอย่างอินเวอร์เตอร์



## รหัสวิชา 20104-2109

อินเวอร์เตอร์ ถูกนำมาใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น โทรทัศน์ และระบบเซอร์โวควบคุมมอเตอร์ (Servo Motor) เพื่อลดการสูญเสียกำลังงาน การสูญเสียค่าไฟฟ้าเป็นสองช่วงคือ ช่วงแรกเมื่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเริ่มทำงาน (Start) จะมีค่ากระแสสตาร์ทสูงกว่าปกติ 5-8 เท่า และกระแสขณะทำงานปกติ (FullLoad) เช่น เครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 บีทียู 220 โวลต์ 6 แอมป์ ยังไม่รวมค่าสูญเสียต่าง ๆ ขณะสตาร์ท จะได้  $P = 220 \times 30$  แอมป์ = 6,600 วัตต์ เมื่อทำงานปกติจะได้  $P = 220 \times 6 = 1,320$  วัตต์ ถึงแม้ช่วงสตาร์ทใช้เวลา สั้นๆ ไม่เกิน 10 วินาที แต่เสียพลังงานไฟฟ้าสูงมาก และทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้าในสายไม่คงที่ (Unstable) ตอนมอเตอร์หยุดทำงานจะเกิดแรงดันไฟฟ้ากระชากชั่วขณะ (Spike) ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดความเสียหาย

อายุการใช้งานสั้นลง นี่คือการเกิดจากภายใน ปัญหาไฟกระชากจากภายนอกเกิดจากฟ้าผ่าในบริเวณใกล้เคียงหรือเกิดจากสายส่งของการไฟฟ้าที่ไฟดับและติดไฟใหม่อย่างกะทันหัน แนวทางแก้ไขโดยติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก (Surge Protection) และตรวจสอบการติดตั้งสายดินให้มีความถูกต้องปลอดภัย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ต้องต่อไฟจาก UPS จึงจะมีความปลอดภัย



### 7.1.2 การใช้อินเวอร์เตอร์ควบคุมมอเตอร์

1. การสตาร์ท โดยใช้สัญญาณตั้งความถี่สตาร์ท อินเวอร์เตอร์จะค่อยๆ เพิ่มความถี่ขึ้นไปจนกระทั่งมอเตอร์เริ่มหมุน
2. การเร่งความเร็วและทำงานด้วยความเร็วคงที่ หลังจากสตาร์ทแล้วความถี่จะค่อยๆ เพิ่มขึ้น
3. การลดความเร็ว อินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงมาเรื่อย ๆ ตามช่วงเวลาการลดความเร็วที่ได้ตั้งไว้ ความเร็วรอบมอเตอร์จะมากกว่าความถี่ของอินเวอร์เตอร์ มอเตอร์จะผลิตไฟจ่ายกลับไปให้อินเวอร์เตอร์ (Regeneration) ทำให้แรงดันไฟ DC มีค่าเพิ่มขึ้น ภายในอินเวอร์เตอร์จะมีวงจรรับพลังงานไฟนี้ทำให้เกิดการเบรกมอเตอร์ เรียกว่าวงจรเบรกคืนพลังงาน
4. การหยุดอินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงจนถึงระดับหนึ่งให้มอเตอร์ช้าลงแล้วตัดไฟ ACออกจากนั้นจะจ่ายไฟ DC ให้มอเตอร์เพื่อทำงานเป็นเบรกจนหยุด เรียกว่าการเบรกด้วยไฟกระแสตรง (DC Injection) ขดลวดสเตเตอร์จะสร้างสนามแม่เหล็กดูดโรเตอร์ให้หมุนช้าลงจนหยุดหมุนแล้วตัดไฟ DC ออก



รหัสวิชา 20104-2109

## 7.2 วงจรและการทำงานของ อินเวอร์เตอร์

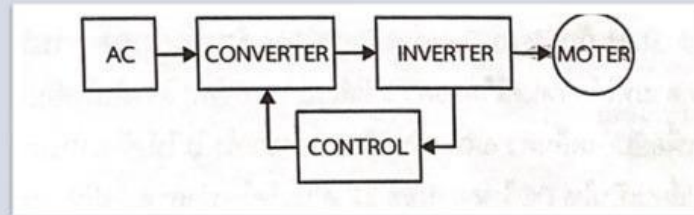




## 7.2 วงจรและการทำงานของอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์มีโครงสร้างภายใน 3 ส่วน คือ

1. คอนเวอร์เตอร์ (Converter) ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับจากแหล่งจ่ายไฟบ้านให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง
2. อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถเปลี่ยนแปลงแรงดันและความถี่ได้
3. การควบคุม (Control) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์ และอินเวอร์เตอร์



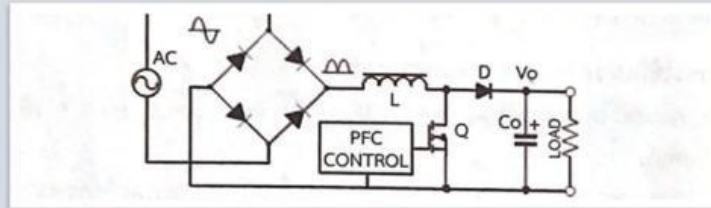
โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์





### 7.2.1 คอนเวอร์เตอร์

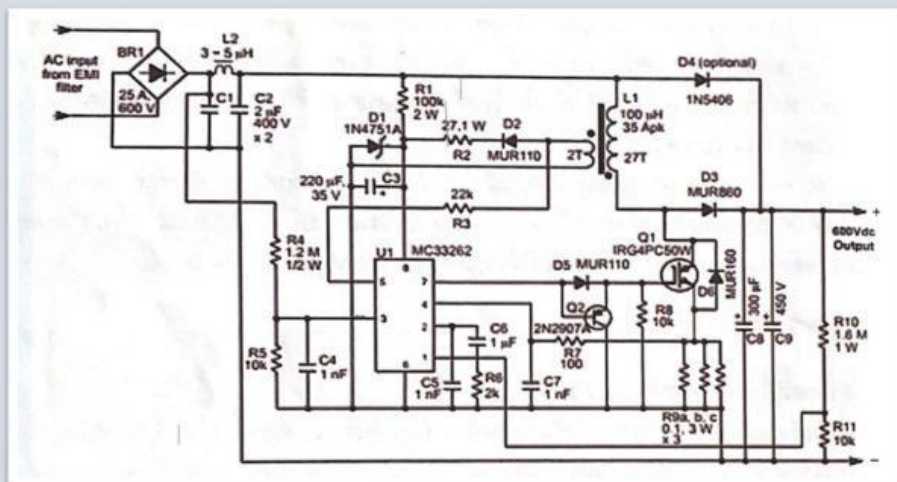
คอนเวอร์เตอร์ใช้วงจรแบบ PFC (Power Factor Correction) เปลี่ยนไฟ AC เป็น DC ให้แก่อินเวอร์เตอร์ เป็นนวัตกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับมอเตอร์ เพราะไฟฟ้าที่ออกจากวงจรนี้มีแรงดันและกระแสเกิดขึ้นพร้อมกัน (In phase) คือมีค่า P. F. เท่ากับ 1 ถ้ามีค่าน้อยกว่า 1 จะเกิดความสูญเสียพลังงาน ซึ่งใช้กันมานานแล้วในต่างประเทศ และในประเทศไทยเริ่มใช้อินเวอร์เตอร์บ้างแล้ว เช่น ตู้เย็น เครื่องซักผ้า เครื่องปรับอากาศ เครื่องเชื่อมไฟฟ้า และอื่น ๆ อาจเป็นเพราะความซับซ้อนหาช่างซ่อมยาก ถึงจะประหยัดไฟฟ้าแต่เสียค่าซ่อมแพงกว่า จึงไม่คุ้มค่าที่จะใช้



หลักการคอนเวอร์เตอร์แบบ Power Factor Correction  **LIVEWORKSHEETS**



# รหัสวิชา 20104-2109



วงจรคอนเวอร์เตอร์แบบ Power Factor Correction



## รหัสวิชา 20104-2109

วงจรคอนเวอร์เตอร์นี้ใช้ IC เบอร์ MC33262 เป็นตัวควบคุมแรงดันไฟเอาต์พุต (เบอร์อื่นก็มี) ตัว IC มี 2 วงจรคือ Quick Start กับ Zero Current Detector สำหรับกำหนดการเริ่มจ่ายไฟให้ IGBT ทำงานเพื่อเพิ่มแรงดันไฟเอาต์พุตตามที่ได้กำหนดไว้ด้วยความถี่สัญญาณ PWM แรงดันไฟอินพุตระหว่าง 88-264 VAC ถูกกรองด้วย EMI Filter เพื่อยับยั้งคลื่นความถี่สูงที่มากับแหล่งจ่ายไฟไม่ให้เข้าวงจรอาจทำให้เกิดความเสียหายได้ ผ่าน Bridge Diode เปลี่ยนเป็นไฟ DC ไหลผ่านขด L2 เป็นใช้ไฟฟากรองไฟให้เรียบ ป้องกันไฟกระชากจากสายเมนแล้วไปเข้า L1 เมื่อ IC ทำงานจากไฟที่ขา 3 ส่งสัญญาณ PWM จากขา 7 ไปขับขาเกตของ IGBT ให้นำและหยุดนำกระแสด้วยความถี่สูงได้คลื่นไฟบวกออกมาที่ 03 ซึ่งเป็นไดโอดความเร็วสูง (Fast Recovery Diode) และกรองให้เรียบด้วย C8 C9, D4 เป็นไดโอดธรรมดาให้ไฟบวกผ่านไปรวมกัน R10 R11 จัดแรงดันให้เหมาะสม ส่งให้ขา 1 ตรวจสอบแรงดันเอาต์พุตและรักษาค่านั้นไว้ ขด 2T ส่งแรงดันไฟฟ้าผ่าน R3 เข้าขา 5 เป็นวงจรเปิดการทำงานให้ได้ตามที่ตั้งไว้ ขา 4 ตรวจจับกระแสของ IGBT ถ้ากระแสเกินจะมีแรงดันตกคร่อม R9 ส่งให้ขา 4 เพื่อหยุดการทำงาน ขา 8 เป็นไฟเลี้ยง 12V-28 V



## รหัสวิชา 20104-2109

EMI Filter เป็นอุปกรณ์กรองสัญญาณความถี่สูง ถ้ามีปริมาณน้อยก็ใช้แกนเฟอร์ไรต์หุ้มสายไว้ถ้ามีปริมาณมากก็ใช้ลวดทองแดงพันรอบแกน มีตัวเก็บประจุค่าน้อย ๆ ต่อร่วมในวงจรเพื่อบายพาสสัญญาณ ทิ้งไป มีวารีสเตอร์ต่อคร่อม L กับ N ถ้ามีแรงดันกระชากสูงเกินไปวารีสเตอร์ก็จะลัดวงจรให้ฟิวส์ขาด ต้องเปลี่ยนฟิวส์และวารีสเตอร์ด้วย

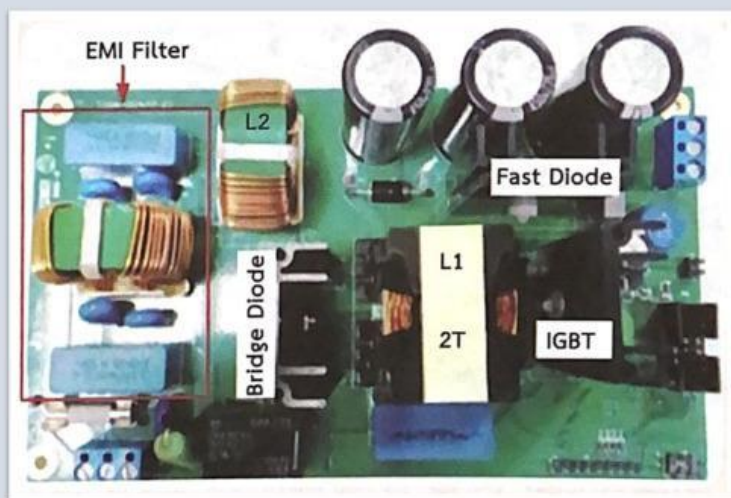


อุปกรณ์กรองสัญญาณความถี่สูง

LIVEWORKSHEETS



## รหัสวิชา 20104-2109



คอนเวอร์เตอร์แบบ Power Factor Correction



## รหัสวิชา 20104-2109

ไอจีบีที (GBT (Insulated Gate Bipolar Transistors) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (Power Transistor) ที่สามารถควบคุมให้นำกระแสและหยุดนำกระแสได้โดยการควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่ขาเกต ใช้หลักการทำงานของ Junction Transistor (BJT) และ Field Effect Transistor (MOSFET) การนำคุณสมบัติที่ดีของทรานซิสเตอร์สองชนิดจากการมีค่า Input impedance และ Switching speeds ที่สูงของ MOSFET กับการมีค่าแรงดันอิ่มตัวที่ต่ำของ BJT มาสร้างทรานซิสเตอร์รูปแบบใหม่ที่มีกระแส Collector-Emitter สูง สามารถขับโหลดขนาดใหญ่ได้ และกระแสที่ใช้ขับ Gate ที่ต่ำมาก ทำให้ออกแบบวงจร Gate driver จากสัญญาณ PWM ควบคุมการเปิดปิด IGBT ได้ง่าย