เครื่องควบคุมอินดั๊กชั่นมอเตอร์เฟสเดียว

SINGLE PHASE INDUCTION MOTOR SPEED CONTROLLER

โดย

นายจุฑา มลิวัลย์

นายสมบัติ ศีลสังวรณ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2534

008440

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2534

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
สาขาวิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง

เครื่องควบคุมอินดักชั่นมอเตอร์เฟสเดียว
SINGLE PHASE INDUCTION MOTOR SPEED CONTROLLER

ผู้จัดทำ

1. นายจุฑา มลิวัลย์ 33.161204

2. นายสมบัติ ศิลสังวรณ์ 33.161130

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์สิงห์ทอง พัฒนเศรษฐานนท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์

เครื่องควบคุมความเร็วอินดั๊กชั่นมอเตอร์

นักศึกษา

นายจุฑา มลิวัลย์

นายลมบัติ คิลสังวรณ์

ระดับการศึกษา

อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา

พ.ศ. 2534

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้กล่าวถึง การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำหนึ่งเฟส 1/4 แรงม้า ซึ่งได้สร้างและทำการทดลองด้วยวิธีการควบคุม ความถี่ของไฟที่ป้อนให้มอเตอร์ ทั้งนี้ได้นำเสนอขั้นตอนต่างๆในการทดสอบ รายละเอียดของวงจร ตลอดจนคุณลมบัติต่างๆของวงจรอันจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาต่อไป

จากโครงงานทั้งหมดได้แบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วนคือ

1. โครงงานภาคแรกเป็นการออกแบบสร้าง วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์ซึ่งประกอบด้วยวงจรหลัก 3 วงจร

1.1 ภาค oscillater เป็นวงจร rc phase shifter ooscillater

1.2 ภาค pulse width modulation

1.3 ภาค protection transister และ drive moter

2. โครงงานภาคที่ 2 ประกอบไปด้วย การดัดแปลงมอเตอร์เป็น 2 เฟสและสามารถกลับทิศทางการหมุนได้ ภาคแสดงผลเป็นตัวเลข ภาค protection และสามารถนำไปใช้งานขับมอเตอร์กระแสสลับได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title

SINGLE PHASE INDUCTION MOTOR SPEED CONTROLLER

Name CHUTA MALIWAN

SOMBAT SINSONGWON

Thesis Advisor

SINGTONG PATTANASETTHANON

Curriculum

BACHELOR DEGREE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

IN INDOUSTRIAL INSTRUMENTATION TECHNOLOGY

Academic Year

1991

Abstract

This research mentions to the single phase induction motor speed controlling. It is produced by controlling the frequency of PWM (pulse width modulation) pulses to motor.

This project is classificated to two part.
The first one talk about designing the control unit.It consists of three main circuits; oscillator circuit; PWM circuit ; transistor protection and inverter circuits.

The second one talk about three main circuit ; display circuit.;softstart and protection ; the new mosfet inverter.

When we make together,it can be drive motor completely.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

การใช้มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว นิยมใช้กันมาก เพราะมอเตอร์ชนิดนี้ราคาถูก แข็งแรง และ บำรุงรักษาน้อย แต่อย่างไรก็ตามในกรณีต้องการเปลี่ยนแปลงความเร็วมากๆ โดยให้มีแรงบิดคงที่นั้น เราไม่สามารถปรับเฉพาะแรงดันเข้าของมอเตอร์ได้ แต่จะต้องปรับความถี่ให้เหมาะสมด้วย เพื่อให้ค่าอัตราส่วนระหว่างแรงดันและความถี่คงที่ สำหรับมอเตอร์กำลังต่ำนั้นอาจใช้อินเวตเตอร์แบบทรานซิสเตอร์หรือใช้มอสเฟส ก็ได้ ซึ่งทั้งสองแบบก็มีข้อดีแตกต่างกันไป

วงจรที่นำมาใช้ในที่นี้เป็นอินเวตเตอร์แบบ pwm ที่ใช้ทรานซิสเตอร์และปรับปรุงเป็นแบบ มอสเฟส เพราะสามารถลดปัญหาการทำงานพร้อมกันได้ซึ่งเป็นสาเหตที่ทำให้ทรานซิสเตอร์กำลังเสียหาย

โครงการนี้กล่าวถึงหลักการออกแบบวงจร pwm ,วงจรอินเวตเตอร์และสมรรถภาพต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ.....1

Abstract.....2

บทที่ 1 บทนำ.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีเบื้องต้น.....5

2.1 มอเตอร์เฟสเดียว.....6

2.2 มอเตอร์ 2 เฟส.....17

2.3 power mosfet.....21

2.4 การลด harmonics.....29

บทที่ 3 ภาคปฏิบัติ.....30

3.1 Rc phase shifter variable sinusoidal oscillater.....32

3.2 Pwm.....42

3.3 ภาค control.....48

3.4 อินเวิตเตอร์และภาค drive 1).....49

3.5 อินเวิตเตอร์และภาค drive 2).....57

3.6 soft start.....59

3.7 ภาค protection และ ภาค แสดงผล.....61

3.8 คู่มือการใช้เครื่อง.....64

บทที่ 4 ผลการทดลองและสรุปงานวิจัย.....65

กิตติกรรมประกาศ.....71

เอกสารอ้างอิง.....72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว(single phase induction motors)

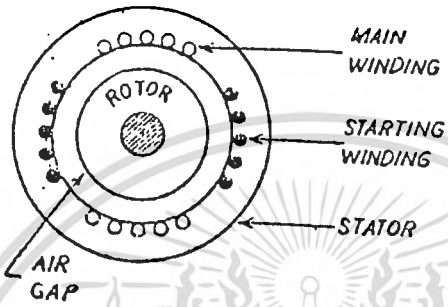
มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว เป็นมอเตอร์ที่มีโครงสร้างและหลักการทำงานในการที่ทำให้มันหมุนได้คล้ายกับมอเตอร์เหนี่ยวนำหลายเฟส จะแตกต่างกันตรงที่ตัวอยู่กับที่มีการพันขดลวดเป็นแบบเฟสเดียวและได้รับไฟจากไฟเฟสเดียวกันด้วย ดังนั้นจึงทำให้เกิดสนามแม่เหล็กสลับกันไปมาขึ้ที่ตัวอยู่กับที่ซึ่งไม่ใช่สนามแม่เหล็กที่ความเร็ว synchronous เหมือนอย่างกับพวกที่มีการพันแบบสองเฟสหรือสามเฟส จากเหตุผลนี้จึงทำให้เส้นแรงแม่เหล็กที่สลับไปมานี้ไม่สามารถที่จะทำให้เกิดแรงหมุนขึ้นได้ในขณะที่ตัวหมุนยังหยุดอยู่ นี้คือเหตผลว่าทำไมมอเตอร์เฟสเดียวจึงไม่มีแรงบิดเริ่มแรกในตัวของมันเอง

อย่างไรก็ดีถ้าหากว่าตัวหมุนถูกทำให้หมนไปด้วยมือหรือวิธีการใดในทิศทางใดทิศทางหนึ่งแล้วย่อมทำให้เกิดแรงบิดและอัตราเร่งเกิดขึ้นกับมอเตอร์นั้นจนกระทั่งมีความเร็วเต็มที่ได้

ตัวหมุน(rotor)ของมอเตอร์แบบนี้ส่วนใหญ่เป็นแบบกรงกระรอก (squirrel cage) ส่วนทางตัวอยู่กับที่นั้นก็มีการพันขดลวดตัวนำผิดแผกแตกต่างกันไปบ้างแล้วแต่ชนิดของมอเตอร์ การที่กล่าวว่ามอเตอร์เฟสเดียวมีโครงสร้างและหลักการทำงานในการที่ทำให้มันหมุนได้คล้ายกับมอเตอร์เหนี่ยวนำหลายเฟสนั้นหมายความว่ามอเตอร์แบบนี้มีทั้งตัวอยู่กับที่และตัวหมุนโดยที่ตัวอยู่กับที่นั้นจะมีการพันขดลวดเพื่อทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนในชั่วขณะเริ่มแรกหรือมีอยู่ตลอดไปก็ได้โดยอาศัยอุปกรณ์ช่วยอื่นๆ เช่น ขดเริ่มทำให้หมุน (starting winding) หรือตัวประจุ (capacitor) ต่อร่วมกับขดทำให้หมุนหรืออาจทำให้เกิดสนามแม่เหล็กเลื่อนหรือเคลื่อนที่ไปรอบหรือเคลื่อนที่ไปรอบหรือเกิดสนามแม่เหล็กโดยอาศัยคุณสมบัติของตัวอยู่กับที่ร่วมกันได้ ส่วนตัวหมุนนั้นก็อาจเป็นโครงกระรอกหรืออาจไม่เป็นก็ได้แต่ก็ต้องเป็นตัวที่จะทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ที่แยกเฟสออกจากกัน(split phase motor) โครงสร้างของมอเตอร์ประกอบด้วย



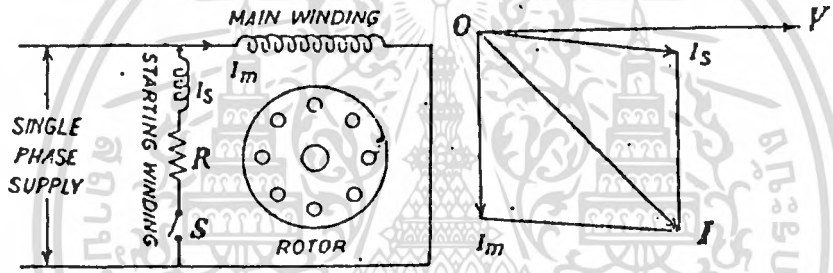
1. ตัวที่อยู่กับที่ (stator)มีขดลวดอยู่ 2 ชุด ชุดหนึ่งมีไว้สำหรับใช้งานตามปรกติ เรียกว่าชุดสำหรับวิ่ง (running winding or main winding) ขดขดลวดชุดนี้มีความต้านทานต่ำแต่ reactance สูงกว่าชุดสำหรับทำให้มอเตอร์หมุน โดยที่มีขนาดเส้นลวดใหญ่กว่าชุดหมุน ชุดสำหรับวิ่งหรือใช้งานนี้เป็นชุดหลักที่มีไฟผ่านอยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นขณะเริ่มหมุนที่แรกหรือว่าขณะที่ทำงานปรกติ ชุดที่สองเป็นชุดสำหรับเริ่มทำให้หมุน (starting winding) ขดลวดชุดนี้พันไว้ที่ตัวอยู่กับที่เช่นกัน แต่ว่าให้ลงในช่อง (slot) เป็นมุมห่างไปจากขดหลัก 90 ° ไฟฟ้า ทั้งนี้เพื่อทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนขึ้นในขณะเริ่มแรกชุดนี้มีความต้านทานของขดลวดตัวนำสูงแต่ว่า reactance ต่ำและเส้นลวดมีขนาดเล็กขดลวดชุดนี้ต่ออนุกรมกับสวิทช์หนีศูนย์กลาง (centrifugul switch) แล้วจึงนำไปต่อขนานกับชุดสำหรับวิ่ง ถ้าไม่ใช้สวิทช์หนีศูนย์กลางก็อาจใช้ relay เป็นตัวตัดขดเริ่มทำให้หมุนหรือขดช่วยทำให้หมุน (starting winding or auxilialy winding) ก็ได้ ดังเช่นที่ใช้กับมอเตอร์อัดน้ำยา (compressor) ของตู้เย็นหรือเครื่องปรับอากาศก็ได้ โดยปรกติแล้วมอเตอร์ที่ใช้อัดน้ำยาของตู้เย็นหรือเครื่องปรับอากาศที่ใช้กับไฟเฟสเดียวนั้นจะใช้ตัวประจุต่ออยู่ด้วย ซึ่งจะได้กล่าวอีกทีหนึ่ง

2. ตัวหมุน (rotor) เป็นแบบกรงกระรอกธรรมดาซึ่งอาจจะมี 2 กรงซ้อนกันหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรงเดียวก็ได้แล้วแต่จุดประสงค์ของการใช้งาน ตัวนำที่ฝังอยู่ในตัวหมุนเป็นรูปกรงกระรอกนี้ อาจจะฝังเฉียงๆ (skew) ก็ได้ ที่แกนของตัวหมุนมีสวิทช์หนีศูนย์กลางติดอยู่ด้วย ทั้งนี้เพื่อตัดขดเริ่มทำให้หมุนออกไปหลังจากที่มอเตอร์มีความเร็วประมาณ 75 % ของ synchronous

วงจรของมอเตอร์ชนิดนี้ดูได้ ดังรูป จะพบว่ามีความต้านทานที่มีค่าสูงอีก 1 ตัวต่ออนุกรมเข้ากับขดทำให้หมุน (starting winding) ความต้านทานนี้อาจไม่ต้องใช้ก็ได้ ถ้าหากว่าความต้านทานของขดเริ่มทำให้หมุนมีค่าสูงพอ



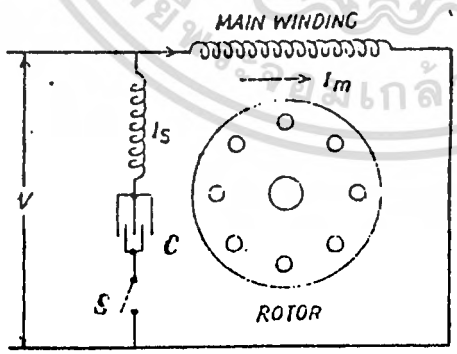
จากคุณลมบัติของขดลวดทั้งสองที่กล่าวมาแล้ว จึงทำให้กระแส I_s และ I_m มีมุมแตกต่างกันเกือบ 90 ° ดังรูป กระแส I_m มาทีหลัง (lag) แรงเคลื่อนไฟ V ไปเป็นมุมเล็กน้อย ทั้งนี้เพราะค่าความต้านทานสูงกว่าค่า reactance มาก ฉะนั้นจึงทำให้กระแส I_s เกือบทับกับ V แต่ว่ากระแส I_m อันเนื่องมาจากขดหลัก (main winding) นั้นมีค่าความต้านทานต่ำแต่ reactance สูง ดังนั้นจึงทำให้ I_m มาทีหลัง V เกือบ 90 ° เมื่อเป็นเช่นนั้นจึงทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนขึ้น เพื่อใช้ในการเริ่มหมุนของมอเตอร์ ส่วนสวิทช์หนีศูนย์กลาง S นี้จะทำหน้าที่ตัดไฟของขดเริ่มหมุน (starting winding) ออกไป หลังจากที่มอเตอร์วิ่งได้เกือบใกล้ความเร็วพิกัด หรือประมาณที่ 75 % ของความเร็วที่ synchronous

มอเตอร์แบบนี้มีแรงบิดเริ่มแรกประมาณ 1 ถึง 2 เท่าของแรงบิดที่พิกัด โดยใช้กระแสเริ่มแรกตั้งแต่ 5 ถึง 7 เท่า ของกระแสที่พิกัด จึงทำให้เหมาะสมในการใช้งานกับเครื่องกลึงชนิดเล็ก ตัวแยกโดยอาศัยแรงหนีศูนย์กลาง (centrifugul separators)และตัวเป่า (blower) เหล่านี้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศทางการหมุนของมอเตอร์เหล่านี้กลับทิศได้โดยการสลับขั้วต่อไฟของชุดใดชุดหนึ่งจาก 2 ชุดนั้น (แต่ไม่ใช่สลับทั้งสองชุด) หลังจากนั้นจึงจ่ายไฟกับขดทั้งลอง ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนกลับทิศ มอเตอร์แบบนี้บางทีเรียกว่า " มอเตอร์ที่เริ่มหมุนโดยใช้ความต้านทาน " นอกจากมอเตอร์ที่กล่าวข้างบนแล้ว ยังมีมอเตอร์แบบแยกเฟสที่อาศัย capacitor-start capacitor run ดังนั้นเพื่อแยกให้เห็นถึงความแตกต่างของมอเตอร์ทั้งสองชนิดนี้จึงแยกได้ดังต่อไปนี้

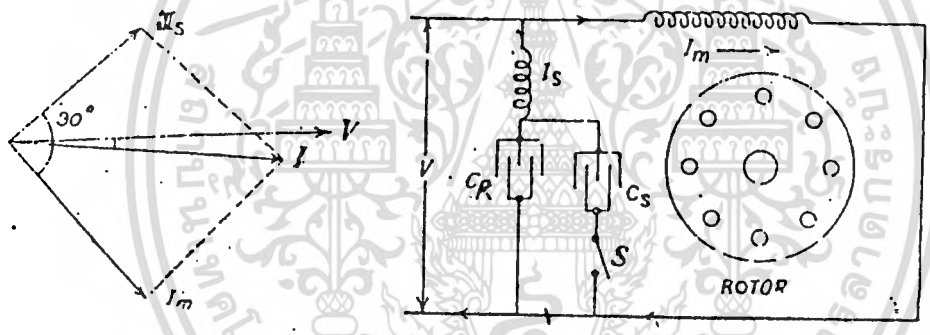
<u>มอเตอร์ชนิดเริ่มหมุนด้วยตัวประจุและวิ่งด้วยการเหนี่ยวนำ</u> (capcitor start induction-run motor)มอเตอร์แบบนี้ก็มีโครงสร้างคล้ายกันกับแบบแรกต่างกันที่ว่ามอเตอร์แบบนี้ทำให้กระแส I_s และ I_m มีเฟสแยกกันโดยใช้ตัวประจุหรือตัวควบแน่น (capacitor or condensor) ต่ออนุกรมเข้ากับขดเริ่มทำให้หมุน (starting winding) ดังรูปตัวประจุไฟฟ้าที่ใช้นี้เป็นชนิดสารละลาย (eletrolytic) ดังนั้นจึงต้องต่อขั้วบวกและลบให้ถูกต้องด้วย ตัวเก็บประจุนี้จะโดนตัดออกโดยสวิทช์หนีศูนย์กลางหลังจากที่มันมีความเร็วประมาณ 75 % ของความเร็วที่ synchronous ตัวประจุนี้ติดอยู่ที่เปลือกหรือแยกออกต่างหากจากตัวโอเตอร์ก็ได้



กระแส I_m นี้มาทีหลัง V เป็นมุมใหญ่มุมหนึ่งในขณะเดียวกัน I_s มาก่อน V เป็นมุมเช่นกัน ดังนั้นจึงทำให้ได้กระแสลัพธ์ I เกือบตั้งฉากกับ V ดังนั้นจึงทำให้แรงบิดเริ่มแรกสูง ซึ่งทำให้เหมาะสมที่จะนำไปขับตัวอัด (compressor) ปั๊มเครื่องผสมเหนียว (dough mixers)และอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
008440

มอเตอร์ชนิดที่ใช้ตัวประจุทั้งในขณะเริ่มแรกและในขณะวิ่งหรือทำงานตามปรกติ (capacitor start capacitor run motor) มอเตอร์แบบนี้มีตัวประจุไฟ 2 ตัว คือ C_s,C_r ตัว C_s ซึ่งใช้เป็นตัวทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนนี้ มีความจุเกือบ 3 เท่าของ C_r ซึ่งใช้สำหรับวิ่งและเป็นตัวประจุแบบ paper ตัว C_s นี้จะโดนตัดออกไปโดยอัตโนมัติ หลังจากที่มอเตอร์หมุนได้ใกล้เคียงความเร็วที่พิกัด ในการตัด C_s นั้นนอกจากใช้สวิทช์หนีศูนย์กลางเป็นตัวตัดแล้ว ก็อาจใช้ current coil relay เป็นตัวตัดโดยการใช้ C_r ที่เหมาะสมจึงทำให้กระแส I_s และ I_m แตกต่างกันเกือบ 90° ซึ่งทำให้เหมือนกับว่ามอเตอร์นั้นได้รับไฟจาก 2 เฟส



ข้อดีของการต่อตัวประจุขนาดเล็กไว้ในวงจรของมอเตอร์ก็คือ

1. ทำให้ลามารถทน over load ได้ดีขึ้น
2. มีตัวประกอบกำลัง (p.f.) สูงขึ้นกว่าเดิม
3. ทำให้วิ่งได้เงียบกว่าซึ่งเป็นสิ่งที่ปรารถนามากในการใช้ในห้องทดลอง

ค่าสลิปและความถี่ของกระแสตัวหมุน

ได้มีการกำหนดค่าจำกัดความของความเร็วซิงโครนัสมอเตอร์ ;Ns

$$Ns=120f/P$$

เมื่อ f คือ ความถี่ของไฟที่ป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P คือ จำนวนขั้วของแม่เหล็กที่ตัวอยู่กับที่

ความเร็วที่สภาวะใดๆ สามารถเขียนเป็นความความสัมพันธ์กับความเร็วที่ซิง-โครนัส ดังนี้คือ

$N_r=(1-s)N_s$: s คือ สลิป ; $s=(N_s-N_r)/N_s$

สภาวะที่มอเตอร์หยุดนิ่ง สนามแม่เหล็กหมุนที่เกิดจากตัวอยู่กับที่จะมีความเร็วสัมพันธ์เท่ากับความเร็วของสนามแม่เหล็กที่ตัวอยู่กับที่ ดังนั้นภาวะนี้ความถี่ของกระแสที่ตัวอยู่กับที่จะมีค่าเท่ากับความถี่ของกระแสที่ตัวหมุน ที่สภาวะที่ความเร็วซิงโครนัสที่สภาวะนี้โรเตอร์จะให้หมุนและ ความ๔ของกระแสที่ตัวหมุน จะเป็นศูนย์ที่สภาวะความเร็วใดๆ ความถี่ของกระแสที่ตัวหมุนจะขึ้นอยู่กับค่าสลิป ดังนั้นเราสามารถเขียนสมการของสลิปใหม่ได้ว่า

$s= Ws-Wm/Ws$

เมื่อ W =ความเร็วของโรเตอร์ที่ภาวะใดๆ มีหน่วยเป็น rad/sec เราสังเกตเห็นว่า

$Ws= W.2/P$

เพราะว่าความเร็วสัมพันธ์ระหว่างตัวหมุนและสนามแม่เหล็กหมุนที่เหนี่ยวนำโดยตัวอยู่กับที่เป็น Ws-Wm

ความเร็วเชิงมุม (Wr) = P.(Ws-Wm)/2

$Wr = sW\ P/2 = sW$ หรือ $fr = sf$

fr = ความถี่ของกระแสที่ตัวหมุน: f = ความถี่ของกระแสที่ตัวอยู่กับที่

วงจรสมมูลย์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

จากหัวข้อที่แล้วเราพบว่าความถี่ของกระแสที่ตัวหมุน(f2) ก็คือค่าสลิปคูณกับความถี่ของกระแสที่ตัวอยู่กับที่(f1)

$f2= sf1$

เราลามารถแสดงค่าของรีแอคแตนซ์ที่ตัวหมุน(x') ที่ความถี่ใดๆ ในเทอมของรีแอคแตนซ์ขณะที่ตัวหมุนอยู่กับที่ได้คือ $x2' =sx2$

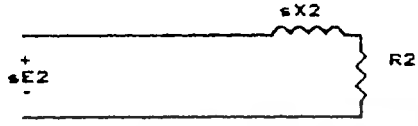
จากสมการของทรานฟอเมอร์ $E= 4.44fn\phi_m$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำจะได้ศักดาเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นที่ตัวหมุนคือ

$$E2' = 4.44sfn\phi_m = sE2$$

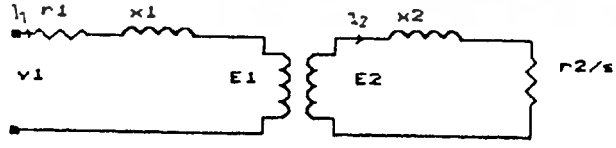
เราสามารถเขียนไดอะแกรมของวงจรสมมูลย์ได้ดังนี้



ซึ่งเราสามารถเปลี่ยนแปลงดังรูป ได้โดยผลของสมการต่างๆซึ่งเหมือนเดิม

จากรูปเราสามารถเขียนสมการของกระแสที่ตัวหมุนได้ คือ

$$I2 = sE2/(\sqrt{r_2^2 + (sx_2)^2}) = E2/(\sqrt{(r_2/s)^2 + x_2^2})$$



เพราะเราสามารถมองมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำว่า มีคุณสมบัติเสมือนหม้อแปลง เราจึงสามารถจะเทียบขดลวดปฐมภูมิได้กับตัวอยู่กับที่ ขณะที่ขดลวดทุติยภูมิเทียบได้กับตัวหมุนของมอเตอร์หากเพราะหม้อแปลงจะมีการเหนี่ยวนำผ่านแกนเหล็ก ขณะที่มอเตอร์นั้นเหนี่ยวนำผ่านช่องอากาศทำให้ แม็กนีไตซิ่งรีแอคแตนซ์ x_m มีค่าน้อยเมื่อเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับของหม้อแปลง(ไม่นำมาพิจารณาได้)

1) ถ้าจะพิจารณาถึงอัตราส่วนระหว่างตัวหมุนและตัวอยู่กับที่

$E2/E1=Kw2N2/Kw1N1$

Kw1=แฟคเตอร์การพันของตัวอยู่กับที่

Kw2=แฟคเตอร์การพันของตัวหมุน

สำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำที่มีโรเตอร์แบบกรงกระรอก จำนวนขด/เฟส = P/4 เมื่อ P เป็นจำนวนขด/เฟส

2) ถ้าพิจารณาถึงแรงทางแม่เหล็ก(megnetomotive force : mmf)

F1 : mmf ที่ตัวอยู่กับที่ = $0.9m1.Kw1.n1.I1/P$

F2 : mmf ที่ตัวหมุน = $0.9m2.Kw2.n2.I2/P$

m1,m2 คือ จำนวนของ phase ที่ตัวหมุนและตัวอยู่กับที่ กรณีที่มี phase เดียวกัน m1 = m2 = m จากความจริงที่ว่า mmf ที่เหนี่ยวนำสู่ตัวหมุนมีค่า = mmf ที่เกิดขึ้นทางตัวอยู่กับที่เราจะได้ผลตามมาว่า

$0.9m2\ Kw2\ n2\ I2/P = 0.9m1\ Kw1\ n1\ I1/P$

$I2' = [m2Kw2n2/(m1Kw1n1)]I2$

ค่าในวงเล็บเราให้คำจำกัดความเป็น อัตราการแปลง(transformation ratio) :t เพราะฉะนั้นเขียนได้ว่า

$I2'=t(m2/m1)I2$

ยิ่งกว่านั้นเรายังทราบอีกว่า โวลท์-แอมป์/เฟส ของตัวอยู่กับที่ ต้องเท่ากับ โวลท์-แอมป์/เฟส ที่ตัวหมุน

เพราะฉะนั้น $m1.E2'I2' = m2.E2.I2$

$E2' = (Kw1/Kw2)(n1/n2)E2 = E1$

$E2' = E1 = E2/t$

3) ถ้าเราพิจารณากำลังสูญเสียจะพบว่าที่ตัวอยู่กับที่และตัวหมุนจะมีค่าเท่ากัน

$m1.I_2^2.r2' = m2.i_2^2.r2$

r_2' คือ ความต้านทานที่ตัวหมุนเมื่อแปลงมาอยู่ทางด้านตัวอยู่กับที่.

$r2'=(m1/m2).r2/t$

และพลังงานสะสมทางแม่เหล็กขณะที่ไม่หมุนจะได้เปลี่ยนแปลงนั้นคือ

$[m1L2'I2'^2]/2 = [m2.L2.I2^2]/2$

แทนค่า $L = jwx$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ไม่รวมถึงการดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$x2'=(m11/m2).x2/t^2$$

เราจึงสรุปได้ว่า

1) E2'=E2/t :ศักดาตัวหมุนเมื่อแปลงไปด้านตัวอยู่กับที่

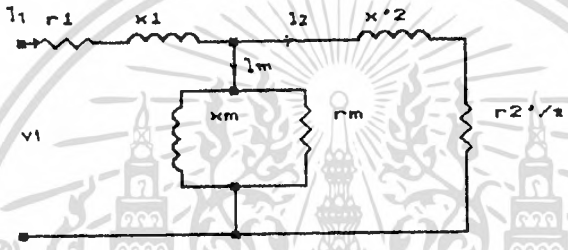
2) I2'=(m2/m1)I2.t :กระแสตัวหมุนเมื่อตัวแปลงไปด้านตัวอยู่กับที่

3) r2'= (m1/m2)r2/t^2 :ความต้านทานตัวหมุนเมื่อแปลงไปด้านตัวอยู่กับที่

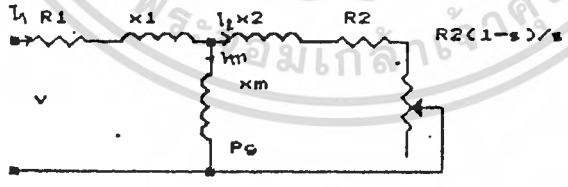
4) x2'= (m1/m2)x2/t^2 :รีแอคแตนซ์ตัวหมุนเมื่อแปลงไปด้านตัวอยู่กับที่

จาก r2'/s = r2' + r2'.(1-s)/s

เราสามารถนำวงจรสมมูลย์เดิมมาเขียนใหม่ให้สมบูรณ์ได้เป็น



การทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำที่ความถี่คงที่ จากวงจรสมมูลย์ของมอเตอร์



V : ศักดาป้อนเข้า(voltage supply)

R1: ความต้านทานที่ตัวอยู่กับที่

x1: รีแอคแตนซ์ที่ตัวอยู่กับที่

I1: กระแสที่ตัวอยู่กับที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I2: กระแสที่ตัวหมุน

Im: กระแสแม่เหล็ก(magnetining current)

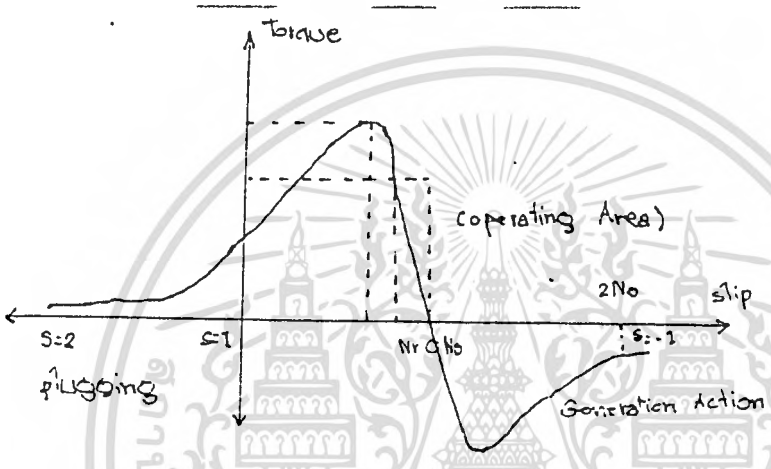
Xm: แมกเนไตซิ่ง รีแอคแตนซ์(magneting reactance)

R2: ความต้านทานที่ตัวหมุน

R2(1-s)/s: โหลดสมมูลย์

s : สลิป (slip)

Pg:พลังงานที่ช่องอากาศ(air gap power)



TL คือ ทอร์คขณะที่ใช้งาน(rated load torque) เมื่อมอเตอร์มีความเร็ว= Nr ถ้ามอเตอร์มีความเร็วเกิน Ns แล้วมอเตอร์จะวิ่งด้วย slip ที่เป็นลบ และจะทำงานในลักษณะของเครื่องจ่ายไฟ

ถ้ามอเตอร์หมุนกลับทิศทาง slip จะมากกว่า 1 มอเตอร์จะทำงานในย่านนี้ถ้ามีการกลับขั้วภายใต้สภาวะนี้เครื่องจักรจะหยุด แต่ถ้าเราให้ศักดาป้อนเข้าต่อไปอีกมอเตอร์ก็จะหมุนกลับทิศทางเราเรียกสภาวะนี้ว่า plugging

จากรูป

Pg : พลังงานที่ถ่ายทอดไปยังช่องอากาศ = $3I^2R/s$

พลังงานสูญเสียในลวดทองแดง(copper loss) :$3I^2$

Pint: พลังงานที่เกิดขึ้นที่มอเตอร์ =(1-s)Pg

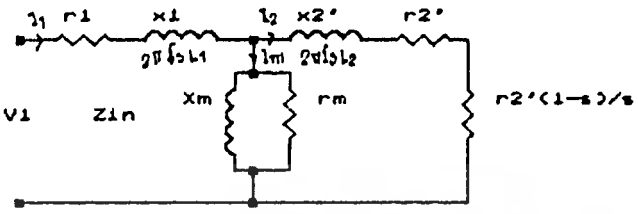
ทอร์คเหนี่ยวนำที่มอเตอร์ (internal eletromagnetic torque)

Tint = Pint/(1-s)ws=Pg/ws

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลมบัติของมอเตอร์เหนี่ยวนำเพื่อเปลี่ยนความถี่

วงจรสมมูลย์มอเตอร์ กระแสสลับเหนี่ยวนำ



จากวงจรสมมูลย์ zin =[R1+R2/s]+2πfs(L1+L2)

ถ้า v ที่ป้อนเข้ามอเตอร์คงที่ เมื่อความถี่(fs)ลดลง zin ก็จะลดลง เพื่อให้ศักดาคงที่ เพราะ ฉะนั้น I2 จะเพิ่มขึ้น

ดังนั้นสำหรับการทำงานแบบเปลี่ยนแปลงความถี่ ศักดาไฟฟ้าและความถี่จะต้องเปลี่ยนแปลงในอัตราส่วนที่เหมาะสม(v/f คงที่) เพื่อรักษาให้มีค่าคงที่

พลังงานที่เกิดที่มอเตอรีและทอร์คเป็นฟังชั้นกระแส I2 zinจะไม่เปลียนแปลงค่าตามความถี่เมื่อ fs< 5(R1+R2)/π(L1+L2) ที่ความถี่สูงมาก zin จะแสดงตัวเป็น induction impedance เพราะฉะนั้นศักดาไฟฟ้าจะต้องเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นสัดส่วนกับความถี่เพื่อให้ทอร์คคงที่

แต่ที่ความถี่ต่ำค่าความต้านทานจะมีผลเพิ่มขึ้นต่อ zin เพราะฉะนั้น zinจะเปลี่ยนแปลงในอัตราส่วนที่น้อยกว่าเดิม จะเห็นว่า อัตราส่วนของศักดาต่อความถี่ที่ความถี่ต่ำจะสูงกว่าที่ความถี่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอซีมอเตอร์แบบสองเฟส

เอซีมอเตอร์แบบสองเฟสมักจะใช้กันโดยทั่วไปในระบบคอนโทรลที่ต้องการเพียงกำลังต่ำๆและสามารถจะปรับความเร็วได้ ข้อได้เปรียบเบื้องต้นของเอซีมอเตอร์ที่เหนือกว่าดีซีมอเตอร์ คือ สามารถสามารถใช้ร่วมกับซิงโคร(synchros) ได้ดีโดยไม่ต้องมีการดีมอดดูเลชั่น สัญญาณเออร์เรอร์

ไดอะแกรมทางไฟฟ้าของเอซีมอเตอร์แบบสองเฟสดังแสดงดังรูป 1. มอเตอร์ประกอบด้วยอินดักชั่นโรเตอร์และขดลวดฟิลส์จำนวน 2 ขด วางอยู่ในตำแหน่งทำมุมกัน 90 ° ฟิลส์ขดหนึ่งทำหน้าที่เป็นฟิลส์อ้างอิงที่มีค่าคงที่ ส่วนอีกฟิลส์หนึ่งเป็นฟิลส์คอนโทรล สัญญาณเออร์เรอร์ เอซี ที่ได้รับการขยายแล้วจะป้อนให้ฟิลส์คอนโทรล สัญญาณนี้จะมีขนาดของแมกนิจูดที่แปรค่าได้และเฟสก็จะแปรค่าอยู่ที่ศูนย์ หรือที่ 180 °ฟิลส์อ้างอิงจะได้รับการป้อนกลับด้วยโวลทีเตจที่มีค่าคงที่ผ่านวงจรเลื่อนเฟสไป 90° สัญญาณนี้จะมีขนาดของแมกนิ-จูดคงที่และ มุมของเฟสเป็น -90 ° เอซีมอเตอร์ทั้งสองกำหนดได้โดย

$$ec = Vc\cos wt \qquad -1)$$

$$er = A\cos(wt-90) = A\sin wt$$

คุณลักษณะการทำงานที่เป็นลิเนียร์ของเอซีมอเตอร์แบบสองเฟสแสดงดังรูปที่ 2. และ 3 เส้นทางที่แสดงถึงการทำงานจริงๆ จะขึ้นอยู่กับวิถีทางของคุณลักษณะระหว่างความเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ ตัวอย่างของวิถีทางของเส้นโหลดแสดงได้ด้วยเส้นไข่ปลาการเปลี่ยนแปลงจากเส้นโหลดหนึ่งไปยังอีกเส้นโหลดเป็นตัวอย่างของวิถีทางการเปลี่ยนแปลงของโหลดของมอเตอร์ Vc ที่เป็นค่าลบในควอดแดรนที่สาม แสดงให้เห็นว่ามอเตอร์กลับทิศทางเมื่อ Vc เป็นลบ

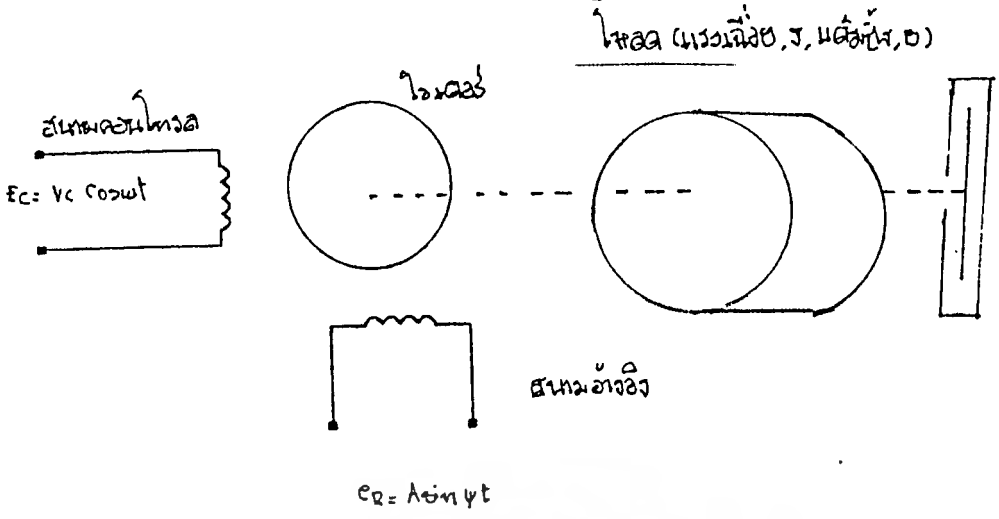
จากรูปที่2 และ 3 บอกให้รู้ว่าแรงบิดของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นได้โดยเพิ่มโวลท์เตจ Vc หรือ ลดความเร็วลงเมื่อ : Vc คงที่ ถ้าแสดงในทางคณิตศาสตร์เราจะได้

$$T = KmVc - Bmwm \qquad -2)$$

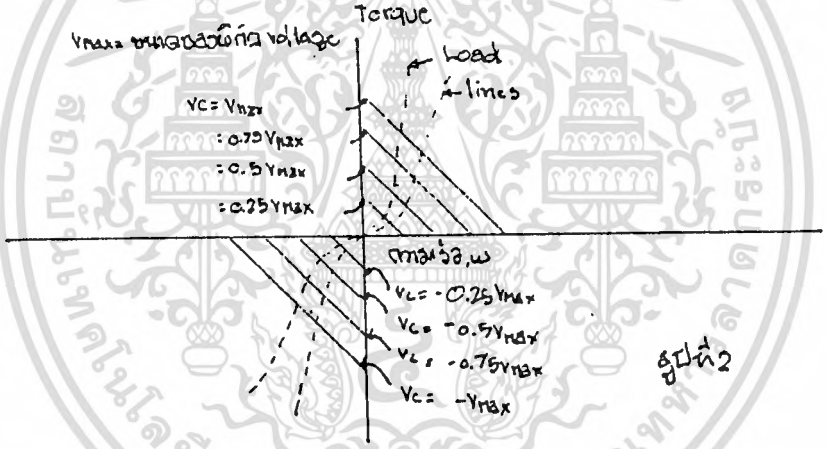
เมื่อ Km คือ ค่าคงที่ของแรงบิดของมอเตอร์ $= \Delta T/\Delta Vc$: Wm คงที่

Bm คือ ค่าคงที่ของวิสคอสฟริคชั่นสมมูลย์ของมอเตอร์ $= \Delta T/\Delta Wm$: Vcคงที่

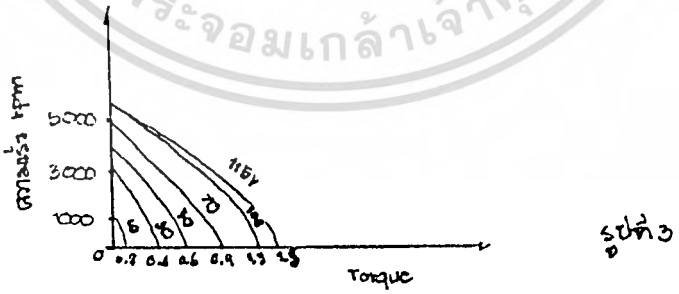
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับวัตถุประสงค์ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



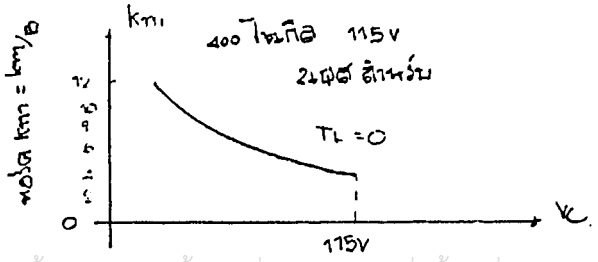
รูปที่ 1. แสดงมอเตอร์ 2 เฟส 2 สนาม



รูปที่ 2



รูปที่ 3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wm คือ ความเร็วของมอเตอร์

แรงบิดที่ได้จากมอเตอร์จะป้อนให้กับแรงเฉื่อย และแรงเสียดทานของโหลด ลมการในโดเมนความถี่จะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด และ ความเร็วของมอเตอร์

$$T = Jdw/dt + B_L w \qquad -3)$$

เมื่อ J = Jm + แรงเฉื่อยของโหลดที่สะท้อนมายังเพลาของมอเตอร์

B_L = สัมประสิทธิ์ของวิสคอนฟริคชั่นของโหลดที่สะท้อนมายังเพลาของมอเตอร์

จากลมการ 2 และ 3 take laplace ได้

$$KmVc(s) = (Js + B)Wm(s)$$

เมื่อ $B = Bm + B_L$

จะได้ว่า

$$Wm(s)/Vc(s) = Km/(1+sT_m)$$

$$\therefore \Theta_m(s)/Vc(s) = Km/(1+sT_m)$$

เมื่อ $Km = Km/B$

$Tm = J/B$

time constant (T_m)มีความสำคัญมากต่อคุณลักษณะการทำงานไดไนามิคของระบบการบังคับมอเตอร์เป็นอย่างมาก แมกนิจูดของ time constant นี้อยู่ในเทอมของแรงเฉื่อยซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของโรเตอร์ของเซอร์โวมอเตอร์นี้และขึ้นอยู่กับแรงเฉื่อยของโหลดที่สะท้อนกับมายังเพลาของมอเตอร์ ส่วนประกอบดังกล่าวต้องพยายามให้มีค่าลดลงเท่าที่จะทำได้ ตัวอย่างต\คือ โรเตอร์ควรใช้เปียนแบบลูกถ้วยเพื่อให้มีแรงเฉื่อยต่ำ หรือใช้หมุนโหลดที่มีขนาดเล็ก

พิจารณาถึงค่าของ Km ; T_m นั้นจะมีค่าคงที่แต่ตามความเป็นจริงแล้วค่าเหล่านี้จะแปรไปตามจุดทำงานของมอเตอร์ การทำงานของมอเตอร์ในลักษณะลูปเปิดโดยให้ Vc มีค่าคงที่ที่ค่าหนึ่งป้อนให้กับขดลวดคอนโทรล เมื่อความเร็วของมอเตอร์ของมอเตอร์ถึงสภาวะคงที่ จะได้ว่า

$$KmVcl = (Bm + B_L)Wm \; ; \; Wm = d\Theta_m/dt$$

$$Wm/Vcl = Km/(Bm + B_L) = Km$$

แสดงให้เห็นว่าค่าของ Km อาจหาได้โดยวัดความเร็วของมอเตอร์ที่สภาวะคงตัวเมื่อขดลวดคอนโทรลป้อนโวลท์เตจค่าหนึ่ง อัตราส่วนของค่าดังกล่าวจะมีค่าเท่ากับ Km ซึ่งถ้าค่าของ Vc เปลี่ยนไปก็จะทำให้ค่า Km แปรไปด้วยดังกราฟ ซึ่งเราสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงของ Km มากกว่า 2:1 เนื่องจาก Km เป็นส่วนหนึ่งของ gain

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

factor ซึ่งทำให้ผลรวมอัตราขยายลูปเปิดเปลี่ยนแปลงไปด้วยสามารถทำให้เกิดผลเสียจ่อการทำงานของระบบได้ การเปลี่ยนแปลงค่าของ Km เป็นการเพิ่มอัตราการขยายลูป เมื่อระบบปรับการบังคับให้เข้าสู่ภาวะสมดุลย์ (Vc ค่อยๆตกเป็น 0) อาจเป็นสาเหตุให้ผลตอบสนองเกิด oscillate อย่างรุนแรงและอาจมีผลถึงทำให้ระบบไม่มีเสถียรภาพก็ได้ในบางกรณี

การดัดแปลงมอตอร์ เฟสเดียวเพื่อใช้งานเป็นมอเตอร์ สองเฟส

ในที่นี้กล่าวถึงมอเตอร์ที่แยกเฟสออกจากกัน (split phase motor) ประกอบด้วยตัวอยู่กับที่และตัวหมุน แต่การดัดแปลงจะกล่าวถึงตัวอยู่กับที่

ตัวอยู่กับที่(stator) มี 2 ขด คือ ขด run และ ขด start ขด run มีความต้านทานต่ำแต่ reactance สูงกว่าขด start ขดทั้ง 2 พันไว้เป็นมุมห่างกัน 90°ไฟฟ้า การดัดแปลงโดยการตัดสวิทซ์หนีศูนย์กลางออก และป้อนอินพุทให้มีเฟส 90° เช่นกันเข้าทางขด start มีการปรับอัตราส่วนความถี่ของ PWM ของชุด run และstart ให้เหมาะสม เพื่อให้กระแสไหลผ่านขดทั้ง 2 เป็นสัดส่วนที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

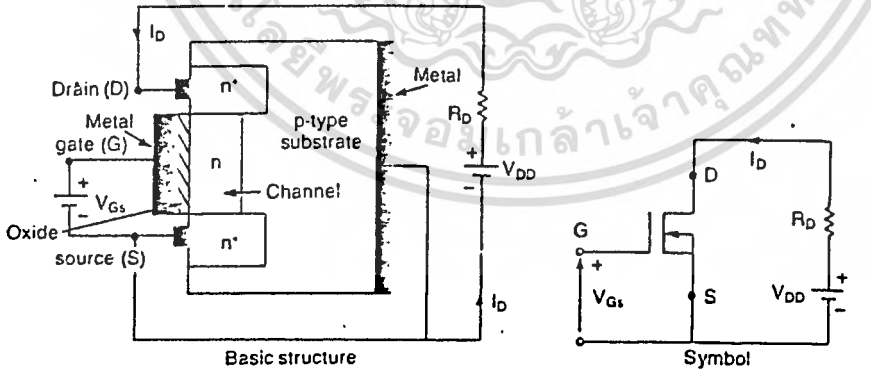
power mosfet

ทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์ประเภทที่ไบอัสด้วยกระแสเบส เพื่อควบคุมกระแสคอลเลคเตอร์หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า CURRENT CONTROLLED DEVICE พราะว่ากระแสคอลเลคเตอร์ขึ้นอยู่กับกระแสเบสดังนั้นอัตราขยายกระแสจึงขึ้นอยู่กับ junction temperature

power mosfetเป็นอุปกรณ์ประเภท VOLTAGE CONTROLLED DEVICE ต้องการกระแสอินพุทเพียงเล็กน้อยความเร็วสวิทช์สูงมากราว 10^{-9} วินาที พบว่าpower fet ใช้กันมากใน low power ,high frequency converter ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาเกี่ยวกับ second breakdownเหมือนอย่างเช่นทรานซิสเตอร์ แต่ mosfet มีปัญหาเกี่ยวกับการคายประจุของไฟฟ้าสถิต

mosfet มี 2 ชนิด 1.depletion mosfet
2.enhancement mosfet

n channel depletion type mosfet พิจารณาจากรูป



(a) n-channel depletion-type MOSFET

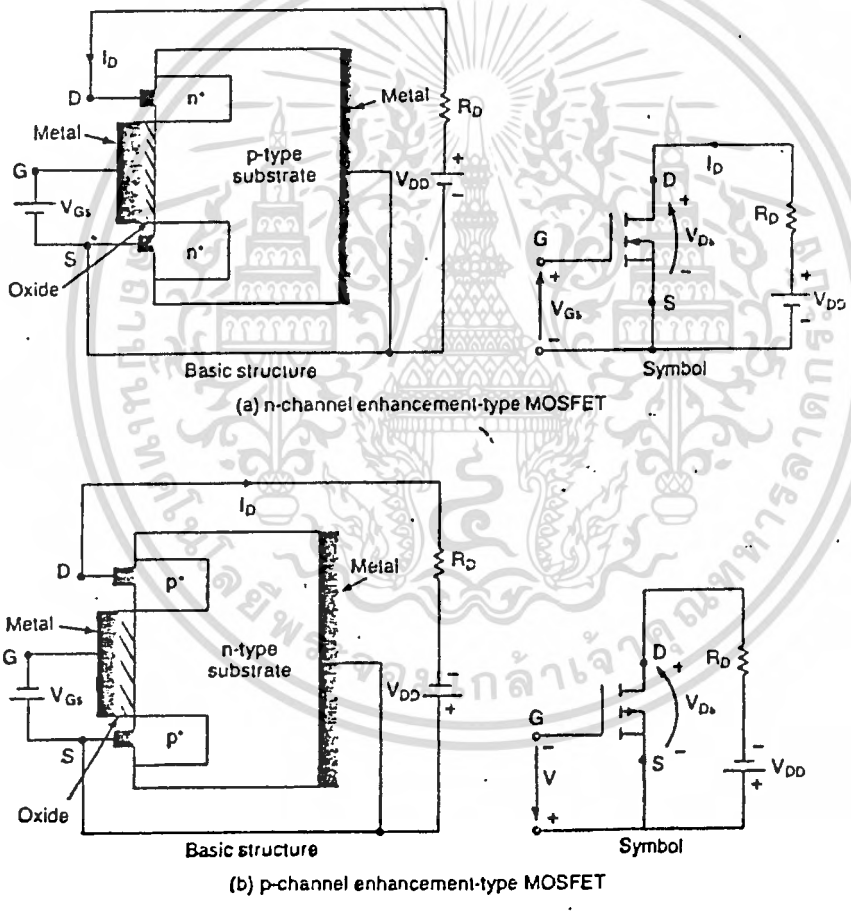
ซึ่งจะมีการ dopped สาร silicon n^+ความต้านทานตรงรอยต่อจึงต่ำ มี oxide เป็นตัวแยกระหว่างเกทและ channel ขาทั้ง 3 เรียกว่า เกท,เดรน,ซอร์ส

VGS สามารถต่อได้ทั้งบวกและลบ ถ้า VGS เป็นลบ อิเล็กตรอนส่วนหนึ่งใน n channel จะถูกและสร้าง depletion region ทางด้านล่างของชั้น oxide ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดความต้านทานสูง จากเดรน ไป ซอร์ส ,RDS ถ้า VGS ลบมากพอจะทำให้ channel หมดไปโดยสมบูรณ์ RDS จึงสูงมากทำให้ IDS เป็น ศูนย์ VGS ที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า PINCH OFF VOLTAGE,VP ในทางกลับกันถ้า VGS เป็นลบ,channel จะกว้างขึ้น IDS เพิ่มขึ้น RDS จึงลดต่ำลง

n channel enhancement mosfet ไม่มี channel ดังรูปที่ 2



ถ้า VGSเป็น บวกจะเกิด induced voltage ดึงดูดอิเล็คตรอนจาก p suubstrate และจะสะสมบริเวณพื้นผิวใต้ชั้นของ oxide ถ้า VGS มากขึ้นหรือเท่ากับค่า threshold voltage,VT อิเลคตรอนที่เพียงพอจะถูกสะสมเป็น virtual n channel และทำให้กระแสไหลจากเดรนไปซอร์ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STEADY STATE CHARACTERISTIC

mosfet เป็นอุปกรณ์ประเภท voltage controlled device มีความต้านทานอินพุทสูงมากเกทมีกระแสรั่วไหลน้อยมากประมาณ 10^{-9} A อัตราขยายกระแสเป็นอัตราส่วนของกระแสเดรนและกระแสเกท มีค่าสูงประมาณ 10^{9} แต่อัตราขยายกระแสไม่เป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญ พารามิเตอร์ที่สำคัญคือ ID/VG หรือเรียกว่า transconductance

transconductanceของ n channel และ p channel mosfet แสดงดังรูปที่ 3 และ 4 ซึ่งแสดง output characteristic ของ n channel enhancement mosfetมีย่านการทำงาน 3 ย่าน

1. ช่วง cut off VGS<VT
2. ช่วงอิ่มตัว VDS>VGS-VT
3. linear region VDS<VGS-VT

steady state model จะมีทั้ง depletion type และ enhancement type mosfet ดังรูปที่ 5

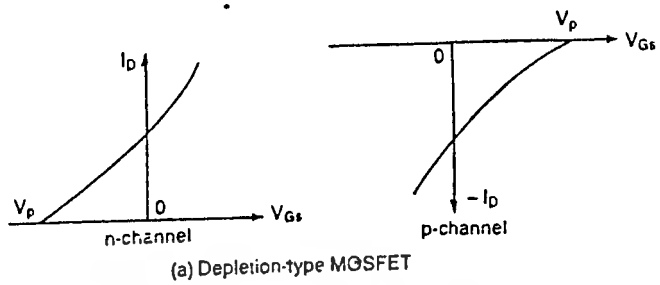
Transconductance หรือ Gm
จะได้ว่า

$$GM = \left.\frac{ID}{VGS}\right|_{VDS = \text{ค่า}}$$

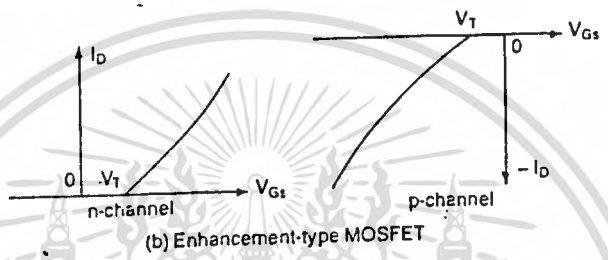
ความต้านทานเอาท์พุทของ RDS

$$RDS = \left.\frac{\Delta VDS}{\Delta ID}\right.$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

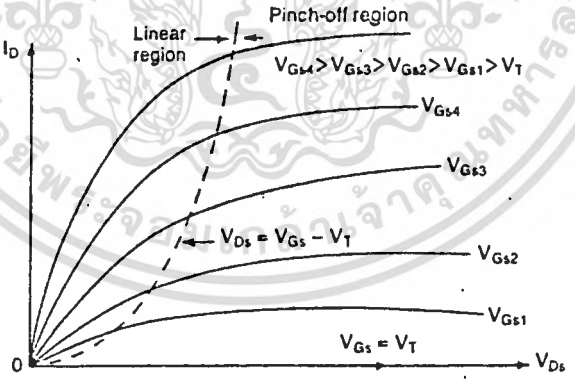


(a) Depletion-type MOSFET



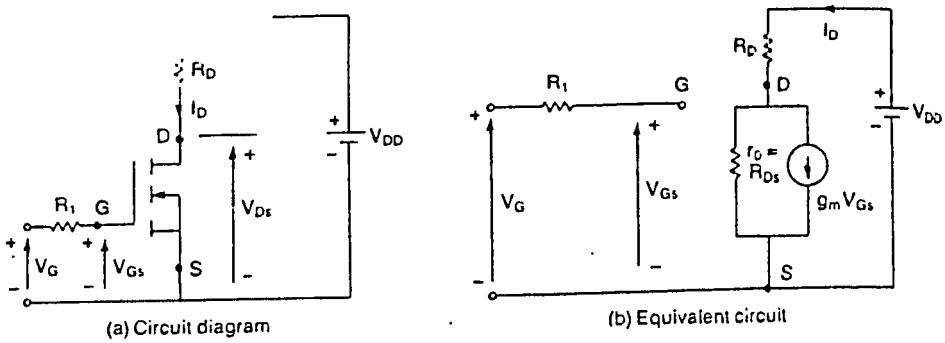
(b) Enhancement-type MOSFET

Transfer characterisitics of MOSFETs.



Output characteristics of enhancement-type MOSFET.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



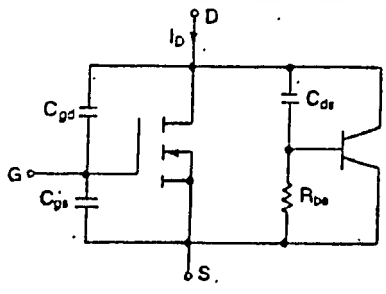
Steady-state switching model of MOSFETs.

จะสูงมากในช่วง PINCH OFF REGION มีค่าเป็น 10^{6} โอห์ม และในย่าน LLNEAR จะต่ำมากราว 10^{-3} โอห์ม

สำหรับแบบ Depletion Type Mosfet VG เป็นได้ทางบวกและลบ แต่ enhancement-type-mosfet จะตอบสนองเฉพาะแรงดันเกทที่เป็นบวกเท่านั้น Power Mosfet โดยทำไปเป็นแบบ enhancement type แต่อย่างไรก็ตาม depletion type Mosfet มีข้อดีตรงออกแบบได้ง่าย

คุณสมบัติการเป็นSWITCH

เมื่อไม่มีสัญญาณ GATE ENHANCEMENT TYPE MOSFET พิจารณาได้เช่นกัน TRANSISTOR NPN โครงสร้างของ GATE จะมี CAPACITORที่ SEORCE ,Cgs และตรงขาเดรน Cgd พิจารณาจากรูป

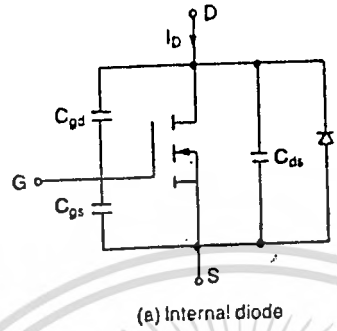


(a) Parasitic bipolar

แลดงถึงวงจรลมบรณ์ ของการต่อ TRANSISTOR ขนานกัน MOSFET เบสอิมิเตอร์ ของ

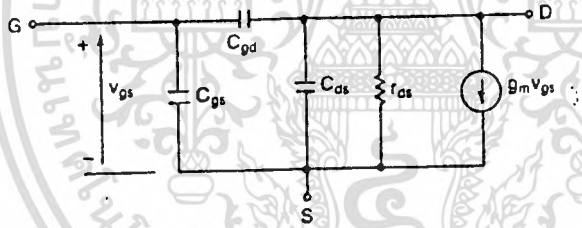
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NPN TRANSISTOR จะถูกล้อมวงจร ความต้านทานจากเบสอีมอเตอร์ RBE น้อย เหตุนี้ MOSFET พิจารณาได้ว่ามี DIODE ภายใน ดังรูป PARASITIC COPACITOR จะขึ้นอยู่กับแรงดัน

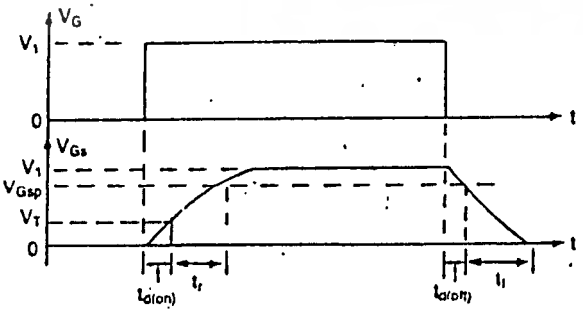


(a) Internal diode

การทำงานเป็นสวิทช์ ดังรูป



รูปคลื่นและเวลา ดังรูป



TURN ON DELAY Td(ON) คือเวลาที่ใช้ชาร์จ INPUT CAPACITANCE จนถึงระดับ THRESHOLD VOLTAGE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

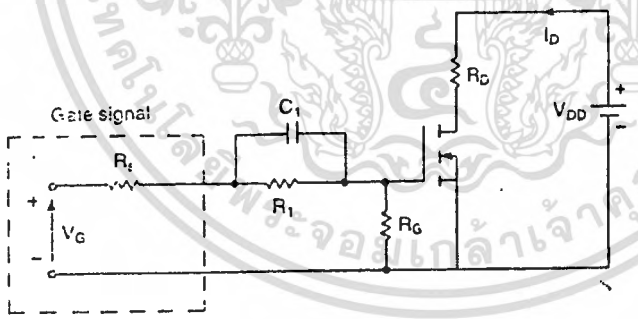
RISETIME, TRANSISTOR คือเวลาชาร์จจาก THRESHOL ถึง FULLGATE VOLTAGE VGSP ซึ่งใช้ขับ TRANSISTOR ในช่วง LINEAR

TURN OFF DELAY TIME Td(OFF) คือ เวลาที่ INPUT คายประจุจาก OVERDRIVE GATE ,Vi ในช่วง PINCHOFF VOLTAGE Vgs จะต้องลดลงก่อนหน้าที่ Vds จะลงขึ้น

FALLTIME ,Tf คือ เวลาที่ CAPACITOR คายประจุจากช่วง PINCH OFF ถึง THREADHOLDVOLTAGE ถ้า Vgs<Vt ทรานซิสเตอร์จะหยุดทำงาน

GATE DRIVE

เวลา TURN ON ของ MOSFET ขึ้นกับการเวดชาร์ลของ INPUT หรือ GATE CAPACITANCE เวลา TURN ON สามารถลดโดยจำนวน RC ดังรูป



เพื่อชาร์ล GATE C ให้เร็วขึ้น เพื่อ GATE VOLTAGE เปิดกระแส INITFAT CHARGING ของ C คือ

$$IG = \frac{VG}{RS}$$

VG คงที่

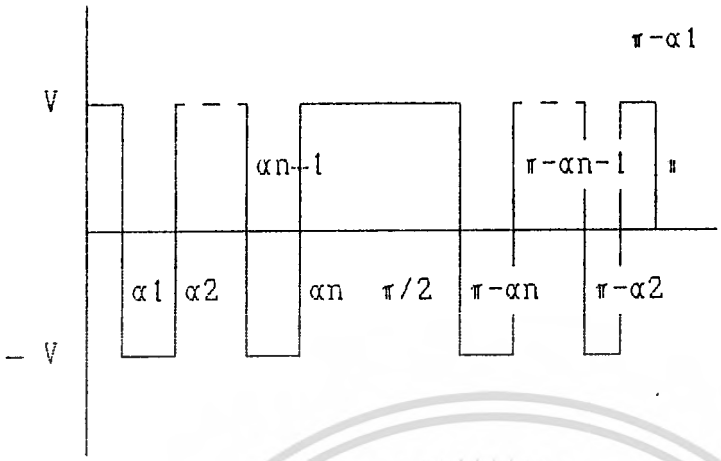
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$VGS = \frac{RGVG}{RS+R1+RG}$$

RS คือ R ภายใน GATE DRIVE SOURCE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HARMONIC REDUCTION



$$V_o = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \sin n\omega t$$

$$A_n = \frac{4V}{} \left[\int_0^{\alpha_1} \sin n\omega t\, d\omega t - \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \sin n\omega t\, d\omega t + \ldots \right]$$

$$A_n = \frac{4V}{n\pi} \left[1 - 2\cos n\alpha_1 + 2\cos n\alpha_2 - \ldots\right]$$

$$0 < \alpha_1 < \alpha_2 \ldots < \alpha_n < \pi/2$$

ฮาร์โมนิคที่มีความผลต่อการควบคุมความเร็วคือ ฮาร์โมนิคที่ 5,7,11,13 เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เกิด low speed torque pulsation จึงจำเป็นต้องกำจัดฮาร์โมนิคดังกล่าว

ให้ n=4 พิจารณาจากสมการจะได้ว่า

$A_1 = (4V/\pi)\left[1 - 2\cos\alpha_1 + 2\cos\alpha_2 - 2\cos\alpha_3 + 2\cos\alpha_4\right]$

$A_5 = 1 - 2\cos 5\alpha_1 + 2\cos 5\alpha_2 - 2\cos 5\alpha_3 + 2\cos 5\alpha_4 = 0$

$A_7 = 1 - 2\cos 7\alpha_1 + 2\cos 7\alpha_2 - 2\cos 7\alpha_3 + 2\cos 7\alpha_4 = 0$

$A_{11} = 1 - 2\cos 11\alpha_1 + 2\cos 11\alpha_2 - 2\cos 11\alpha_3 + 2\cos 11\alpha_4 = 0$

$A_{13} = 1 - 2\cos 13\alpha_1 + 2\cos 13\alpha_2 - 2\cos 13\alpha_3 + 2\cos 13\alpha_4 = 0$

สามารถหาคำตอบโดยใช้วิธี iterative ได้ผลดังนี้

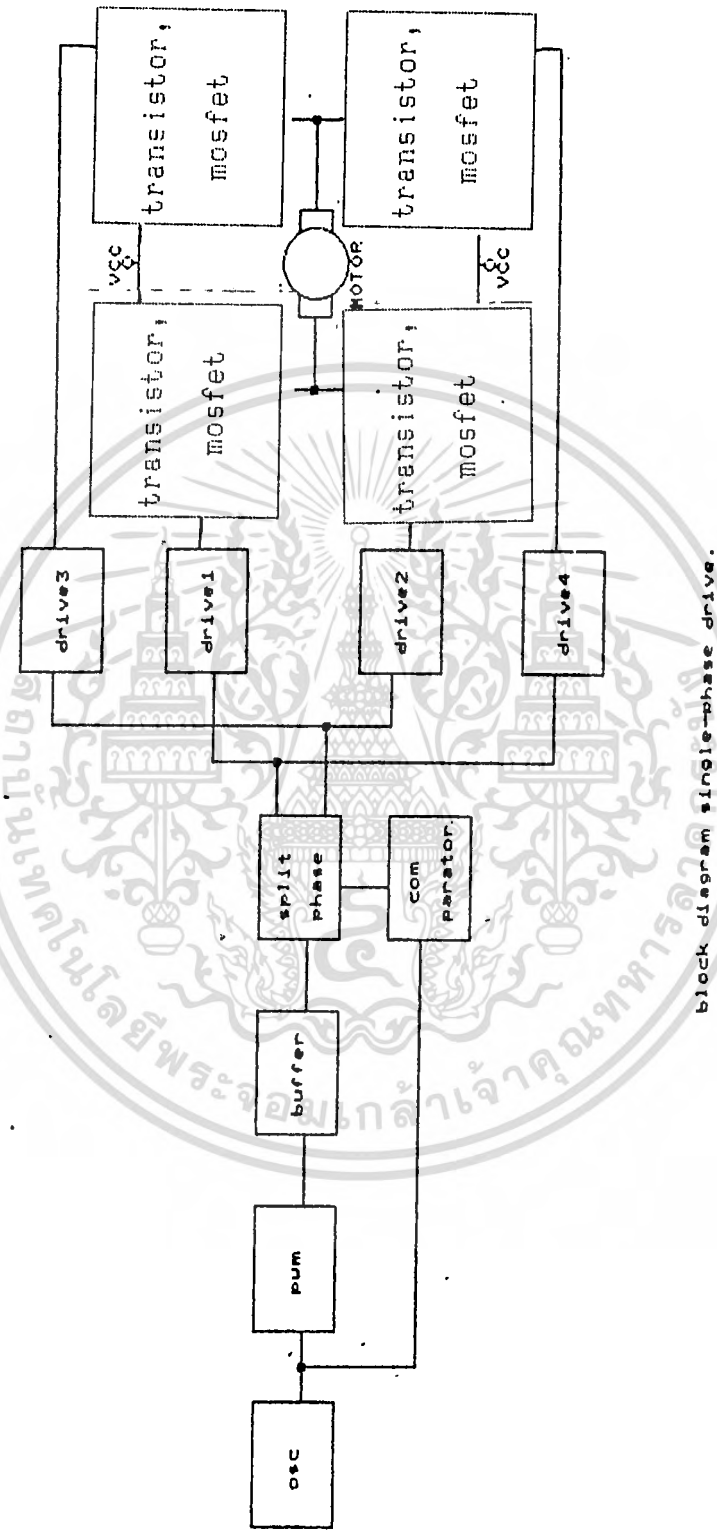
$\alpha_1 = 10.55^\circ \quad \alpha_2 = 16.09^\circ \quad \alpha_3 = 30.91^\circ \quad \alpha_4 = 32.87^\circ$

และ A1 เป็นสมการ fundamental

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



block diagram single-phase drive.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RC PHASESHIFTER VARIABLE SINUSOIDAL OSCILLATOR

วงจรพื้นฐานดังรูปที่ 1 เป็นวงจรที่ใช้สภาวะเริ่มต้น ควบคุม AMPLITUDE วงจรออสซิลเลเตอร์จริงๆมี OP AMP 3 ตัว มี A1-A3 A1-A2 ต่อเป็นวงจร FIRST ORDER RC PHASESHIFTERS A3 เป็นตัว FEED BACK สัญญาณมายัง A1 A4 เป็น OUTPUT ซึ่งต่อเป็นวงจร BUFFER เพื่อป้องกันการโหลดของวงจรภายนอก S1 อยู่ในตำแหน่งปิด เพื่อนำ INITIAL DC VOLTAGE (V1) ป้อนไปยัง C1 OP AMP ทั้ง 4 ตัว สมมติให้เป็นอุดมคติ A5-A7 ต่อเป็น WINDOW COMPARATOR สร้าง PULSE แคบๆ เพื่อไปปิด S1 คุณสมบัติที่สำคัญของ WINDOW COMPARATOR คืออัตราส่วนของเวลาเมื่อ S1 ปิด คาบของการ OSCILLATE จะคงที่ ขณะที่ความถี่เปลี่ยนไป

OP AMP ต่อเป็นวงจร PHASESHIFTER 2 ตัว สามารถเลื่อนสัญญาณเป็น 180° OP AMP ตัวที่ 3 ต่อเป็น INVERTER โดย Ra1-Ra4=Ra ใช้ GAIN=1 ดังนั้น M=1 ในทางปฏิบัติ ANALOG SWITCH 4 ตัว ใช้เป็น S1 และ V1กับ V" จะต้องผ่านวงจร BUFFER เมื่อ OSCILLATOR ทำงาน กระแสชาร์จ C1 จะขึ้นอยู่กับ Ron ของ ANALOG SWITCH และที่สภาวะ STEADY STATE Vc1=V1

$$I = C_2 \frac{dVc2}{dt} \qquad -(1)$$

$$I = \frac{V2-Vc2}{R2} \qquad -(2)$$

แทน (1)ใน (2)

$$C_2 \frac{dV2}{dt} = \frac{V2-Vc2}{R2}$$

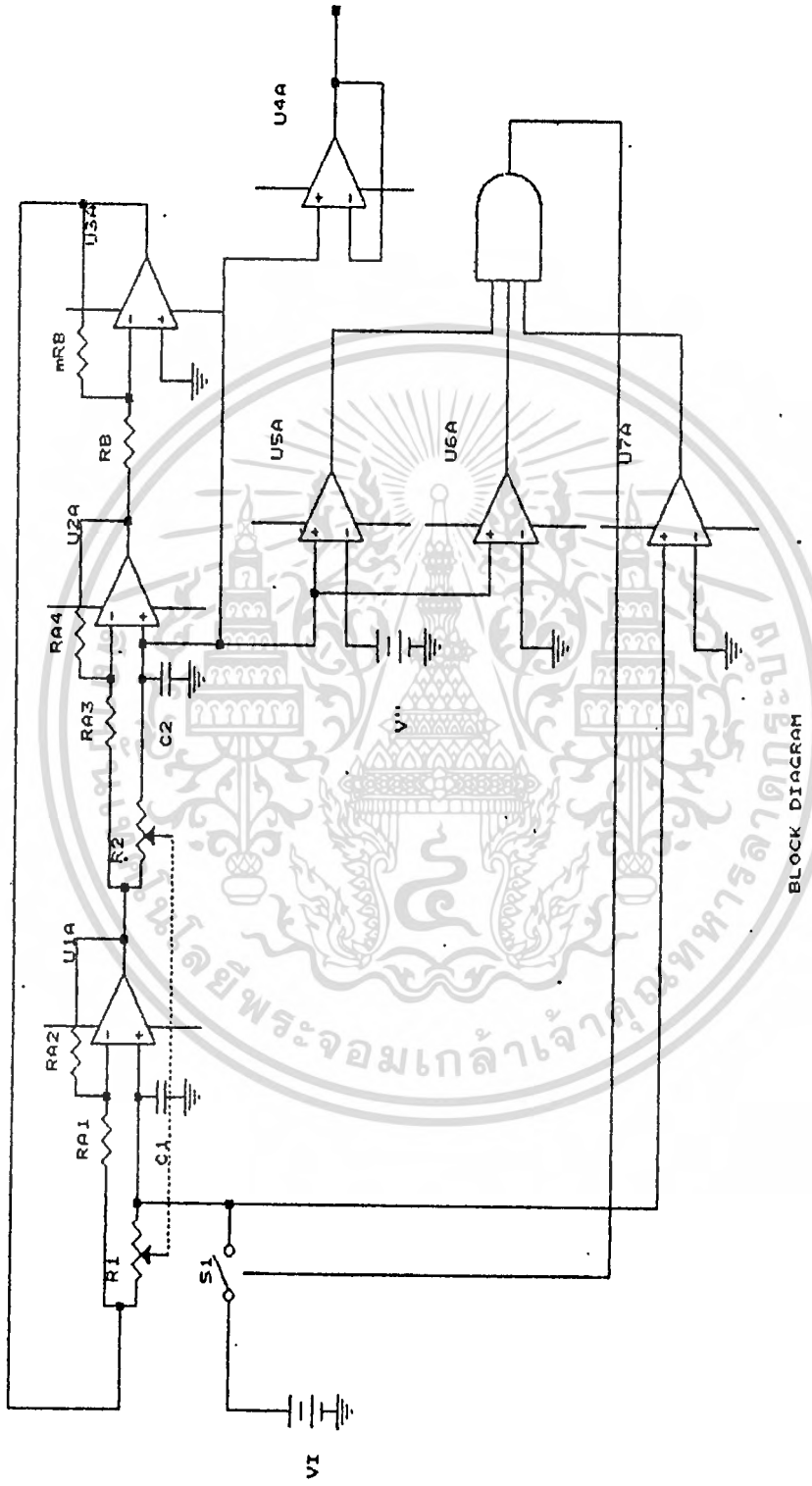
$$V_2 - Vc2 = R_2 C_2 \frac{dVc2}{dt}$$

take laplace $T_2 = R_2 C_2$

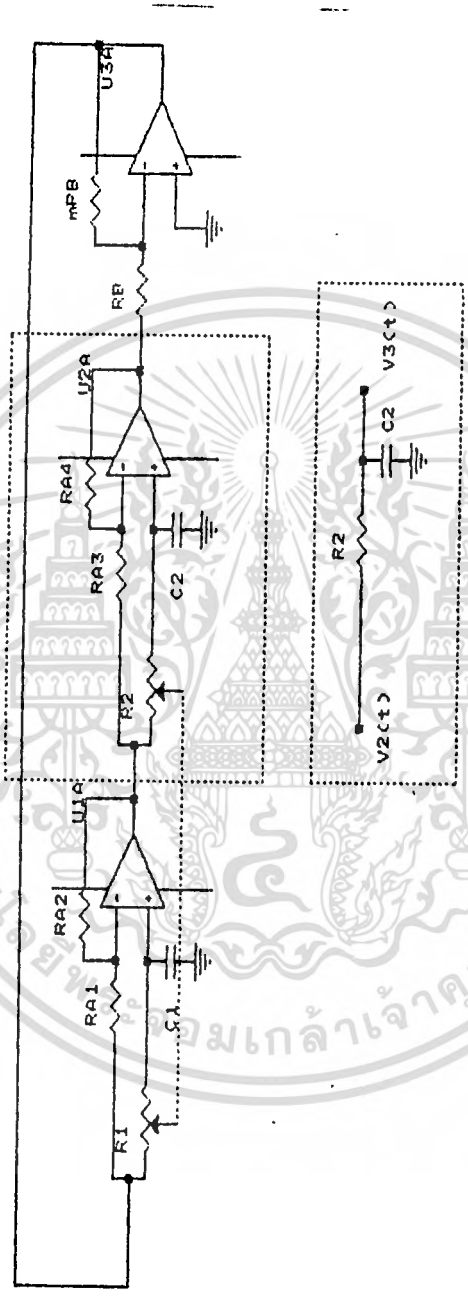
$$V_{2(s)} - V_{c2(s)} = T_2 [SV_{c2(s)} - V_{c2(o)}]$$

$$(ST_2+1)V_{c2(s)} = V_{2(s)} + T_2 V_{c2(o)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_{c2(s)} = \frac{V2(s)}{(1+ST_1)} + \frac{T2Vc2(o)}{(1+ST_2)} \qquad -(3)$$

$$\frac{V2-Vc2}{Ra} = \frac{Vc2-V3}{Ra}$$

$$V_3 = 2V_{c2} - V_2$$

take laplace

$$V_{3(s)} = 2V_{c2(s)} - V_{2(s)}$$

แต่ $$Vc2(s) = \frac{V2(s)}{1+ST_2} + \frac{T2Vc2(0)}{1+ST_2}$$

$$V_{3(s)} = \frac{2V2(s)}{1+ST_2} + \frac{2T2Vc2(0)}{1+ST_2} - V_{2(s)}$$

$$= \frac{V2((1-ST2)}{1+ST_2} + \frac{2T2Vc2(0))}{1+ST_2} \qquad -(4)$$

The Ideal Case Close Loop Response

เมื่อทำงานในอุดมคติ จะได้ว่า

$$R1=R2 \quad : \quad C1=C2 \quad : \quad m=1 \quad : \quad T2=T1=T$$

$$V_{3(s)} = \frac{(1-ST2)V2(s) + 2T2Vc2(0)}{1+ST_2}$$

$$V_{3(s)} = \frac{(1-ST)V2(s) + 2TVc2(0)}{1+ST}$$

$$V_{2(s)} = \frac{(1-ST)V1(s) + 2TVc1(0)}{1+ST}$$

$$V_{1(s)} = Va(s) = -V_{3(s)}$$

$$V_{a(s)} = [\frac{(1-ST)V2(s) + 2TVc2(0)]}{1+ST}$$

$$-V_1 = V_{3(s)} = \frac{(1-ST)V2 + 2TVc(0)}{1+ST} \qquad -(5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่

$$V_{2(s)} = \frac{(1-ST)V1(s) + 2TVc1(0)}{1+ST}$$

$$V_{1(s)} = \frac{(1+ST)V2 - 2TVc1(0)}{1-ST} \qquad -(6)$$

(6) แทนใน (5)

$$-(1+ST)V_{1(s)} = (1-ST)V_{2(s)} + 2TV_{c2(0)}$$

$$\frac{(1+ST)^2}{1-ST}V2(s) + \frac{2T(1+ST)Vc1(0)}{1-ST} = (1-ST)V_{2(s)} + 2TVc2(0)$$

$$(1-ST)V2(s) + \frac{(1+ST)^2}{1-ST}V_{2(s)} = \frac{2T(1+ST)V_{c1(0)}}{1-ST} - 2TV_{c2(0)}$$

$$V_{c2(s)} = \frac{T(1+ST)Vc1(0)}{(1+ST)(1+S^2T^2)} - \frac{T(1-ST)Vc2(0)}{(1+ST)(1+S^2T^2)} + \frac{Vc2(0)}{1+ST}$$

$$= \frac{TVc1(0)}{1+S^2T^2} + \frac{TVc2(0)[-1+ST+1+S^2T^2]}{(1+ST)(1+S^2T^2)}$$

$$Vc1(s) = \frac{TVc1(0)}{1+S^2T^2} + \frac{ST^2Vc2(0)}{1+S^2T^2} \qquad -(6)$$

$$V_{c2(s)} = \frac{Vc1(0) + SVc2(0)}{T(S^2+1/T^2)(S^2+1/T^2)}$$

Inverse Laplace

$$V_{c2(t)} = [\cos w_o t]V_{c2(0)} + [\sin w_o t]V_{c1(0)} \qquad -(7)$$

โดยที่ $1/T = w_o$

จากสูตร

$$\sin(A+B) = \sin A\cos B + \sin B\cos A$$

คูณ C ทั้งสองข้าง

$$C[\sin(A+B)] = C[\sin A\cos B + \sin B\cos A]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$=\cos B[C\sin A]+\sin B[C\cos A] \qquad -(8)$$

(7) เทียบกับ (8)

$C\sin A=Vc2(0)$

$C\cos A=Vc1(0)$

$\tan A= Vc2(0)/Vc1(0)$

$A=\tan^{-1}[vc2(0)/vc1(0)]$

$B=wot$

$VC2(t)=C\sin[A+B]$

จากสูตรพีธากอรัส

$VC2(0)^2=C^2\sin A^2$ -8)

$VC1(0)^2=C^2\cos A^2$ -9)

สมการที่ 8 + สมการที่ 9

$C^2=VC2(0)^2+VC1(0)^2$

$C=\sqrt{VC2(0)^2+VC1(0)^2}$ -10)

จะได้ว่า

$VC2(0)=[\sqrt{VC2(0)^2+VC1(0)^2}]\sin(wot+A)$ -11)*

จะเห็นว่าขนาดของ output จะขึ้นอยู่กับ initial condition ของVC1และ VC2 มุมที่เลื่อนไปขึ้นอยู่กับ VC2(0)/VC1(0) ถ้าให้ VC2(0)=0 จะได้ sin wot ที่มีขนาดขึ้นอยู่กับ VC1(0) และค่า phaseshift =0 ดังสมการ

$VC2(0)=VC1(0)\sin wot$ -12)*

THE FINITE INITIAL VOLTAGE CONTROLLING TIME

การพิจารณาผลของ finite initial voltage controlling timeจำเป็นต้องกำหนดให้ t=0 เมื่อ vc2(t)=0 และระดับสัญญาณกำลังเพิ่มขึ้น T1 คือช่วงเวลาที่ s1 ปิด ดังนั้น

$vc1(t)=VI \qquad 0<t<T1$

พิจารณาจากรูปที่ 2

$[V1(t)-VC1(t)]/R=[VC1(t)-V2(t)]/R$

$V2(t)=2V1(t)-V1(t)$

$V1(t)=-V3(t)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TAKE LAPLACE

$$V2(s)=2VC1(s)+V3(s)$$

$$V2(s)=(1+sT)VC1(s)/sT+VC2(0)/s \qquad -13)*$$

$$VC2(s)=VC1(s)/sT+VC2(0)/s \qquad -14)*$$

ให้ $VC2(0)=0$

$$VC2(s)=VC1(s)/sT$$

INVERSE LAPLACE

$$VC2(t)=[VC1(t)/T]t$$

แต่ $VC1=VI$

$$VC2(t)=[VI/T]t \qquad -15)$$

$$t=T1$$

$$VC1(T1)=VI \text{ และ } VC2(T1)=[VI/T]t \qquad -16)$$

และช่วง $t>T1$ โดยใช้สมการ 11

แทนค่า $VC1(T1)=VI$ และ $VC2(T1)=[VI/T]T1$ และ$t=(t-T1)$

$$VC2(t)=[VI/(1+T1^2/T^2)]\sin[wo(t-T1)+\tan^{-1}woT1] \qquad -17)*$$

$$:T1<t<T$$

T คือ คาบของการ oscillate

เมื่อ $t1=T$ ดังนั้นกำหนด $VC2(T)=0$, $d\{VC2(t)/dt\}>0$,และ sinewave มีคาบ $=2\pi$

$$wo=1/T$$

$$2\pi=wo(T-T1)+\tan^{-1}(woT1)$$

$$T=2\pi T+T1-T\tan^{-1}[T1/T] \qquad -17)$$

NONUNITY LOOP GAIN

ในทางปฏิบัติ loop gain ไม่เท่ากับ 1 ในตอนนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์เมื่อ $m>1$ และ $m<1$

$$V1(s)=V4(s)=-mV3(s) \qquad -18)$$

$$VC2(s)=[V2(s)+TVC2(0)]/(1+sT)$$

$$V3(s)=[(1-sT)V2(s)+2TVC2(0)]/(1+sT)=VI/m$$

$$V2(s)=[(1-sT)V1(s)+2TVC1(0)]/(1+sT) \qquad -19)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก 18 จะได้ว่า

$$V1(s)=[(1+sT)-2TVC1(0)]/(1-sT) \qquad -20)$$

18=20 หาค่า V2(s) และ VC2(s)

$$V2(s)=[-2mT(1-sT)VC2(0) + 2T(1+sT)VC1(0)]/[(1+sT)^2+m(1-sT)^2]$$

$$VC2(s)=2TVC1(0)_{/\ 1+m+2sT(1-m)+s^2T^2(1+m)\ ]} +$$

$$[T-mT+2sT^2+s^2T^3(1+m)]VC2(0)_{/(1+sT)\ (1+m)+2sT(1-m)+s^2T^2(1+m)\ ]}$$

กำหนดให้ $P1(s)=1+m + s[2T(1-m)] + s^2[T^2(1+m)]$

$P2(s)=[T(1-m)] + s(2T^2) + s^2[T^3(1+m)]$

$P3(s)=1+sT$

ดังนั้น $VC2(s)=[P2(s)_{/P1(s)P2(s)\ ]}VC2(0) + [2T_{/P1(s)\ ]}VC1(0)$ -21)

พิจารณาให้ S1 ปิด เมื่อ VC2(t)=0 ดังนั้น VC2(0)=0

$$VC2(t)=2TVC1(0)_{/\ (1+m)+s\ 2T(1-m)]+s^2\ T^2(1+m)\ ]}$$

ให้ $G=(1-m)/(1+m)$

$$VC2(t)=2TVC1(0)/(1+m)[(sT)^2+2GsT+1]$$

$$=2VC1(0)/(1+m)T[(s+G/T)^2+(1-G^2)/T^2]$$

;$1-G^2/T=[2m^{1/2}_{/T(1+m)}]^2$

$$VC2(t)=2VC1(0)/(1+m)T[(s+G/T)^2 + [2m^{1/2}_{/T(1+m)}]^2]$$

INVERSE LAPLACE

$$VC2(t)=[VC1(0)e^{-[Gt/T]}_{/m}\ 1/2]\sin 2m^{1/2}\cdot t/(1+m)T \qquad -22)$$

$$VC2(t)=[VC1(0)e^{-[Gt/T]}_{/m}\ 1/2]\sin[2m^{1/2}W0t_{/(1+m)} \qquad -23)$$

จะเห็นว่า เมื่อ m<1 :G จะเป็นบวก VC2(t) จะกลายเป็น damp ลดลงเรื่อยๆจนเป็นศูนย์ แต่ถ้า m>1 :G จะเป็นลบ ทำไมให้เกิดการ oscillate ขึ้น แต่จะเป็นเหตุให้เกิดการผิดเพี้ยนขึ้นและความถี่ก็ผิดพลาดไป

คาบของการ oscillate

$VC2(t)=0$ และ $d\{VC2(t)_{/dt\}>0}$ ที่ $t=T$

$$T=\pi(1+m)T/m^{1/2} \qquad -24$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UNEQUAL TIME CONSTANTS

ในทางปฏิบัติ T1,T2 ไม่เท่ากัน จึงมีการวิเคราะห์ดังนี้

$$V3(s)=[(1-sT2)V2(s) + 2T2VC2(0)]/(1+sT2)$$

$$V3(s)=-V1(s)$$

$$V2(s)=[(1-sT1)V1(s) + 2T1VC1(0)]/(1+sT1)$$

$$V2(s)= T1(1+sT2)VC1(0) - T2(1-sT1)VC2(0)]/(1+s^2T1T2)$$

$$VC2(s)=V2(s)/(1+sT2)+T2VC2(0)/(1+sT2)$$

$$VC2(s)=[VC1(0)/T2][1/(s^2+1/(T1T2))] + sVC2(0)/(s^2+1/T1T2)$$

INVERSE LAPLACE

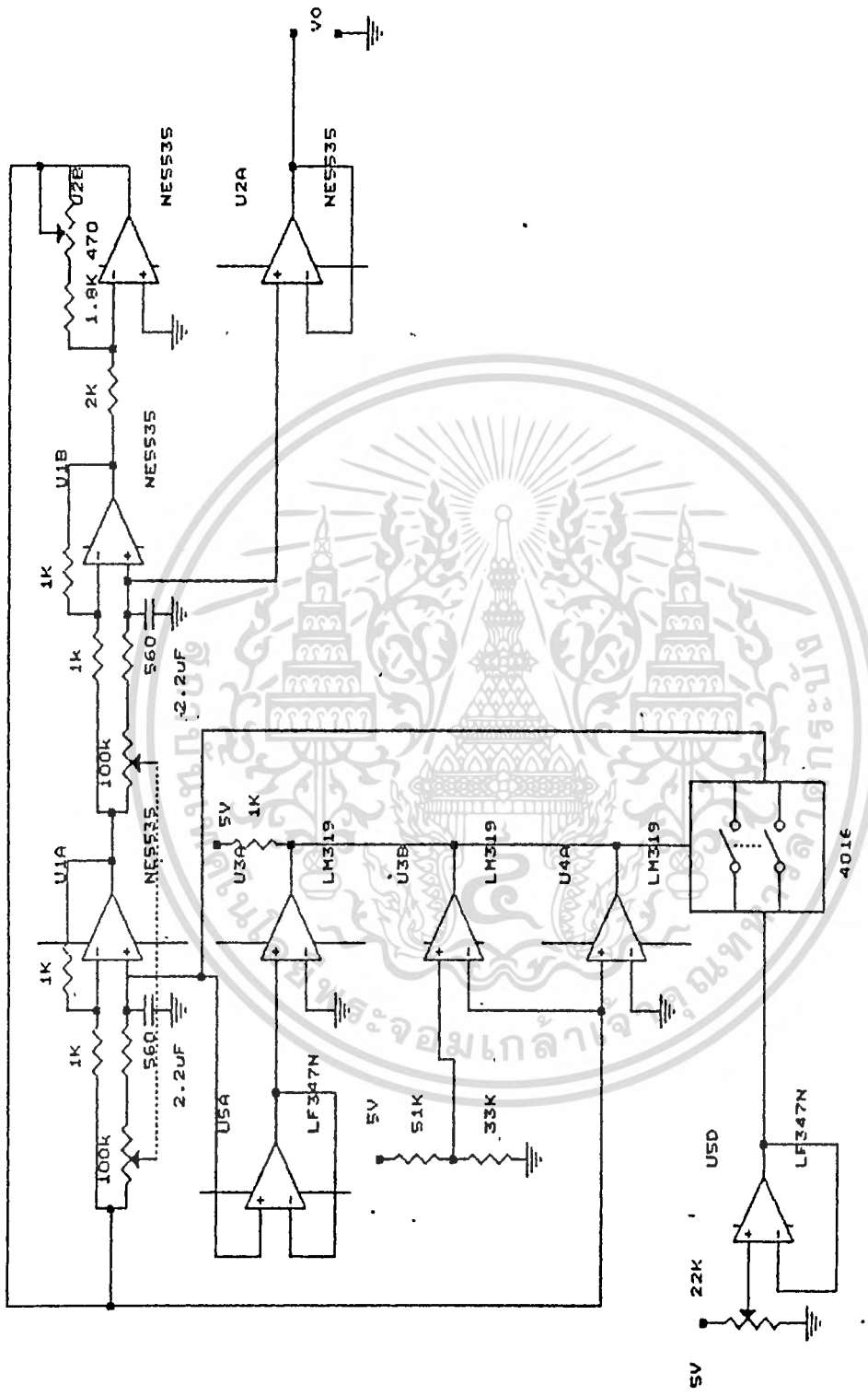
$$VC2(t)=[\sqrt{(T1/T2)}]VC1(0)\sin[\sqrt{(T1T2)}]t + VC2(0)\cos[\sqrt{(T1T2)}]t$$

$$VC2(t)=\{\sqrt{[(T1/T2)[VC1(0)]^2 + VC2(0)^2]}\}\sin[t/\sqrt{(T1T2)} +A12]$$

$$A12=\tan^{-1}[(T2/T1)^{1/2}(VC2(0)/VC1(0)] \qquad -25)$$

จะเห็นว่าขนาดของ output ขึ้นอยู่กับอัตราส่วน T1/T2 ดังนั้นขณะที่ความถี่เปลี่ยนจะทำให้อัตราส่วนT1/T2 ไม่เท่ากับ 1 : ขนาดของ output ก็จะเปลี่ยนไป ด้วยกรณีนี้จะไม่เกิดการ distortion. ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

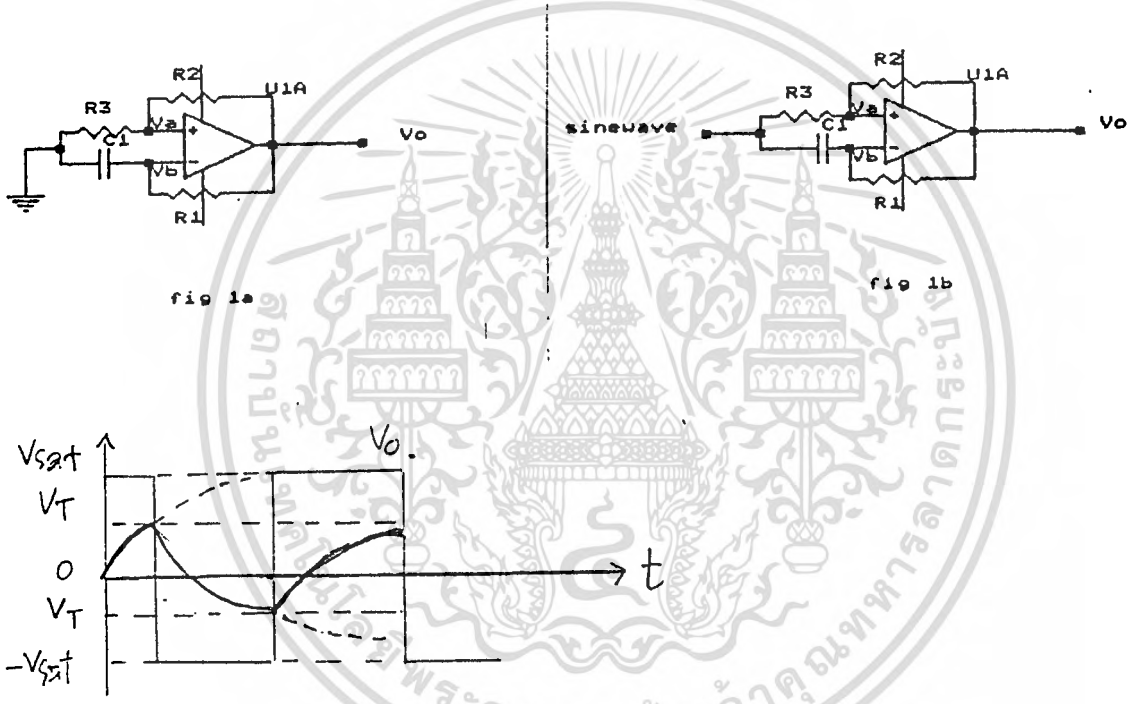


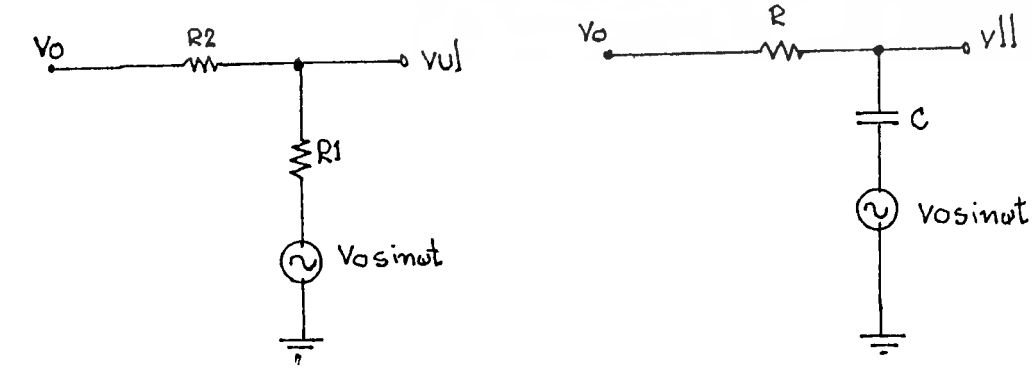
RC PHASESHIFTER VARIABLE SINUSOIDAL OSCILLATOR CIRCUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PULSE WIDTH MODULATION

สัญญาณpwm เกิดจากการนำสัญญาณ sine wave ที่มีขนาดสัญญารคงที่ซึ่งสามารถปรับช่วงความถี่ตั้งแต่ 0-100 Hz นำมา modulationกับวงจร free running multivibrator ดังรูปที่1b ใช้หลักการสร่างสัญญาณ pwm โดยอาศัยการชาร์จ และ การคายประจุของ ตัวเก็บประจุ มาเปรียบเทียบกับ sine wave จาก oscillator





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_{ul} = \left[\frac{v_o - v\sin\omega t}{R1+R2}\right]R1 + v\sin\omega t \; ; \quad V_{ll} = -\left[\frac{v_o + v\sin\omega t}{R1+R2}\right]R1 + v\sin\omega t$$

$$iR + \frac{1}{C}\int i\,dt = v_o - v\sin\omega t$$

$$\frac{di}{dt} + \frac{i}{RC} = -\frac{v_o\omega\cos\omega t}{R}$$

$$i = e^{t/RC}\left[-\frac{\omega v_o}{R}\int\cos\omega t\, e^{t/RC}\,dt + c\right]$$

$$\int\cos\omega t\, e^{t/RC}\,dt = \frac{e^{t/RC}\left[\omega R^2C^2\sin\omega t + RC\cos\omega t\right]}{1+(\omega RC)^2}$$

$$i = -v_o\left[\frac{\omega^2R^2C^2\sin\omega t + \omega C\cos\omega t}{1+(\omega RC)^2}\right] + ce^{-t/RC}$$

$$i_{(o)} = \frac{v_o - v_{ll}}{R}$$

$$= \left[v_o + \left(\frac{v_o + v\sin\omega t}{R1+R2}\right)R1 - v\sin\omega t\right]/R$$

ที่ $t = 0$ จะได้

$$c = \left[v_o + \left(\frac{v_o + v\sin\omega t}{R1+R2}\right)R1 - v\sin\omega t\right]/R + \frac{v_o\omega C}{1+(\omega RC)^2}$$

$$i = \frac{1}{R}\left[v_o + \left(\frac{v_o + v\sin\omega t}{R1+R2}\right)R1 - v\sin\omega t + \frac{v_o\omega CR}{1+(\omega RC)^2}\right]e^{-t/RC} - v_o\left[\frac{(\omega RC)^2\sin\omega t + \omega RC\cos\omega t}{1+(\omega RC)^2}\right]$$

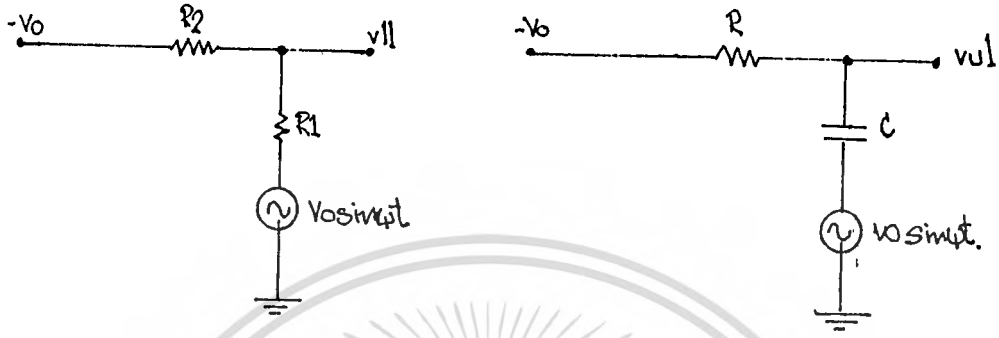
$$V_{ul} = v_o - v_R$$

$$= v_o - \left[\left(\frac{v_o + v\sin\omega t}{R1+R2}\right)R1 - v\sin\omega t + \frac{v_o\omega CR}{1+(\omega RC)^2}\right]e^{-t/RC}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$vo[\frac{(\omega RC)^2}{1+(\omega RC)^2}\sin\omega t+\omega RC\cos\omega t]$$

$$t1 = RC\ln[\frac{(1+(\omega RC)^2)(2R1+R2-R2\sin\omega t)+(R1+R2)\omega RC}{(1+(\omega RC)^2)(R2(1-\sin\omega t)+(R1+R2)((\omega RC)^2\sin\omega t+\omega RC\cos\omega t)}]$$



$$V11=\frac{-(vosin\omega t+vo)R1}{R1+R2}+vosin\omega t \quad ; \quad Vu1=\frac{(-vosin\omega t+vo)R1}{R1+R2}+vosin\omega t$$

$$iR+\frac{1}{C}\int idt = vo+sin\omega t$$

$$i = vo[\frac{(\omega RC)^2}{1+(\omega RC)^2}\sin\omega t+\omega C\cos\omega t] + ce^{-t/RC}$$

$$c = [vo+\frac{(vo-vosin\omega t)R1}{R1+R2}+vosin\omega t]/R- vo[\frac{\omega c}{1+(\omega RC)^2}]$$

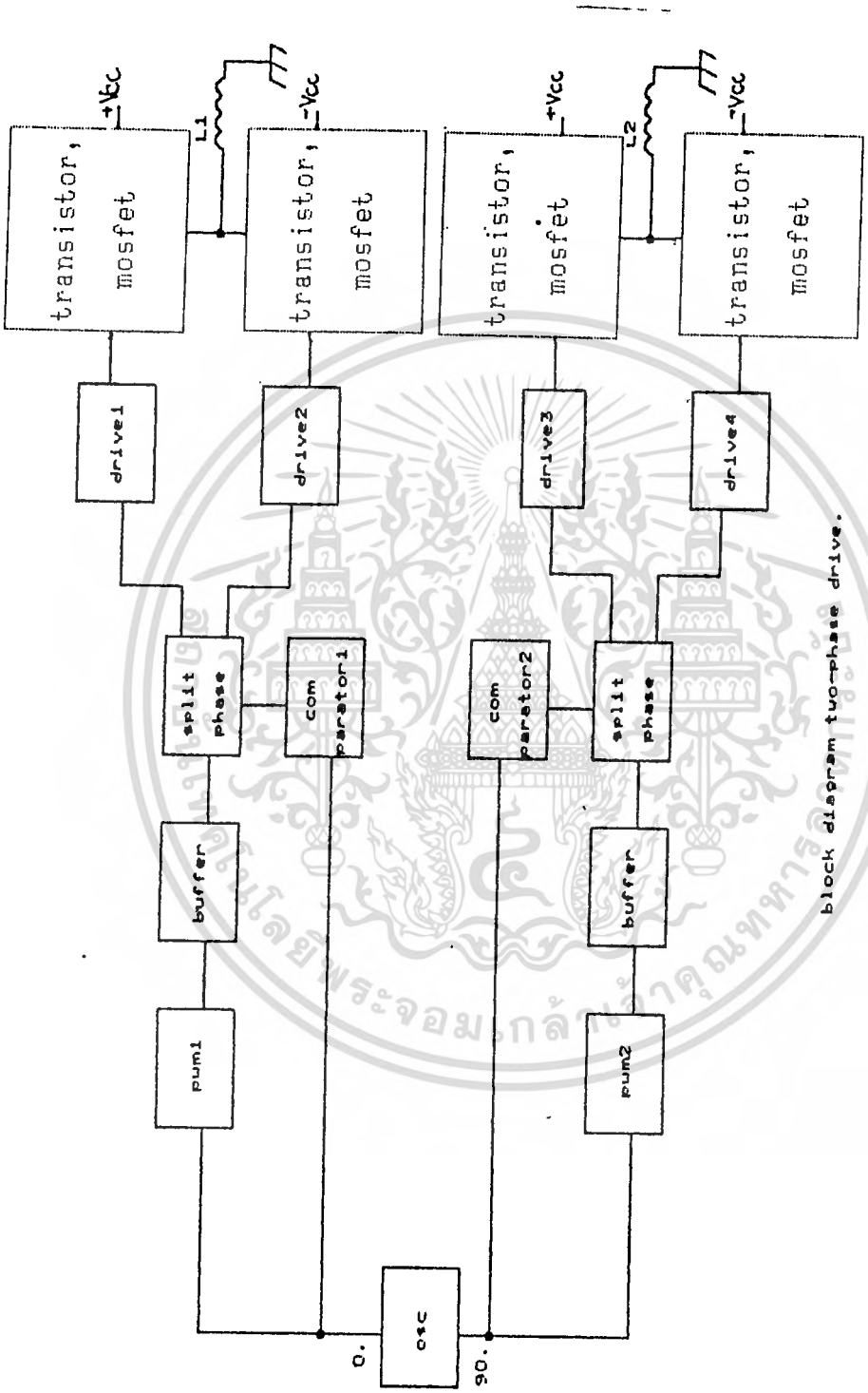
$$i = [vo+\frac{(vo-vosin\omega t)R1}{R1+R2}+vosin\omega t]/R-vo[\frac{\omega C}{1+(\omega RC)^2}]e^{-t/RC}$$

$$+ vo[\frac{(\omega RC)^2}{1+(\omega RC)^2}\sin\omega t+\omega RC\cos\omega t]$$

$$V11 = vR-vo$$

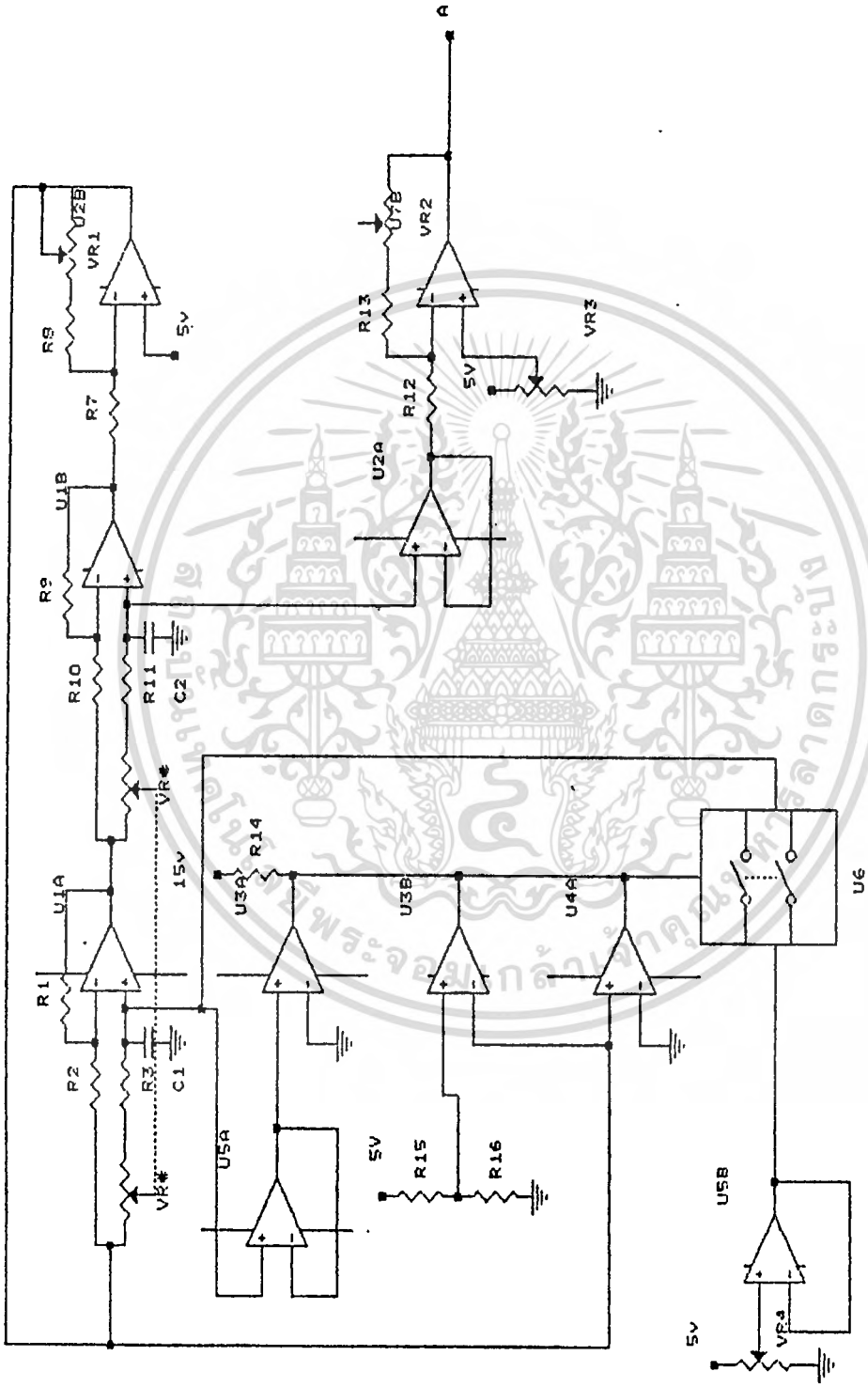
$$t2 = RC\ln[(\frac{1+(\omega RC)^2}{(R2+R2sin\omega t)(1+(\omega RC)^2)-(R1+R2)((\omega RC^2)sin\omega t+\omega RC\cos\omega t)})(2R1+R2+R2sin\omega t)-(R1+R2)\omega RC]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

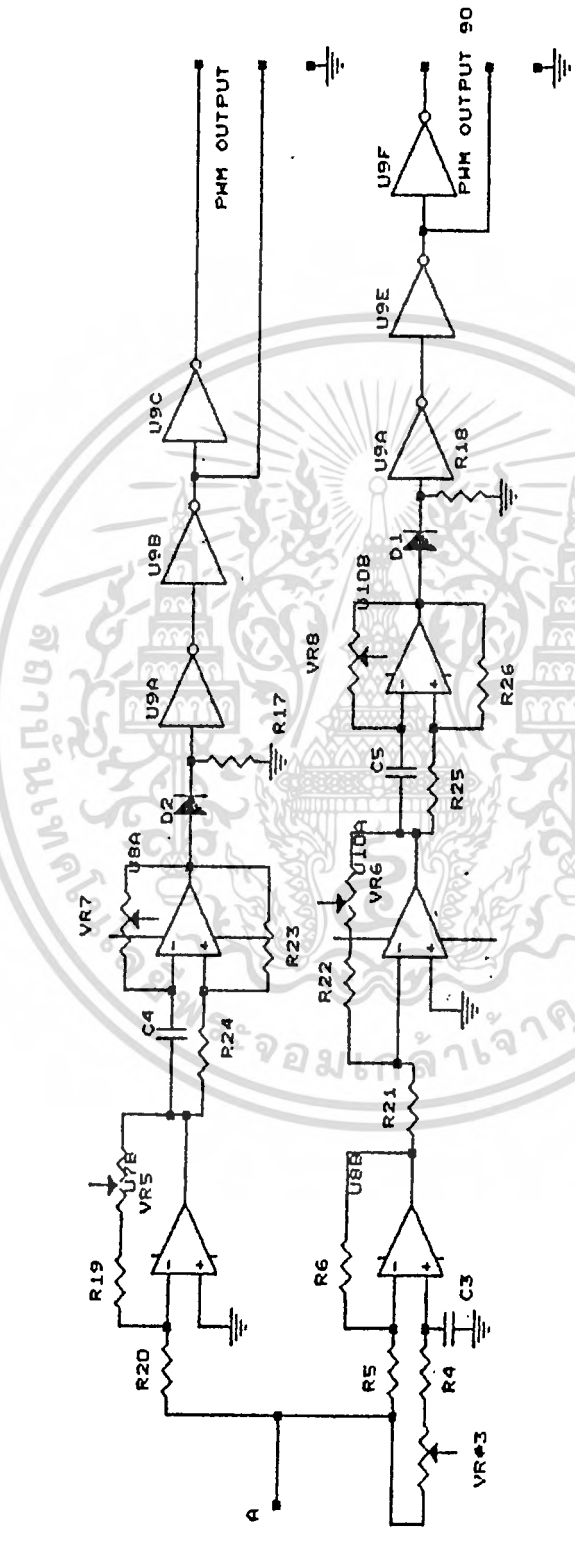


block diagram two-phase drive.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของวงจร OSCILATOR และภาค PWM

สำหรับภาคเรียนที่ 2 มิการปรับปรง ภาคไดร์เป็น 2 เพสไดร์ ดังนั้นสัญญาณก้จะนำเข้า Transistor หรือ เฟสที่ 2 จะต้องมีการ Shift ไปอีก 90° พิจารณาจากรูป หัวใจหลักของวงจร OSCILATOR U1A , U1B และ U2B U1A, U1B ต่อเป็นวงจร First Order RC. PhaseShifter. U2B ทำหน้าที่เป็นตัว Invert สัญญาณและกลับเพส Feedback ป้อนหลับเข้ามาที่ U2A เป็นลักษณะของ Negative Feedback ปรับความถี่ของวงจร โดยมี U3A U4A เป็น Window Comparator สร้าง Puse แคบ ๆ ไปปิด U6 เมื่อช่วงที่ Amplitude ตกจะมี Pulse แคบ ๆ ไปทริก C1 ทำให้สัญญาณSine Output มีขนาดคงที่ U2A ทำหน้าที่เห็น Buffer UA ทำหน้าที่ปรับระดับสัญญาณ อยู่ที่ระดับศูนย์ และปรับขนาดที่ต้องการ U7B ทำหน้าาที่ปรับขนาดที่จะป้อนสู่ UBA เป็นตัวสร้าง PWM Inverter ทั้ง 2 ตัวทำหน้าที่กลับเพส 180 ° เพื่อใช้ทำการ Lock เฟส ในภาค Drive ไม่ให้ Mosfet on พร้อมกัน 2 ตัว

U8B เป็นตัว Phade shiff สัญญาณ Sine ไป 90 ° โดย VR#3 ปรับความถี่โดย VR#1, VR2#,VR#3 นำมาดัดแปลงต่อแกนร่วมกัน ดังนั้นความถี่ชุดหลังจึงมีเพสต่างไป 90 ° ของทุกความถี่หลัก U1UA, U1OB ทำงานเช่นเดียวกับชุดที่กล่าวตอนต้น สัญญาณที่ PWM ชุดนี้จะมีอัตราส่วนต่างกับ PWM ชุดแรก เนื่องจากชุด RUN และ ชุด STAST มี Reactance โดยชุด RUN มี Reactance สูงกว่า ชุด START ทำให้กระแสไหลผ่านสูงกว่า จึงต้องจัดความถี่ของชุด START ซึ่งมี Reactance ต่ำกว่าให้ F สูงกว่าประมาณ 3 เท่า เพื่อให้กระแสที่ไหลเป็นสัดส่วนที่เท่าเทียมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SINGLE-PHASE HALF-BRIDGE INVERTER

หลักการของ SINGLE-PHASE INVERTER สามารถอธิบายได้ในรูปที่ 1a วงจร INVERTER ประกอบด้วยตัวตัด (CHOPPER) 2ตัว ซึ่ง Q1 และ Q2 จะสลับกันทำงาน เมื่อ Q1 TURN ON , Q2 จะ TURN OFF ในช่วงเวลา $T_{o/2}$ แรงดันที่ตกคร่อม LOAD จะเป็น $V_{s/2}$ และในทางตรงกันข้าม เมื่อ Q2 TURN ON , Q1 TURN OFF ในช่วงเวลา $T_{o/2}$ แรงดันที่ตกคร่อม LOAD จะเป็น $-V_{s/2}$ ดูรูปคลื่นที่รูป 1b สำหรับ LOAD ที่เป็น RESISTIVE LOAD

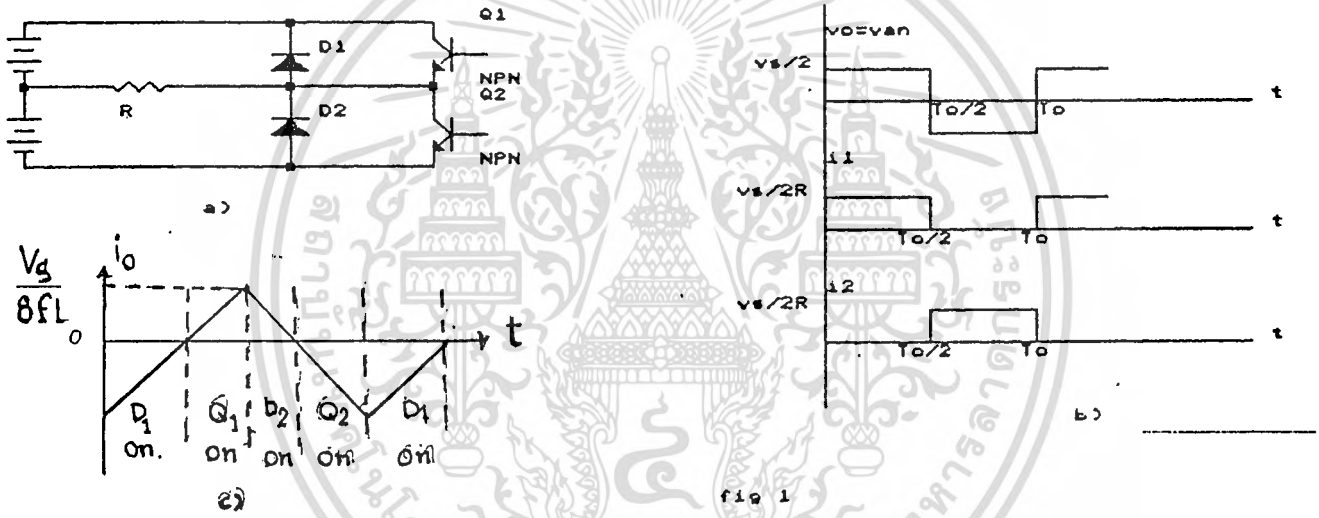


fig 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RMS OUTPUT VOLTAGE หาได้จาก

$$V_o = [2/T_o \int_0^{To/2} V_s^2 /4 \, dt]^{1/2} = V_{s/2} \quad (1)$$

INSTANTANEOUS OUTPUT VOLTAGE สามารถแสดงโดย FOURIER SERIES

$$V_o = \sum_{n=1,3,5...}^{\infty} 2V_s/n\pi \sin nwt \quad (2)$$

$V_o = 0$ สำหรับ n=2,4

ที่ $w=2\pi f$ คือ ความถี่ output สำหรับ n=1 สมการที่ 2 หาค่า rms ของ fundamental component

$$V_1 = 2V_s/\sqrt{2}\pi = 0.45 V_s \quad (3)$$

สำหรับ inductive load กระแสที่ load ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงทันทีทันใดได้ ถ้า Q1 turn off ที่ $t=T_o/2$ กระแสที่โหลดก็ยังไหลอยู่โดยผ่าน D_2 , load และแหล่งจ่ายซึกลบ จนกระทั่งกระแสตกเป็น 0 ในทำนองเดียวกัน เมื่อ Q_2 turn off ที่ $t=T_o$ กระแสที่โหลดจะไหลผ่าน D_1 , load และแหล่งจ่ายซึกบวก เมื่อใดที่ D_1 หรือ D_2 conduct พลังงานจะส่งกลับมายัง DC SOURCE และ DIODE นี้เรียกว่า DIODE FEEDBACK กระแสใน inductive load ในรูป 1c

SINGLE-PHASE FULL-BRIDGE INVERTER

วงจร full-bridge inverter ดังรูป 2a จะประกอบด้วยตัวตัด (chopper) 4ตัว การทำงาน Q_1 และ Q_2 จะทำงานพร้อมกันและ Q_3 , Q_4 จะทำงานพร้อมกัน เมื่อ Q_1 , Q_2 turn on แรงดันที่ตกคร่อม load จะเป็น V_s ถ้า Q_1 , Q_3 turn on แรงดันตกคร่อม load จะกลับทาง คือ $-V_s$ รูปคลื่น V_o ดูจากรูป 2b

RMS OUTPUT VOLTAGE หาได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_o = [2/T_o \int_0^{T_o/2} V_s^2 \, dt]^{1/2} = V_s \qquad (4)$$

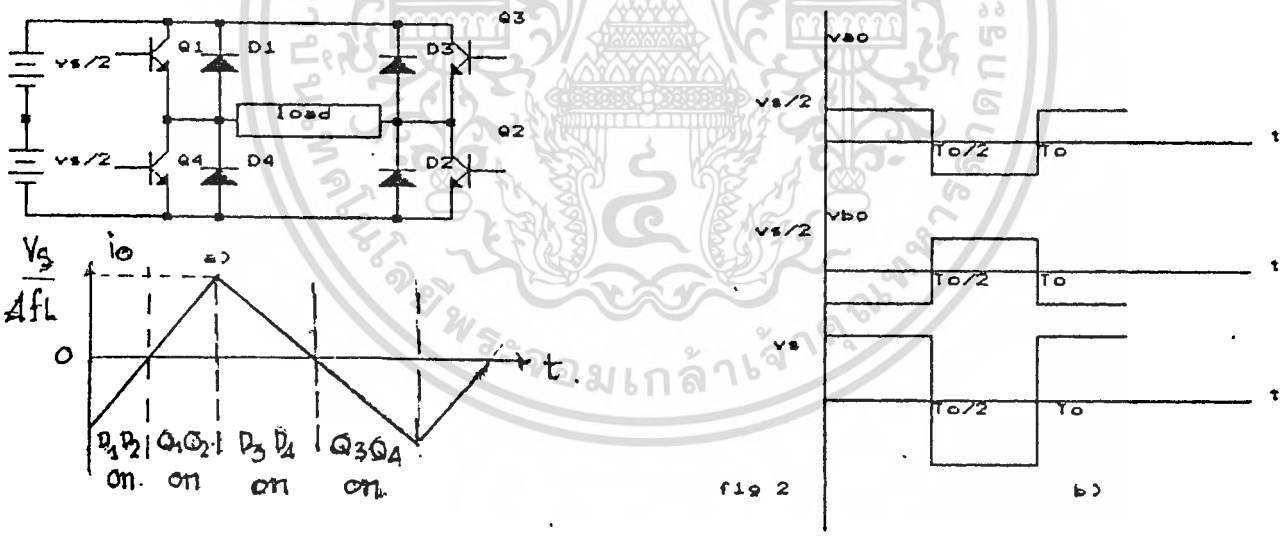
INSTANTANEOUS OUTPUT VOLTAGE

$$V_o = \sum_{n=1,3,5\ldots}^{\infty} 4V_s/n\pi \sin n\omega t \qquad (5)$$

สำหรับ n=1 สมการ 5 ค่า rms fundamental component

$$V_1 = 4V_s/\sqrt{2}\pi = 0.9\ V_s \qquad (6)$$

เมื่อ D_1 และ D_2 conduct พลังงานจะส่งกลับมายัง DC SOURCE รูป 2c รูปคลื่นกระแสที่ inductive load.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROTECTION FOR TRANSISTER BRIDGE INVERTER.

โดยส่วนมาก POWER TRANSISTER อาจจะเสียหายได้ เนื่องจาก SURGE VOLTAGE หรือ CURRENT ที่เกินอัตราของทรานซิสเตอร์ แม้ว่าจะเป็นเวลาสั้นๆก็ตามเราไม่สามารถป้องกันโดยใช้ FUSE หรือ FAST ACTING CIRCUIT BREAKER ได้ จึงจำเป็นต้องมีวงจรป้องกันตัว POWER TRANSISTER

จากวงจรรูปที่ 1 สมมติให้ ช่วงเวลา "ON"และ "OFF"ต่างกันเล็กน้อย ดังนั้นLOAD CURRENT. จึงคงที่ ขณะที่ทรานซิสเตอร์ทำงานเป็น SWITCH พิจารณาจากรูป T1,T4 จะทำงานสลับกัน เช่นเดียวกับ T2,T3 แต่ระหว่างการทำงานจะมีการเปลี่ยนแปลงของLOAD CURRENT อย่างรวดเร็ว เป็นเหตุให้เกิด HIGH VOLTAGE SPIKE ทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้ จึงต่อ DIODE คร่อมทรานซิสเตอร์ดังรูปที่ 1 เพื่อให้กระแสไหลผ่านในทิศทางเดียวกัน

OVER CURRENT PROTECTION AND BASE DRIVE CIRCUIT.

CIRCUIT DIAGRAM ในรูปที่ 2 IC1เป็น OPTO COUPLE.ทำหน้าที่แยกระหว่างLOGIC และ POWER CIRCUIT นำสัญญาณผ่านเข้าทางขา INVERTING ของ LM 311 ซึ่งทำหน้าที่เป็น SINGLE SUPPLY INVERTING SCHMITT TRIGGER พิจารณาจากรูป2

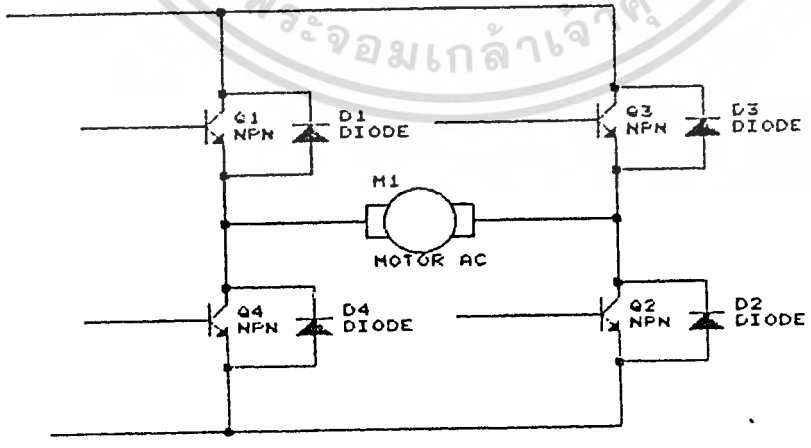


fig 1 Transister Bridge Inverter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

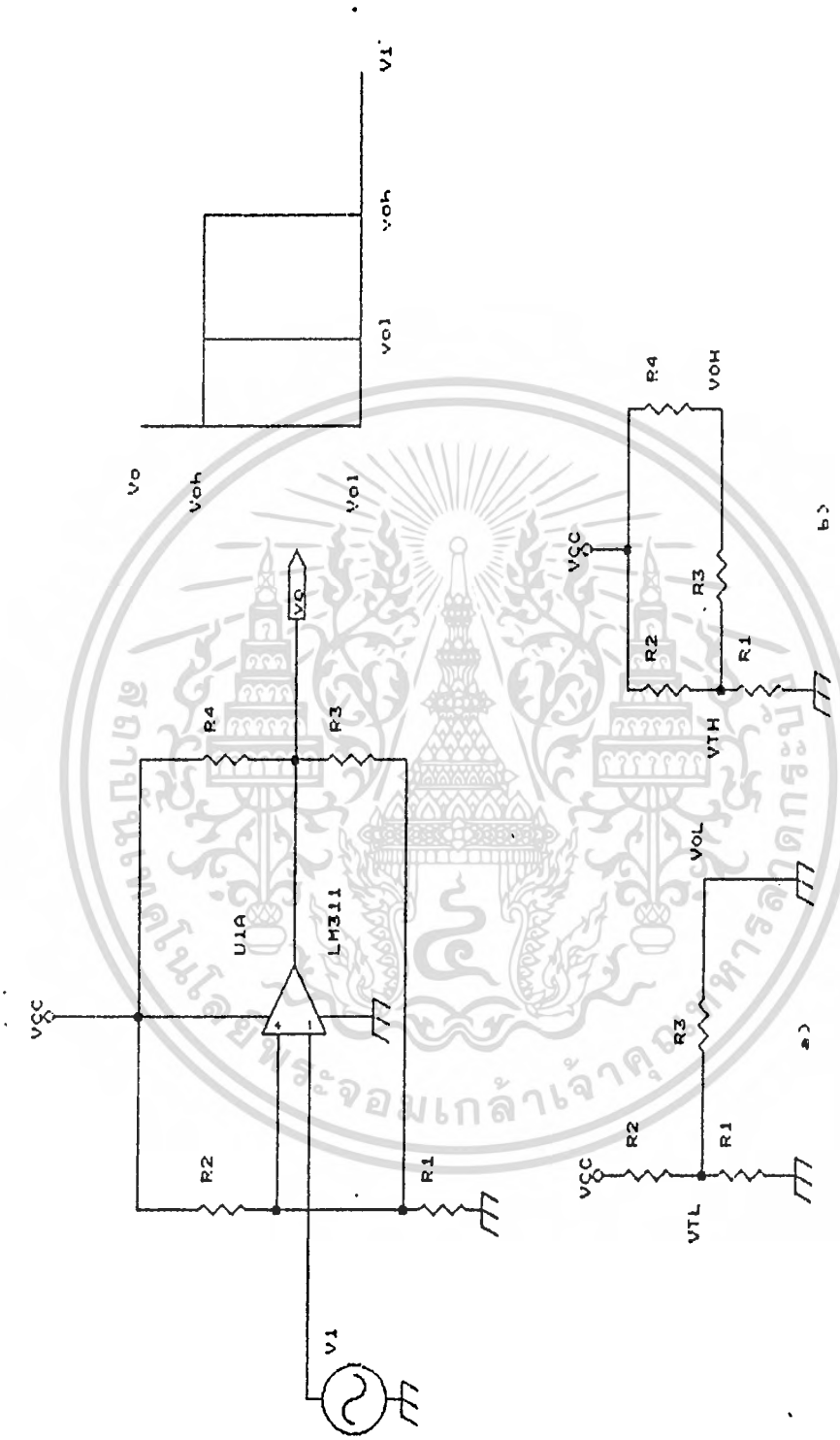


fig 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

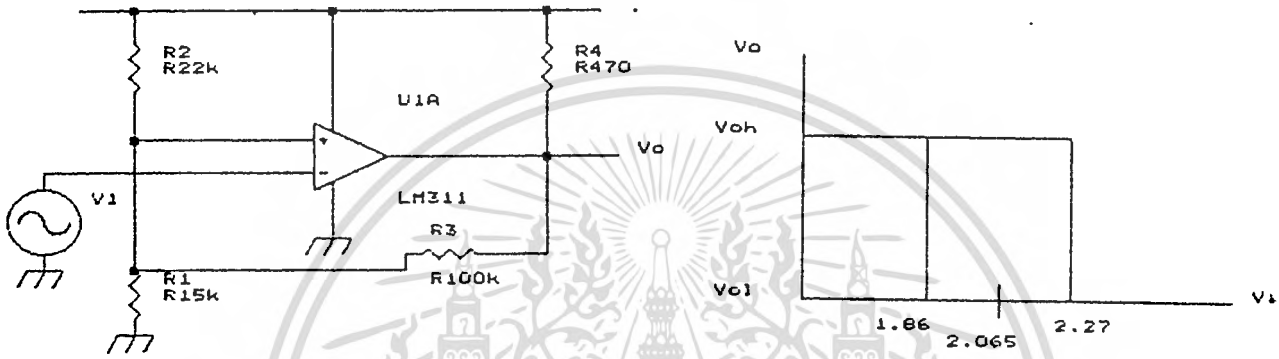
EQUIVALENTS OF THE CIRCUIT

a) Vo = Vol

b) Vo = Voh

Vth = R1*Vcc(1/(R1+R2//R3)

Vtl = (R1//R3)*Vcc(1/R1//R2+R3)



Vtl = 13.04k(5)/(13.04k+22k)

= 1.86 V.

Vth = 15k(5)/(15k+18.03k)

= 2.27 V

สัญญาณที่ OUTPUT ของ LM 311 จะมีเฟสเดียวกับ INPUT 2N2222 (T2) เป็น SW ทำหน้าที่กลับเฟส นำสัญญาณออกที่ขา C โดยผ่าน RC COUPLING ไปที่ T4 ซึ่งมีเฟสเดียวกับ INPUT สัญญาณออกขา C ไปควบคุม TIP 122 และ TIP12 ซึ่งเป็น MATCH PAIR ทำงานเป็นวงจร PUSH PULL ขับขาเบสของทรานซิสเตอร์กำลังP6 ทำหน้าที่เป็น ANTI-SATURATE DIODE ซึ่งกำหนดกระแสเบสของทรานซิสเตอร์ในขณะ QUASI-SATURATION และขณะนำกระแส D5 ทำงานเป็น AUTO PROTECTION เมื่อ POWER TRANSISTOR นำกระแส แรงดันที่ตกคร่อม VCE มีค่าประมาณ 2.6 V ซึ่งกำหนดได้จาก R12และR13 ถ้าค่าแรงดันสูงกว่า 2.6 V Vcของ T3 จะสูงกว่า Vb ซึ่งทำให้ T3 หยุดนำกระแส ในทางกลับกัน ก็จะทำให้ Tp หยุดนำกระแส วงจรที่กล่าวมานี้มีการออกแบบเป็น AUTO-REGULATED AND AUTO-PROTECTED BASE DRIVE มีข้อดี แบ่งเป็นข้อๆดังนี้

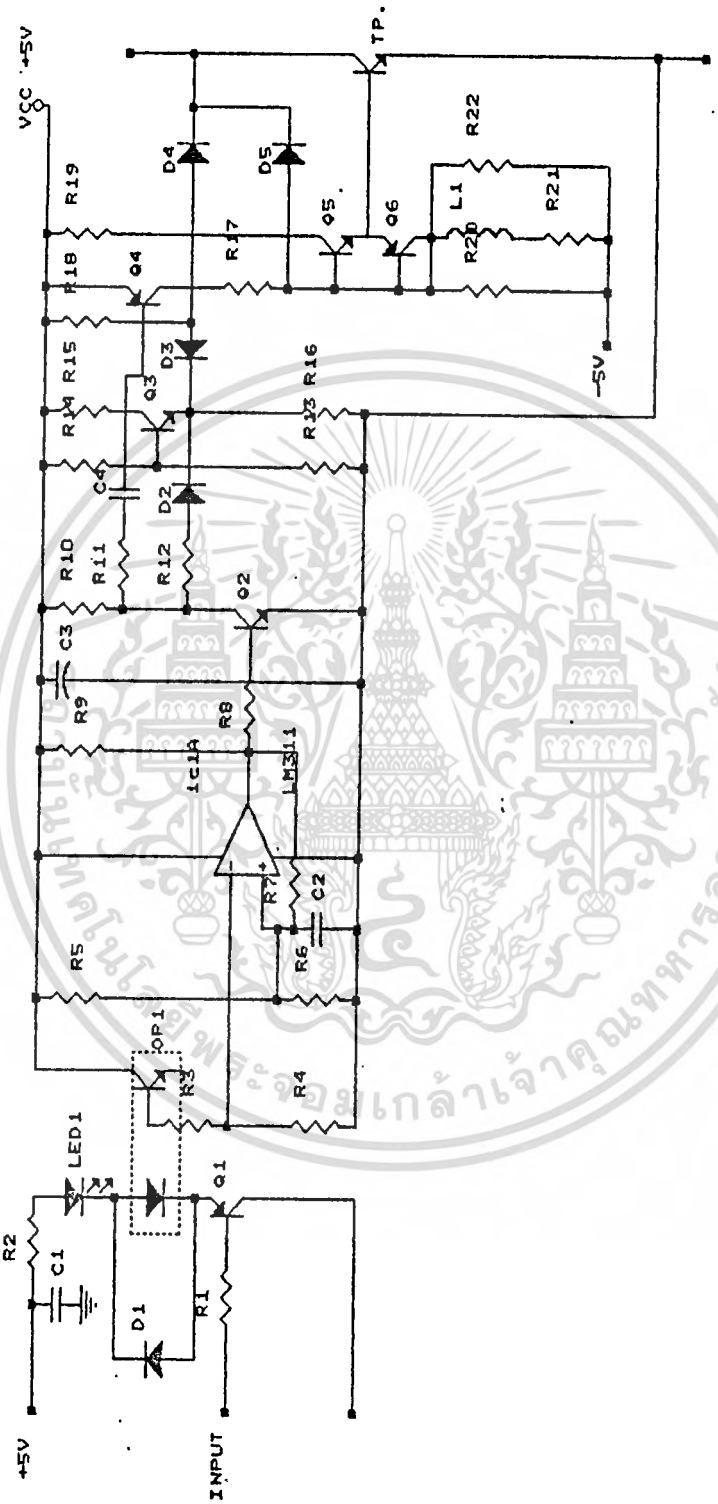
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กระแส SPIKE ขณะทรานซิสเตอร์นำกระแสและแรงดัน SPIKE ขณะหยุดนำกระแส สามารถควบคุมให้ลดลงได้

2. มีการกำจัดกระแส ในกรณีที่ลัดวงจร

3. POWER DISIPATION ในทรานซิสเตอร์ลดลง ซึ่งทำให้อุณหภูมิลดลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

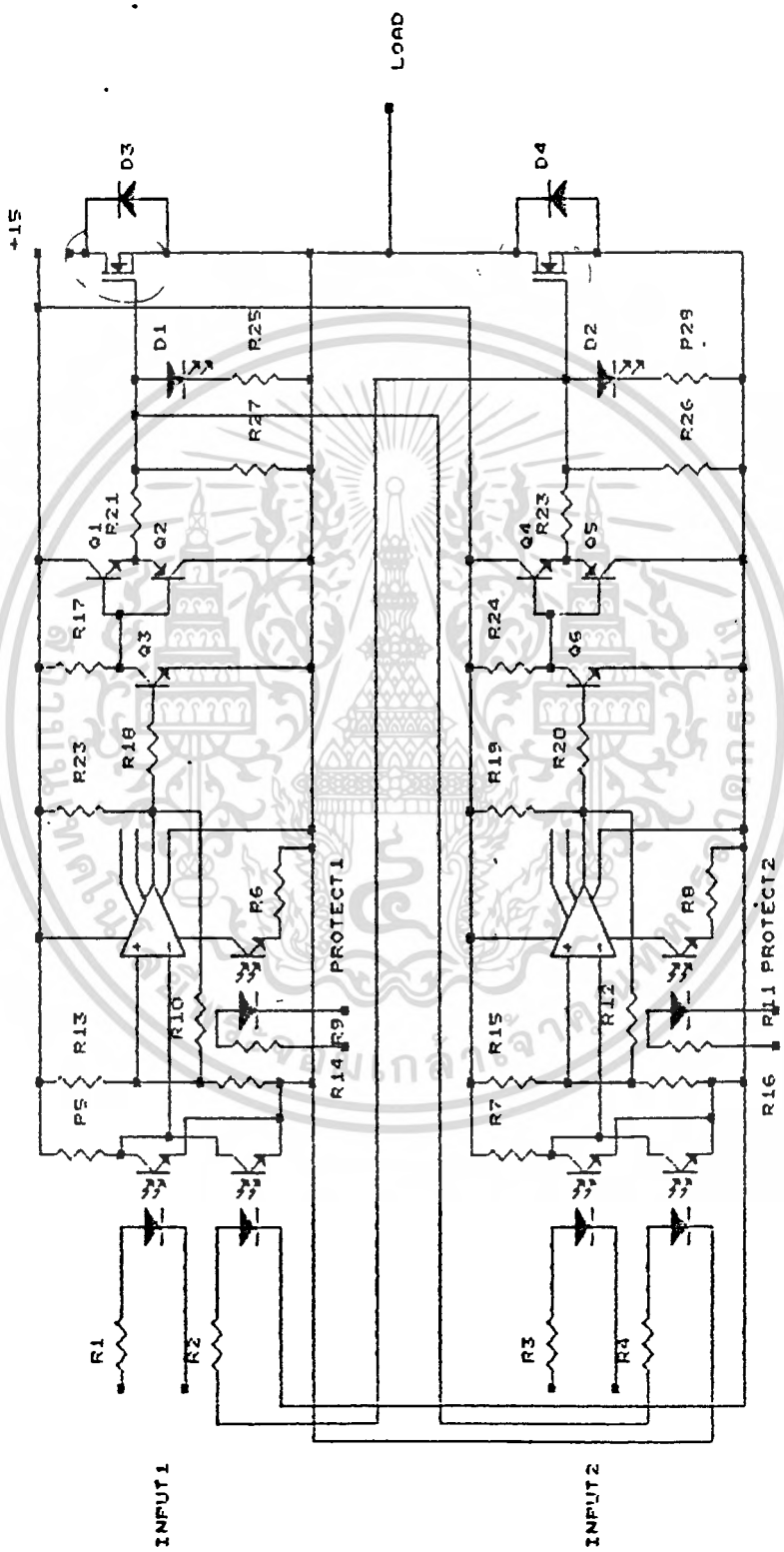
หลักการทำงานของวงจร drive

สัญญาณ pwm ผ่าน opto couple เพื่อแยกกราวด์ระหว่างภาคควบคุมและภาคกำลัง สัญญาณที่ผ่าน opto couple จะมีเฟสต่างกันกับ สัญญาณอินพุท เข้า LM311 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจร single supply inverting schmittrigger เพื่อให้สัญญาณมีความคมชัดถูกต้อง สัญญาณตรงจุดนี้จะมีเฟสเดียวกับอินพุท Q3 เป็นตัวกลับเฟสสัญญาณส่งผ่าน Q2,Q1ต่อเป็นวงจร push pull ส่งขับขาเกทของ มอสเฟต D1เป็นตัวแสดงสภาวะการทำงาน

พิจารณาจากวงจร opto couple อีกชุดหนึ่งซึ่งมีการต่อเหมือนกับชุดแรก จะต่อให้ inter lock โดยนำสัญญาณทางด้าน เอ้าพุทของอีกชุดหนึ่งมาต่อ lock สลับกันเพื่อป้องกันกรณี on พร้อมกันของ มอสเฟต

ขา strobe ของ LM311จะต้องปล่อยลอย แต่เมื่อต่อขา strobe ลง กราวด์ จะทำให้มีสัญญาณ 1 ทางเอ้าพุทของ LM311 ดังนั้นจึงต่อ Q3 กลับเฟสของสัญญาณเพื่อหยุดการทำงานของ มอสเฟตซึ่งกล่าวต่อไปภาค protectionต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

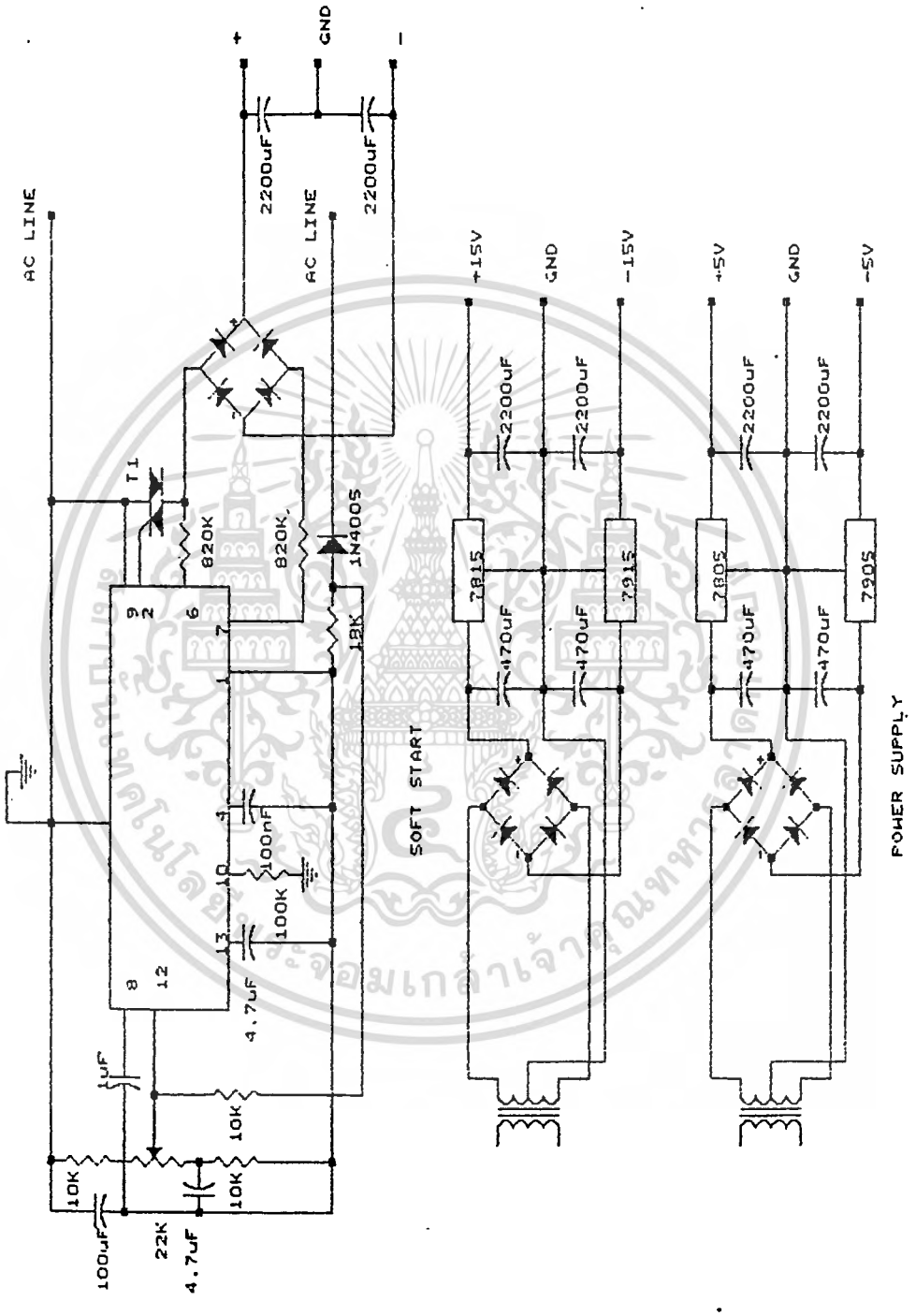
หลักการทำงานของวงจร soft start

วงจร soft start คือวงจรที่ปรับมุมทริกของไฟสูง ในวงจรที่ใช้งานใช้ ไอซี เบอร์ TDA 1185A ของบริษัท โมโตโรล่า ทำหน้าที่เป็น TRIAC PHASE ANGLE CONTROLLER หรือ คล้ายกับวงจรหรี่ไฟที่มีวงจรหน่วงเวลา TDA 1185Aจะผลิตพัลซ์ทริกเกอร์เพื่อไปควบคุม ไตรแอค มุมทริกกำหนดโดย ramp voltage ซึ่งเกิดพร้อมกับ เอซี ไลท์และนำมาเปรียบเทียบกับ external set voltage เป็นตัวกำหนดมุมต่างๆ

เกท พัลซ์จะเป็นลบ (กระแสซิงค์)ดังนั้น ไตรแอคจึงมีผลทาง ควอแดรนที่2 และ 3 มากที่สุด

เอซีไลท์ผ่านไดโอด เรคติไฟล์ผ่านตัวต้านทาน 18 โอห์ม , 2 วัตต์ จะได้ไฟลบและถูกเร็กกูเลทโดย integrated zener ภายในตัว ไอซี trigger pulse จะมีความกว้างเป็นสัดส่วนกับ R10,C4 เมื่อมีความผิดพลาดเกิดขึ้น ขา6จะส่งพัลซ์มาทริกไตรแอคให้หยุดทำงาน และนอกจากนี้ TDA1185 ยังใช้ประโยชน์ในการป้องกันการเกิดกระแสอย่างทันทันใด หรือกล่าวง่ายๆว่า วงจร soft start firing angle จะเริ่มจาก 0 จนถึงค่าแรงดันที่ต้องการ และมีกระแสที่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของวงจร protection

พิจารณาจากวงจร R1 มีค่า 1 โอห์มจากกฎของโอห์มณ I กับ V จะแปรเป็นสัดส่วนกัน ดังนั้นเมื่อกระแสเกินระดับที่ตั้งไว้ทำให้วงจร comparator ทำงานทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานค้าง เนื่องจากตัวเก็บประจุ ทำให้รีเลย์ทำงานตัดไฟสูงจากมอเตอร์และไฟจากส่วนนี้จะส่งไป opto couple เพื่อบังคับขา strobe ส่งผลให้มอสเฟตหยุดทำงาน

หลักการทำงานของวงจรแสดงผล

พิจารณาจากวงจรนำสัญญาณ sine wave ผ่านวงจร schmittrigger เพื่อสร้างพัลซ์ในรูปความถี่ เข้าวงจร precision frequency to voltage converter จะได้สูตรว่า

Vout = -finx2.09xRfx(RtCt)/Rs

เลือก Rx = (Vs-2)/0.2ma

ในวงจร Rs = ความต้านทานตรงขา 2

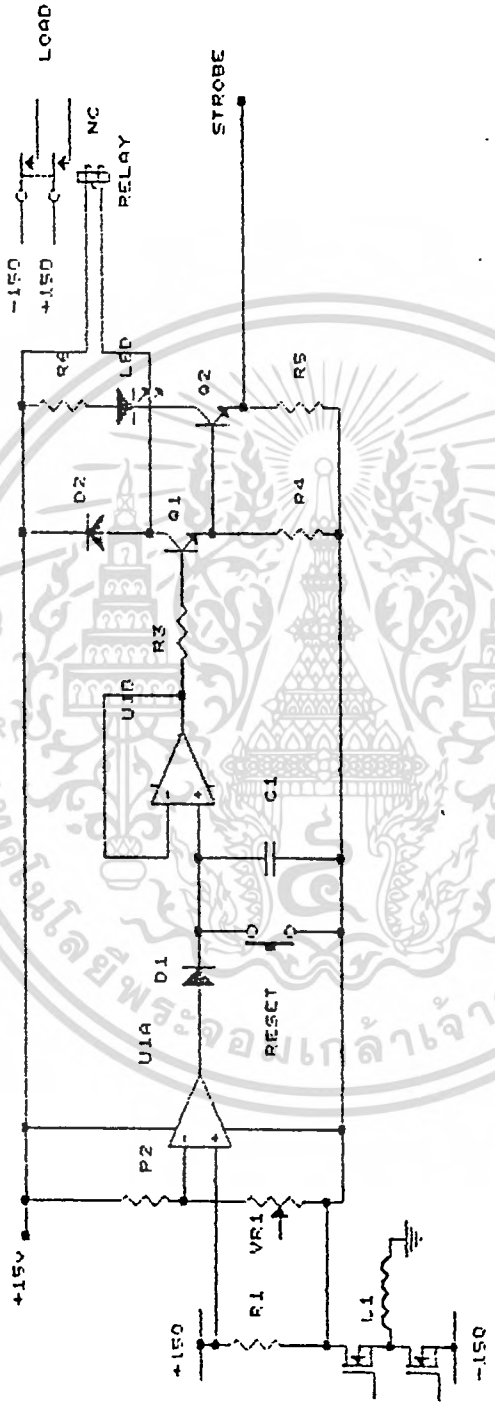
Rt = ความต้านทานตรงขา 5

Ct = ความต้านทานตรงขา 5

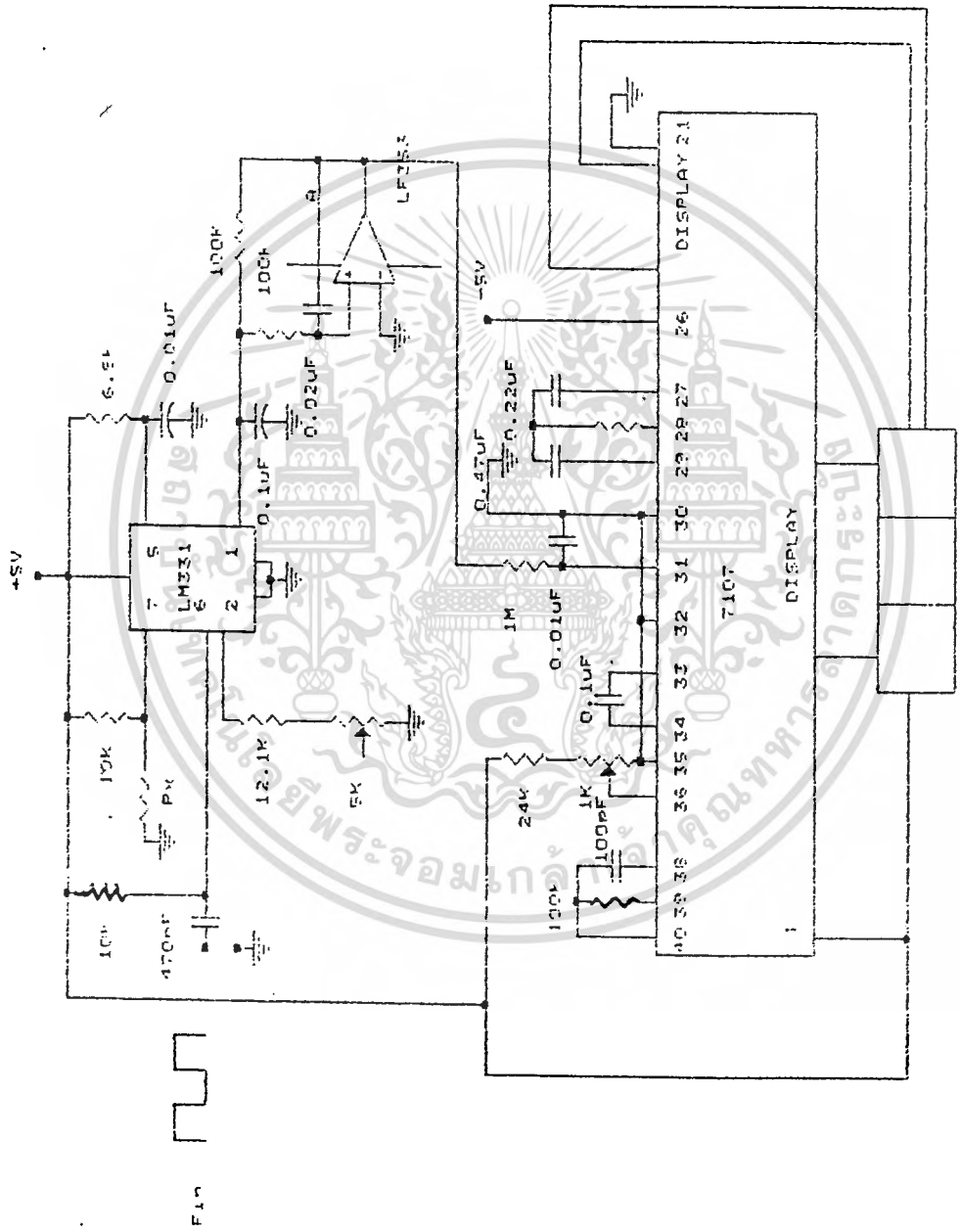
Rf = ความต้านทานตรงขา 1

สำหรับวงจรที่มีความถี่สูงกว่า 1kHz จะมี ripple ต่ำกว่า 5 mV แต่วงจรที่มีความถี่ต่ำกว่า 2ooHz จะมี ripple ค่อนข้างสูง นำแรงดันส่งไปยัง ICL7107 ทำงานเป็นดิจิตอลมิเตอร์ R4เป็นตัวปรับ calibrate ตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้เครื่องควบคุมความเร็วอินดั๊กชั่นมอเตอร์

หน้าปัทม์ด้านหน้าแสดงสวิทช์ เอซี หลอดไฟแสดงสภาวะการ protection ภาคแสดงความถี่เป็นตัวเลข และปุ่มปรับความเร็ว

หน้าปัทม์ด้านข้างแสดง terminal ต่อไฟเข้ามอเตอร์ และฟิวส์

การใช้งาน

เมื่อต่อ terminal เข้ากับมอเตอร์เรียบร้อย ต่อไฟ 220 V เข้าเครื่องก็สามารถใช้งานได้เลย โดยมี 7 segment เป็นตัวแสดงความถี่ที่ป้อนให้อินดั๊กชั่นมอเตอร์

เมื่อเกิดปัญหา กับเครื่องควบคุมความเร็วเครื่องนี้ วงจร protection จะทำงานโดยอัตโนมัติ หลอดไฟจะติด แสดงให้เห็นว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้น เพื่อป้องกันความผิดพลาดของ มอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและสรุปงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการทดลองปรับความเร็วของเครื่องควบคุมความเร็วที่กระแสจุดต่างๆ และที่ระดับความถี่ของ pwm แต่ละขดต่างกันได้ผลดังตารางข้างล่างนี้

f (Hz)	I(A)ขด start	I(A)ขด run
111	0.95	0.18
100	1.00	0.24
90	1.15	0.30
80	1.29	0.28
71.4	1.44	0.28
66.67	1.51	0.23
50	1.52	0.38
40	1.59	0.46
34.4	1.48	0.54
30.7	1.42	0.58
22.7	1.44	0.66
20	1.44	0.70
17.2	1.44	0.82
13.5	1.50	0.96
8.9	1.64	1.10
8.3	1.74	1.15
5.9	2.00	1.22
4.8	2.72	1.18

Vsupply = 80 v; f ขด start = 166.67 Hz ;
f ขด run = 25o Hz

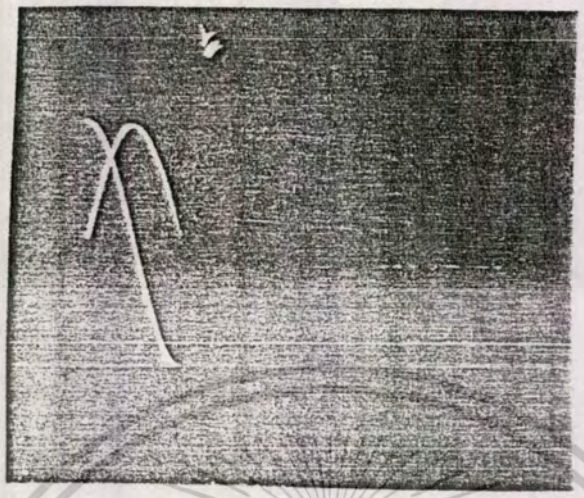
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f(Hz)	I(A)ขด start	I(A)ขด run
111	0.07	0.14
100	0.07	0.14
87	0.10	0.14
77	0.10	0.15
66.6	0.09	0.14
52.6	0.10	0.15
31.7	0.10	0.17
27	0.10	0.19
20.8	0.10	0.19
17.2	0.11	0.22
12.5	0.13	0.30
9.09	0.23	0.30
6.6	0.23	0.30
5.4	0.26	0.35
3.1	0.26	0.35-0.42
2	0.28	0.35-0.41
1.25	0.13-0.31	0.09-0.37
0.625	0.09-0.31	0.09-0.37

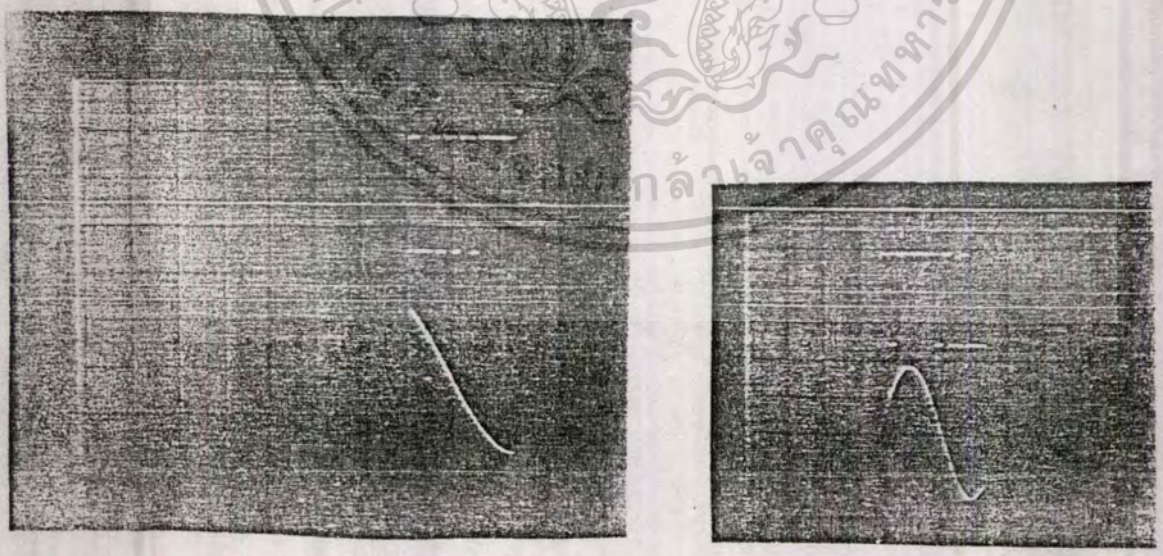
Vsupply = 100 v;f ของขด start = 200Hz;

f ของขด run = 250 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



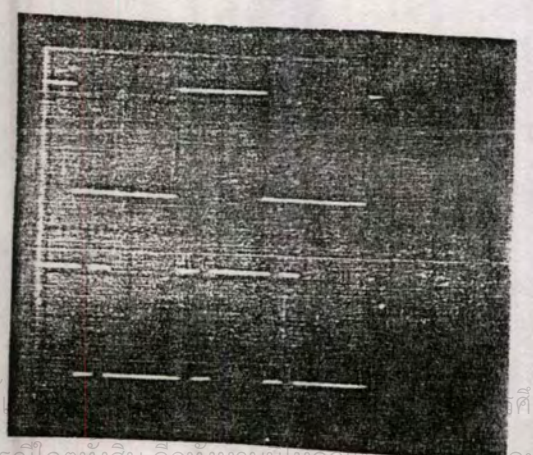
รูปที่ 1 แสดงรูปคลื่น sine wave จาก oscillator พร้อมทั้ง sine wave ที่มีเลื่อนไป 90°



รูปที่ 2 และ 3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างคลื่น sine wave และ PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4 และ 5 แสดงถึงคลื่น pwm ระหว่างขด run และ ขด start



เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิเคราะห์ผลของโครงงาน

1. จากการศึกษาวิจัยในภาคแรกพบว่าวงจร RC Phaseshifter แบบแรกที่ยังไม่ใส่ชุด INITIAL CONDITON จะมี ระดับแรงดันเอาท์พุท ไม่คงที่ ที่ระดับความถี่ต่ำจะมีขนาดเล็ก ที่ระดับความถี่กลาง ราว 30-60 HZ จะมีขนาดสูง และความถี่ช่วงสูงกว่านี้จะมีขนาดลดลง ยากแก่การนำไปใช้งาน ดังนั้นจึงต่อชุด INITIAL CONDITION เข้าไประดับแรงดันก็มีการเปลี่ยนแปลง แต่เล็กน้อยกว่าแบบแรกมาก ทั้งนี้เพราะว่าถ้าขนาดแรงดันไม่คงที่ การควบคุม PULSE WIDTH MODULATION เพื่อให้ระดับจำนวน PULSE ที่ต้องการมีความยุ่งยาก

2. การสร้างสัญญาณ PULSE WIDTH MODULATION เพื่อใช้กับวงจรขยายแบบสวิทช์นั้นมีผู้สนใจการศึกษาวิจัยกันมากแต่ส่วนมากจะสร้างโดยสร้างวงจรกำเนิดสัญญาณรูปไซน์และวงจรกำเนิดสัญญาณรูปสามเหลี่ยม และนำสัญญาณทั้ง 2 มาเปรียบเทียบกันซึ่งจะได้วัญญาณ PLUM ออกมา แต่วงจรที่นำมาใช้งานนี้เป็นวงจรซึ่งใช้ OP-AMP เพียงตัวเดียว โดยอาศัยหลักการต่าง ๆ เช่นเดียวกับวิธีการเบื้องต้น แต่มีปัญหาตรงที่ว่าการปรับความสมดุลของช่วงพัลซ์ได้ไม่สมบูรณ์ 100 %

3. วงจร PROTECTION และ DRIVE ประกอบไปด้วย ป้องกันกระแสเกิน และป้องกัน การ "ON" พร้อมกันของ POWER TRANSISTOR ผลที่ตามมาคือ POWER TRANSISTOR เสียหาย สำหรับภาคอินเวดเตอร์ โดยภาคทั่ว จะเป็นวงจร Drive กระแส เพื่อขับกระแสเบสของ Power Transistor ซึ่งผลในทางปฏิบัติจะควบคุมสัญญาณอินพุทมิให้ "ค่า" พร้อมกันยาก ผลจากการคำนวนเราสามารถใช้งานได้แต่เมื่อทดลองปฏิบัติบ่อยครั้งที่ Power transistor เสียหายจึงเปลี่ยนวงจรDrive เป็นแบบใช้ Mosfet ควบคุมแรงดันแทนกระแสสามารถลดปัญหาการ "ON" พร้อมกันได้ เพราะลักษณะการต่อภาค Drive มีการนำสัญญาณจาก Drive แรกมา LOCK ไม่ให้ ON และทำงานสลับกัน โอกาส "ON" พร้อมกันจึงไม่มี

4. ภาคแสดงผล ที่นำมาใช้คือวงจร F to V และนำแรงดันที่ได้ต่อกับ DVM ซึ่งผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจ แต่เนื่องจากภาค F to V นั้นใช้งานที่ความถี่ต่ำๆ จะเกิด Ripple ภาคแสดงผลจึงแสดง error แต่เพียงเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

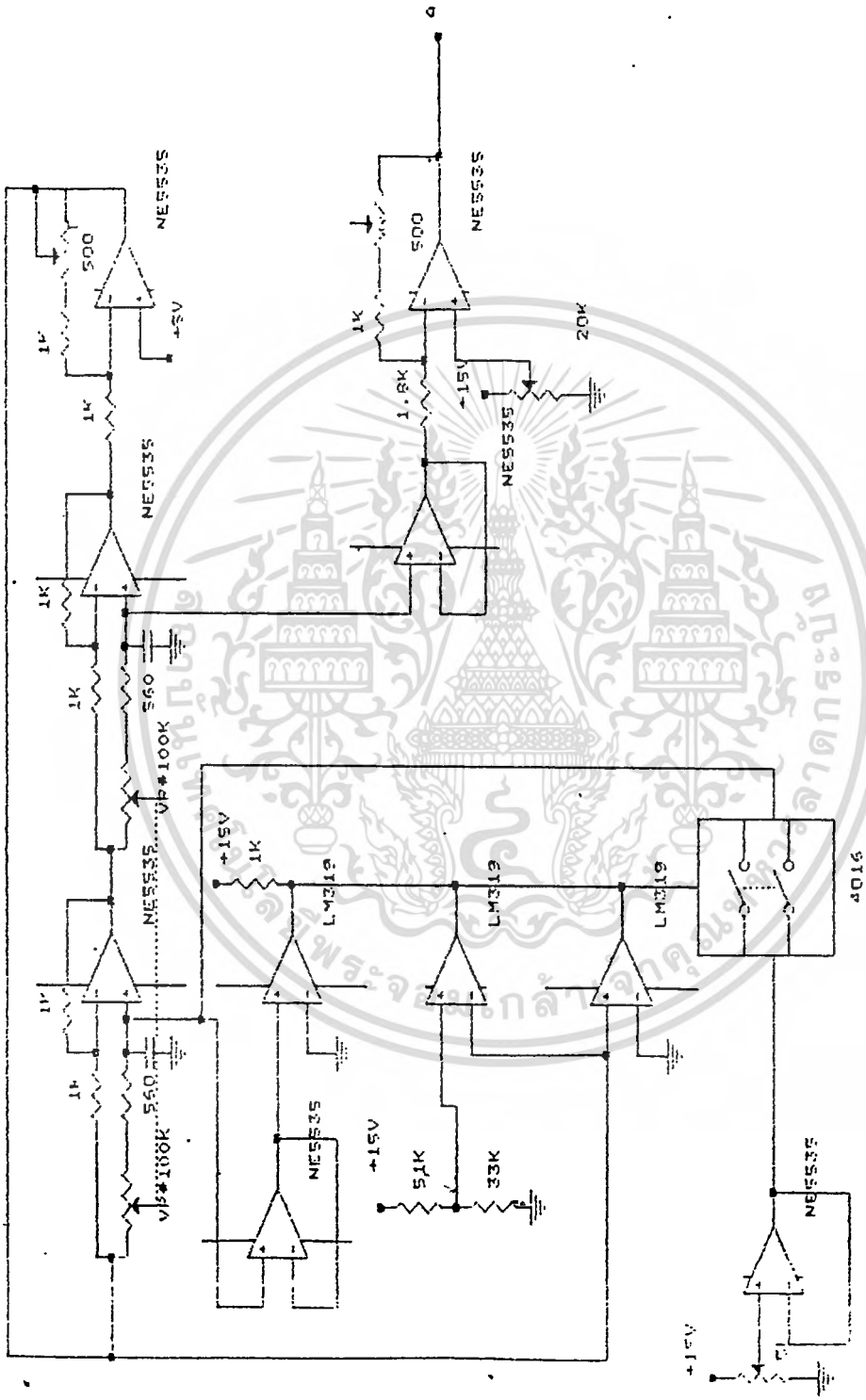
หนังสืออ้างอิง

1. Protection and Switching-Aid Networks for Transistor Bridge Inverter, IEEE TRASACTOINS ON INDUSTRIAL ELECTRONIC,VOLIE-33,NO. 2,MAY 1986.

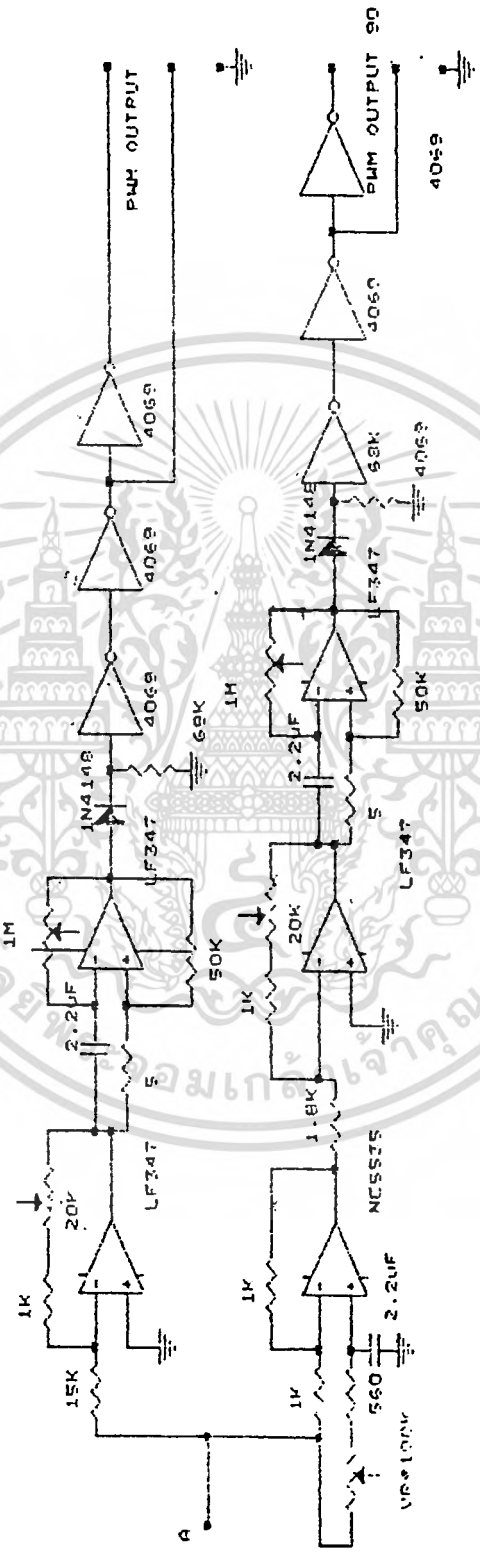
2. RC Phase-Shifter Variable Sinusoidal Oscillators Using Initial Conditions-Restoration Amplitude Control, IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT,VOL 39 ,NO. 6 DECEMBER 1990.

3. Power Electronic, MUHAMMED RASHID.

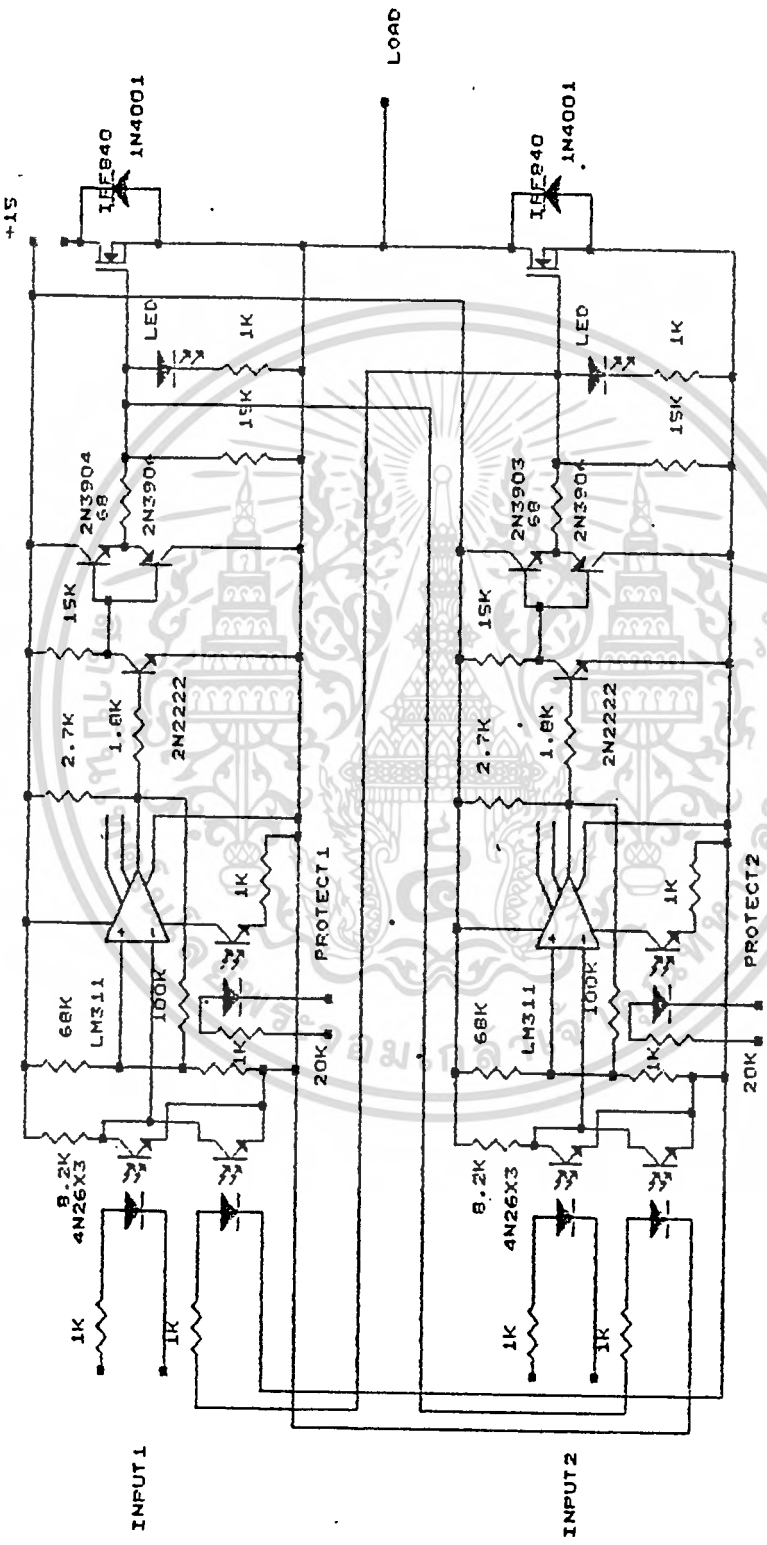
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำไปใช้งานมีอยู่ ๒ กรณี

กรณี ๑ ถ้านำไปใช้กับมอเตอร์แบบเฟสเดียว(SINGLE PHASE MOTOR)ก็สามารถควบคุมความเร็ว ได้จำนวน ๒เครื่อง พร้อม ๆ กัน แต่ต้องปรับCARRIER ของPWM1และPWM2ใหม่ ให้เหมาะสมกับมอเตอร์ที่จะนำมาต่อทั้ง PHASE1 และ PHASE2

กรณี ๒ ถ้าเป็นมอเตอร์เฟสเดียวที่ทำการแยกขดระหว่างขด RUN และขด START แล้วสามารถควบคุมความเร็วเป็นแบบ TWO-PHASE DRIVE ได้โดยการตั้ง CARRIER ในภาค PWM1 และ PWM2 ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับRATIO ที่คิดได้จากมอเตอร์ตัวนั้นจากขด RUN และ ขด START จากเครื่องที่ใช้อยู่ขณะนี้ เราตั้ง CARRIER ที่ PWM1 ที่ป้อนแก่ขด RUN (PHASE1ต่อสายสีแดง) ด้วยความถี่ 166.67 Hz ตั้ง CARRIER ที่ PWM2 ที่ป้อนแก่ขด START (PHASE2 ต่อสายสีดำ) ด้วยความถี่ 250 Hz

หมายเหตุ จะต้องต่อสายให้ถูกต้อง ตาม PHASE ที่กำหนด

จุด TEST POINTS

จุด TEST POINT มีทั้งหมด 5 จุด อยู่ที่หน้าปัดเครื่อง ตามลำดับดังต่อไปนี้

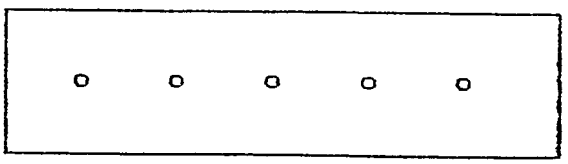
TP.1 COMMON (GROUND)

TP.2 SINEWAVE 0 (NONSHIFT)

TP.3 SINEWAVE 90 (SHIFT)

TP.4 PWM1 (OUTPUT)

TP.5 PWM2 (OUTPUT)



TP.1 TP.2 TP.3 TP.4 TP.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงสภาวะกรณีที่เครื่องไม่ทำงาน

1.ที่ชุด DRIVE จะมี LED แสดงสภาวะการทำงานของชุด DRIVE แต่ละชุด ถ้ามี LEDตัวใดดับ ก็แสดงว่า MOSFET ตัวนั้นเสีย

2.ที่ด้านข้างกล่องมี FUSE 2 Amp.อยู่ 2ตัว เพื่อคอยป้องกันการไหลของกระแสที่ผ่านตัวMOSFET แต่ละตัวไม่ให้เกินที่กำหนด

3.นอกจากจะมี FUSE แล้วยังมีวงจร PROTECTION เพื่อตัดไฟเลี้ยงมอเตอร์เมื่อกระแสเกินจากที่กำหนดไว้ (กำหนดไว้ 1.8Amp.)เมื่อมีกระแสไหลเกิน RELAY ก็จะตัดไฟเลี้ยงออก LED (PROTECT) จะติด เครื่องจะทำงานได้ใหม่ก็ต่อเมื่อมีการกด SW.RESETเท่านั้น

ขั้นตอนการนำไปใช้งาน

1.เปิด SW.POWER ที่หน้าปัด

2.กดปุ่ม RESET เพื่อให้ LED PROTECT ดับ ถ้า LED PROTECT ไม่ติด ก็ไม่ต้องกด RESET

3.ตั้งปุ่มปรับ SPEED ไว้ในตำแหน่งที่ MARK (เป็นจุดที่มอเตอร์เริ่มหมุนที่ความเร็วรอบต่ำ)

4.ปรับ SUPPLY ไฟสูง(VARIABLE TRANSFORMER)ไว้ที่ช่วง 30-40 Vac

5.ให้สังเกตว่ามอเตอร์เริ่มหมุนจากนั้นก็ปรับปุ่ม SPEED เพิ่มขึ้นที่ละน้อย เพื่อเพิ่มความเร็วที่มอเตอร์ หมายเหตุ การปรับปุ่ม SPEEDจะต้องเพิ่มที่ละน้อยเพราะว่า การตอบสนองของมอเตอร์จะช้าจะต้องรอรอบของมอเตอร์ก่อนที่จะมีการปรับ SPEED เพิ่มขึ้น

6.การกลับทางหมุนนั้นทำได้โดยลดแรงดันที่VARIABLE TRANSFORMER ให้เป็น 0Vacก่อนจึงโยก SW.DIRECTION จากนั้นกระทำตามขั้นตอนที่ 3,4,5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้