การขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำไม่มีตัวตรวจวัดความเร็วโดยใช้ควอไซฟัซซีประเมินความต้านทานขดลวดสเตเตอร์

รศ.ดร.สุทธิชัย เปรมฤดีปรีชาชาญ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

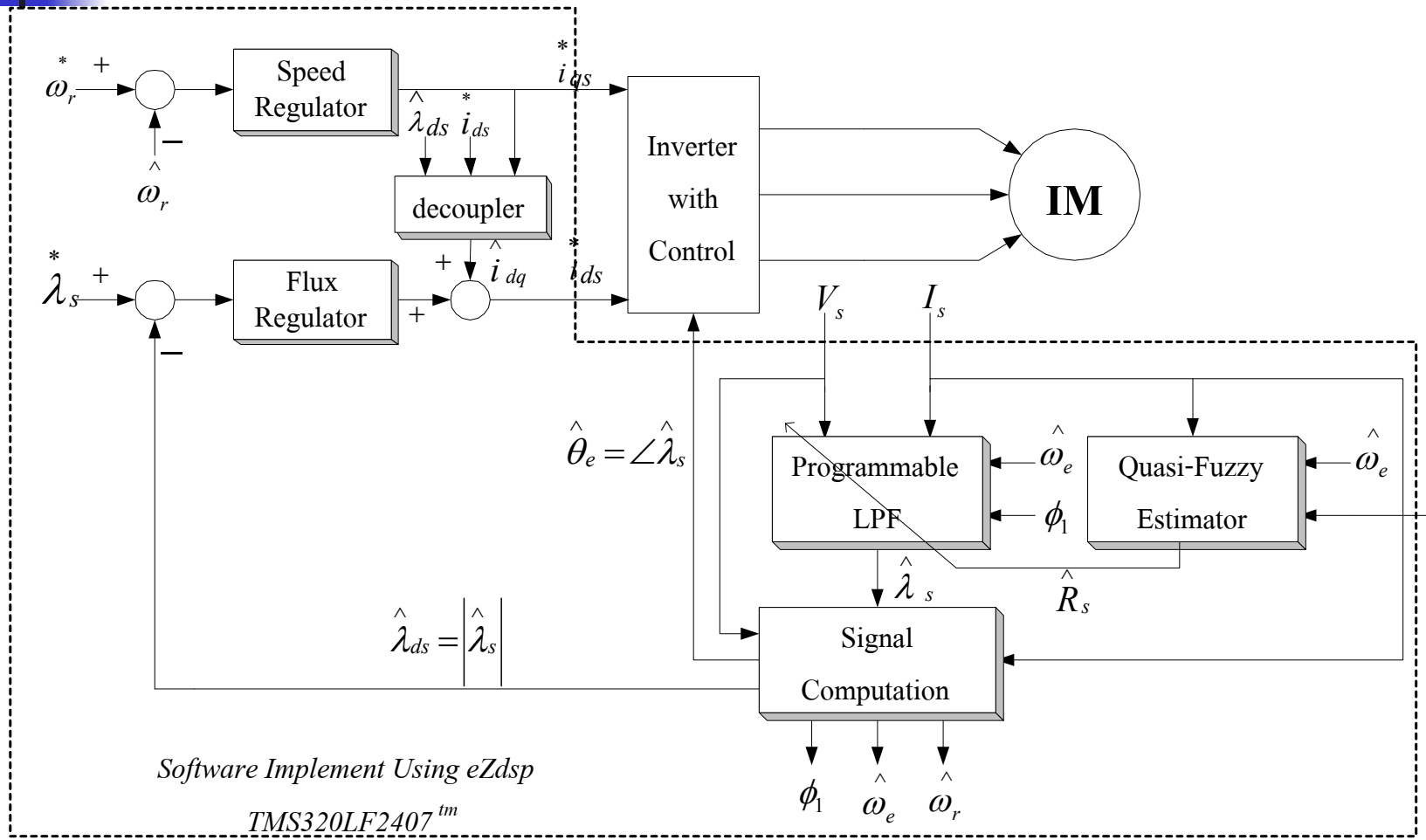
ปัญหาที่มาของโครงการ

- ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำไม่มีตัวตรวจวัดวัดความเร็วได้รับความสนใจกันอย่างกว้างขวางทั่วโลก
- แต่อย่างไรก็ตามระบบขับเคลื่อนดังกล่าวนี้กลับมีข้อเสียเมื่อมอเตอร์เหนี่ยวนำทำงานที่ย่านความเร็วต่ำถึงใกล้ศูนย์ เพราะผลต่างระหว่างค่าประเมินแรงดันที่คร่อมความต้านทานขดลวดสเตเตอร์ กับค่าจริงของแรงดันที่คร่อมความต้านทานขดลวดสเตเตอร์
- ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการประเมินฟลักซ์สเตเตอร์ทั้งขนาดและมุมเฟส รวมทั้งระบบมีผลตอบสนองและเสถียรภาพที่แย่ลง

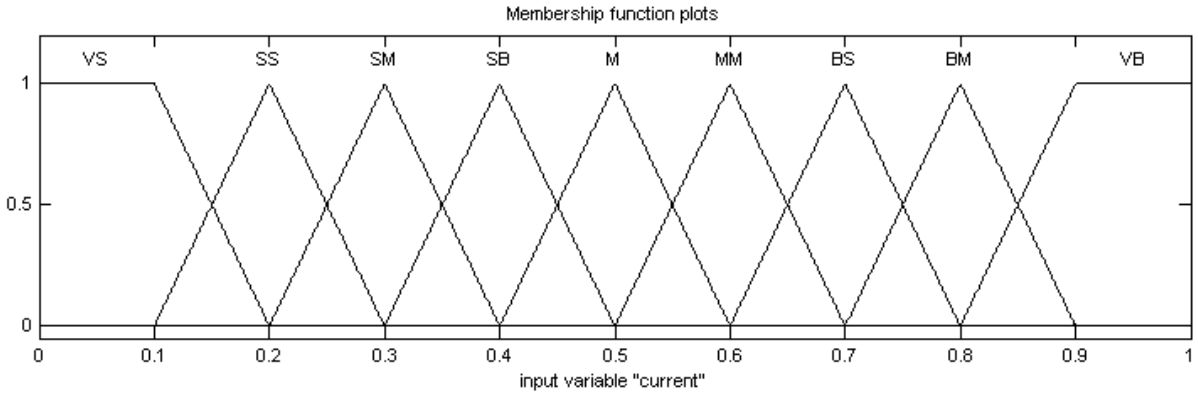
วัตถุประสงค์ในการวิจัย

- เพื่อศึกษาแนวทางสร้างเสถียรภาพที่ย่านความเร็วต่ำถึงใกล้ศูนย์ สำหรับระบบขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำไม่มีตัวตรวจวัดวัดความเร็วบนพิกัดสเตเตอร์ จากการประยุกต์ใช้ตัวประเมินค่าความต้านทานขดลวดสเตเตอร์วิธีควอไซฟัซซี ร่วมกับตัวประเมินฟลักซ์สเตเตอร์ที่แทนด้วยตัวกรองต่ำผ่านที่โปรแกรมได้

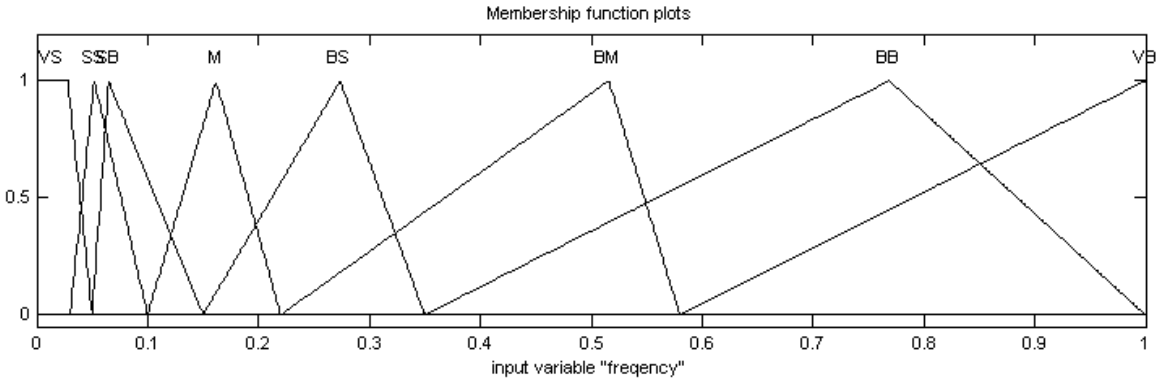
แนวทางในการดำเนินการวิจัย



การออกแบบฟังก์ชันการเป็นสมาชิกฟัซซี

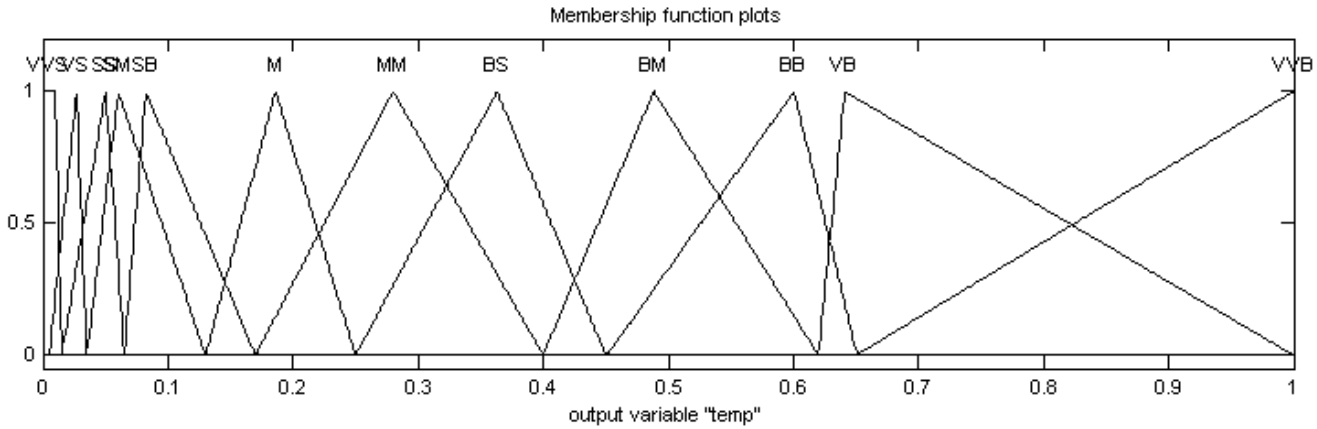


ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของกระแสสเตเตอร์



ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของความเร็วแกนโรเตอร์ทางกล

การออกแบบฟังก์ชันการเป็นสมาชิกฟัซซี

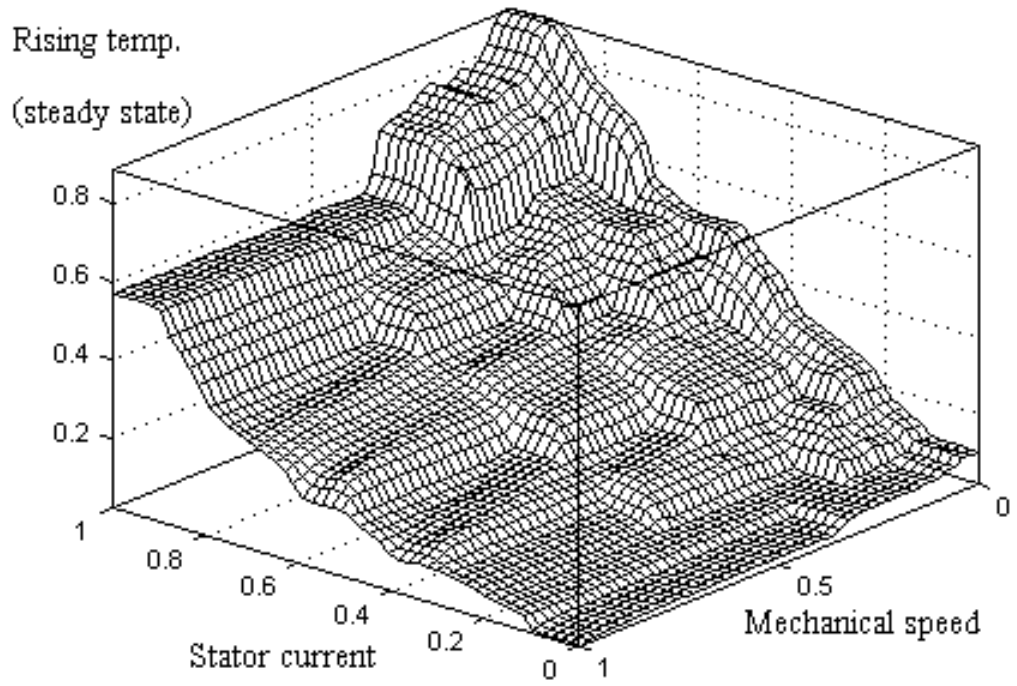


ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของค่าอุณหภูมิขดลวดสเตเตอร์เฉลี่ยทีเพิ่มขึ้นช่วงภาวะคงตัว

กฎฟัซซีของการประเมินค่าอุณหภูมิขดลวดสเตเตอร์ที่เพิ่มขึ้นช่วงภาวะคงตัว

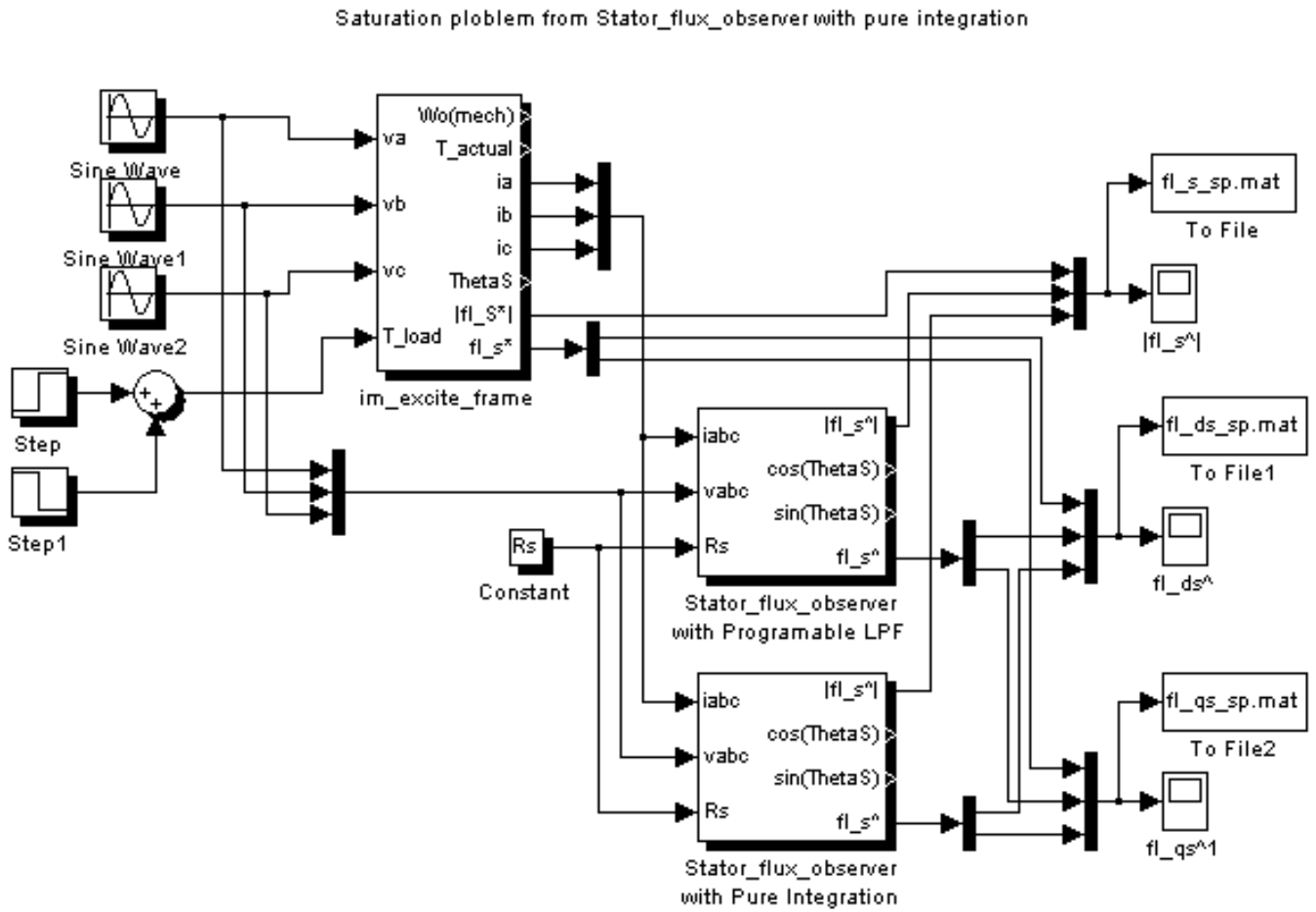
I_S \ ω_{mech}	VS	SS	SB	M	BS	BM	BB	VB
VS	SB	SB	SM	SM	SM	SS	SS	VS
SS	M	M	M	M	SM	SM	SM	SM
SM	MM	MM	M	M	M	M	SB	SB
SB	BS	BS	MM	MM	MM	M	M	SB
M	BM	BM	BS	BS	BS	MM	M	M
MM	BM	BM	BM	BM	BS	BS	MM	M
BS	BB	BM	BM	BM	BM	BS	BS	MM
BM	VB	BB	BB	BB	BM	BM	BS	BS
VB	VVB	VVB	VB	VB	VB	BB	BB	BB

S=small, M=medium, B=big, and V=very

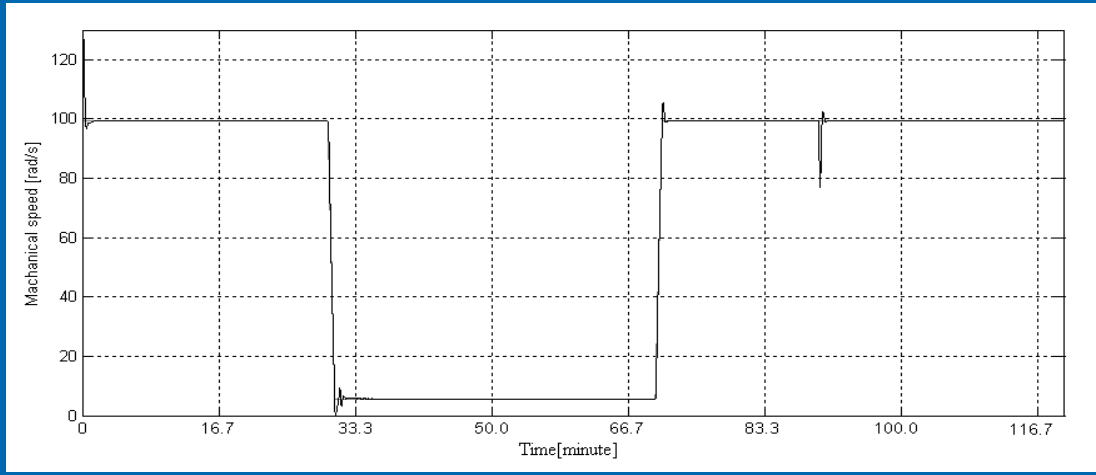


ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิขดลวดสเตเตอร์เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นช่วงภาวะคงตัว

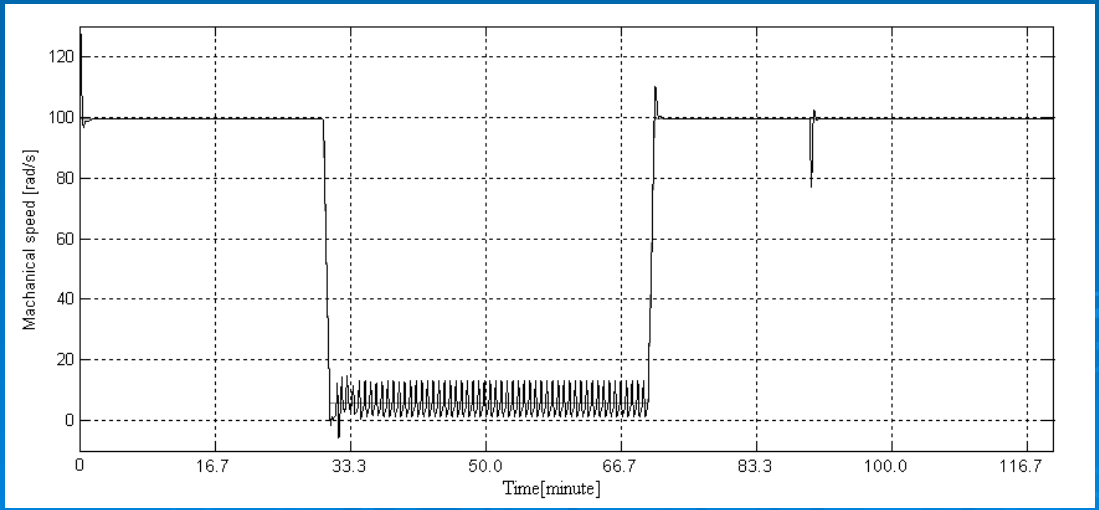
Simulation


Saturation ploblem from Stator_flux_observer with pure integration
Sine Wave
Sine Wave1
Sine Wave2
Step
Step1
va
vb
vc
T_load
Wo(mech)
T_actual
ia
ib
ic
ThetaS
|fl_S*|
fl_s*
im_excite_frame
Rs
Constant
iabc
vabc
Rs
|fl_s^|
cos(ThetaS)
sin(ThetaS)
fl_s^
Stator_flux_observer
with Programable LPF
Stator_flux_observer
with Pure Integration
fl_s_sp.mat
To File
|fl_s^|
fl_ds_sp.mat
To File1
fl_ds^
fl_qs_sp.mat
To File2
fl_qs^1

ผลการจำลองสภาวะคงตัว

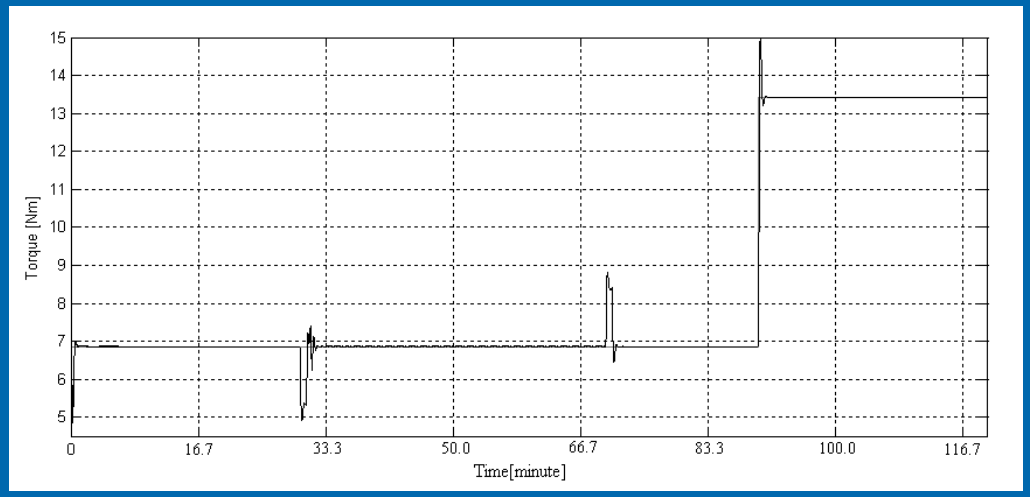


ความเร็วของมอเตอร์จากการจำลอง เมื่อเพิ่มตัวประเมินความต้านทานขดวิธีควอไซฟัซซี

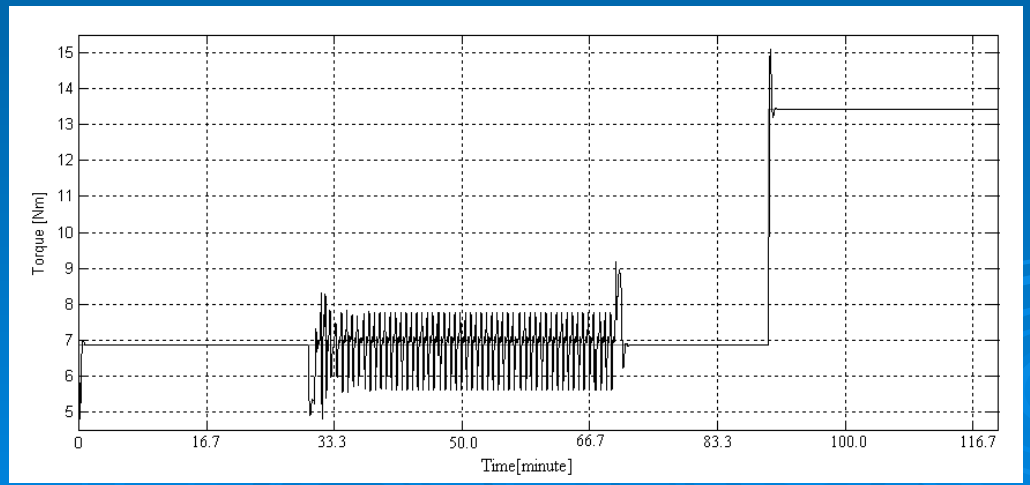


ความเร็วของมอเตอร์จากการจำลอง เมื่อ<u>ไม่มี</u>ตัวประเมินความต้านทานขดวิธีควอไซฟัซซี

ผลการจำลองสภาวะคงตัว

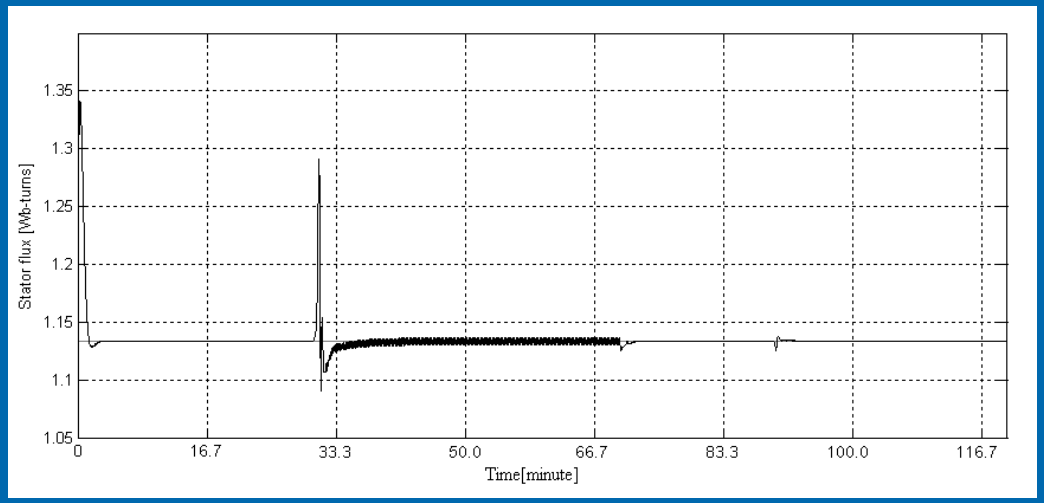


แรงบิดของมอเตอร์จากการจำลอง เมื่อเพิ่มตัวประเมินความต้านทานขดวิธีควอไซฟัซซี

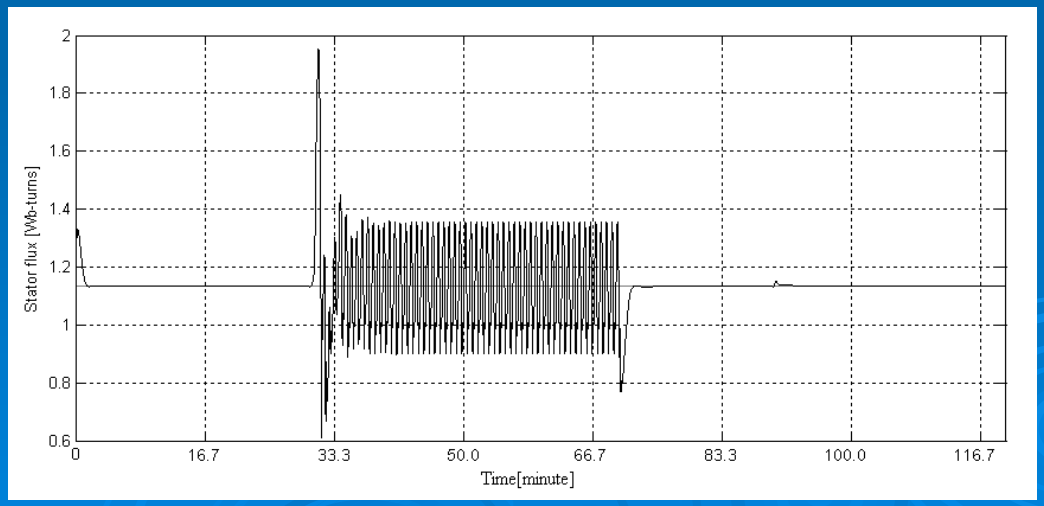


แรงบิดของมอเตอร์จากการจำลอง เมื่อ**ไม่มี**ตัวประเมินความต้านทานขดวิธีควอไซฟัซซี

ผลการจำลองสภาวะคงตัว

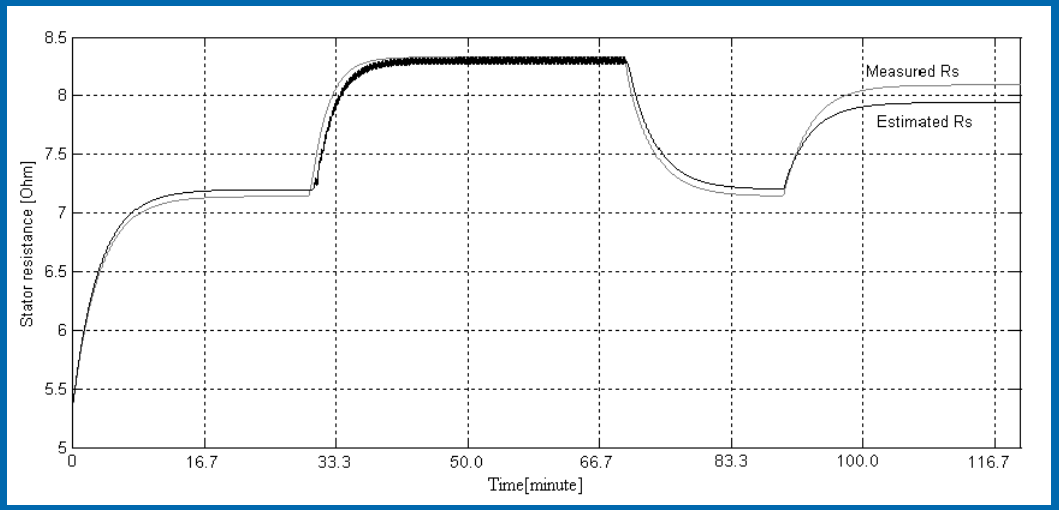


ฟลักซ์สเตเตอร์จากการจำลอง เมื่อเพิ่มตัวประเมินความต้านทานขดวิธีควอไซฟัซซี

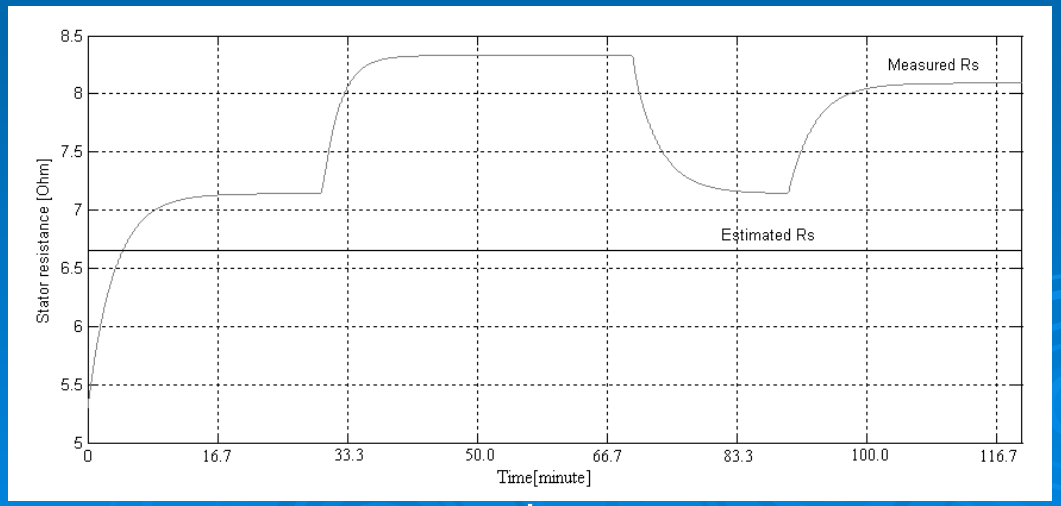


ฟลักซ์สเตเตอร์จากการจำลอง เมื่อ<u>ไม่มี</u>ตัวประเมินความต้านทานขดวิธีควอไซฟัซซี

ผลการจำลองสภาวะคงตัว

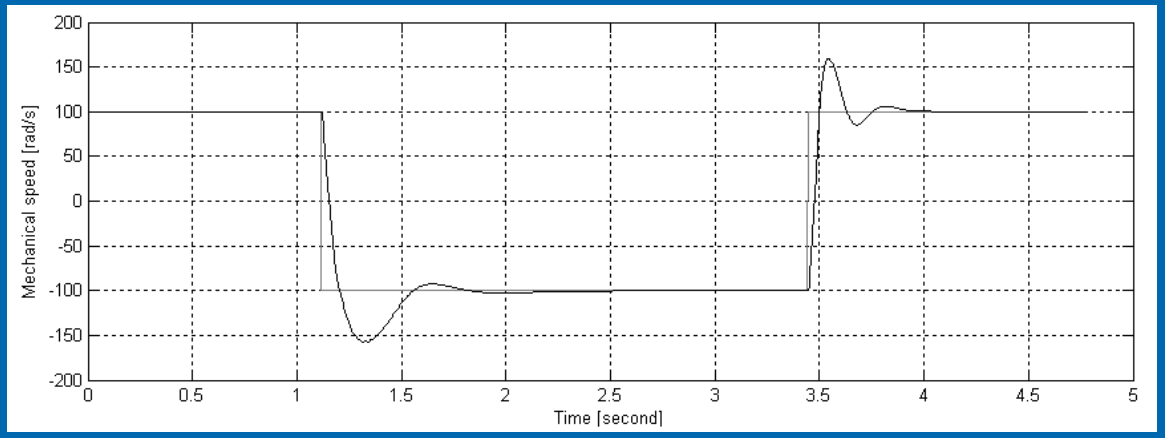


ค่าความต้านทานของมอเตอร์จากการจำลอง เมื่อเพิ่มตัวประเมินความต้านทานขดวิธีควอไซฟัซซี

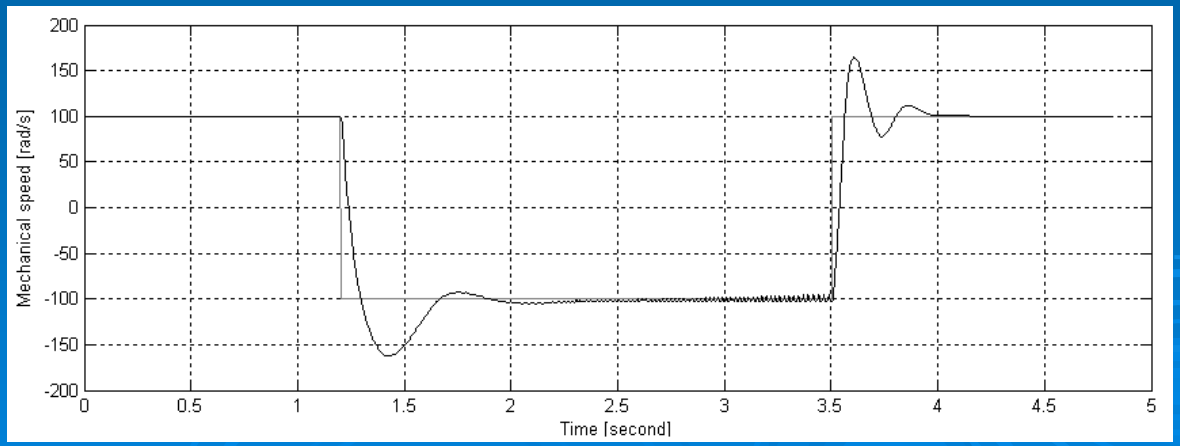


ค่าความต้านทานของมอเตอร์จากการจำลอง เมื่อ**ไม่มี**ตัวประเมินความต้านทานขดวิธีควอไซฟัซซี

ผลการจำลองหมุนย้อนกลับ

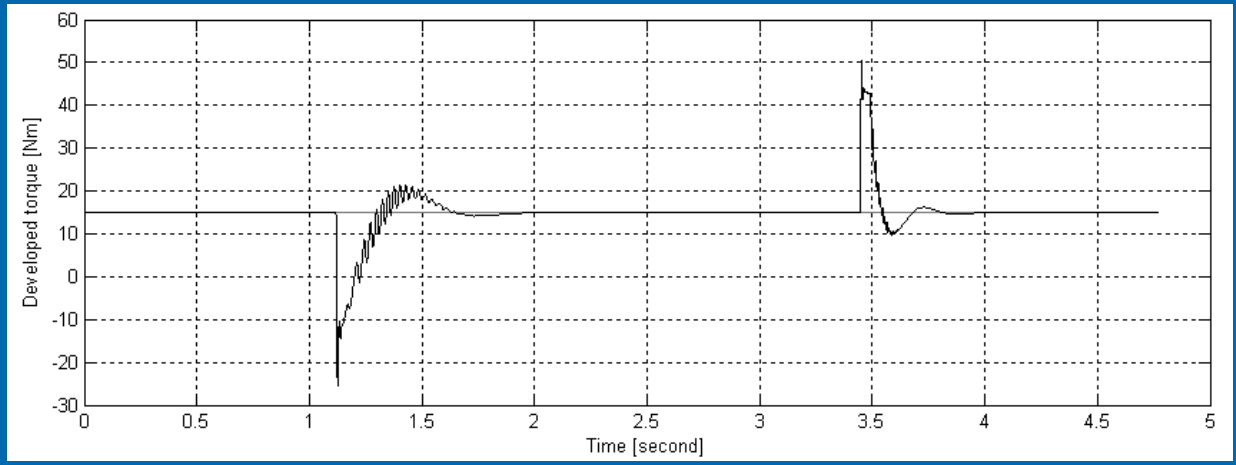


การทำงานหมุนย้อนกลับ เมื่อเพิ่มตัวประเมินความต้านทานขดวิธีควอไซฟัซซี

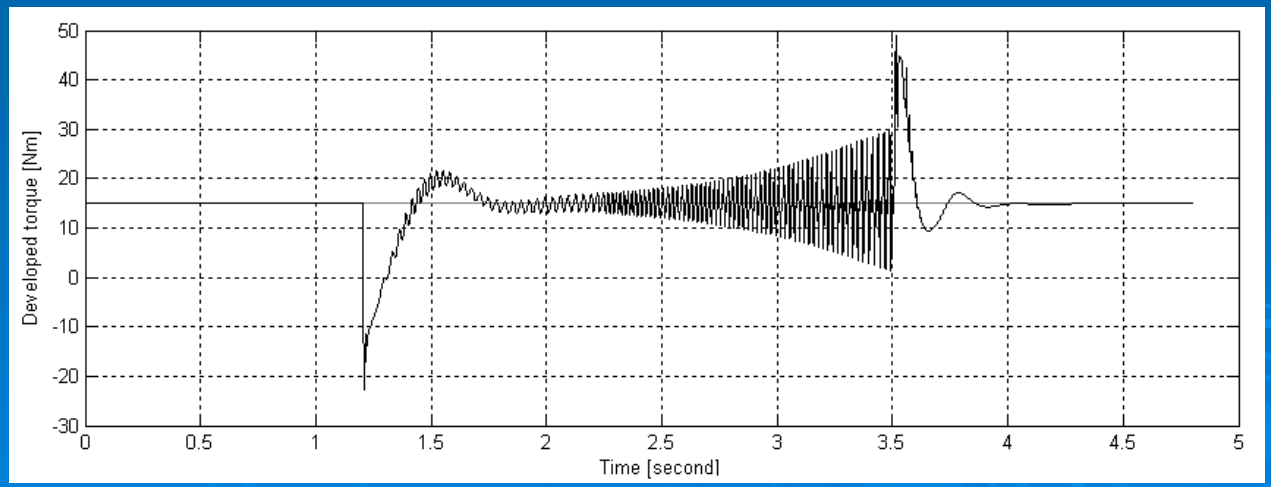


การทำงานหมุนย้อนกลับ เมื่อ**ไม่มี**ตัวประเมินความต้านทานขดวิธีควอไซฟัซซี

ผลการจำลองหมุนย้อนกลับ

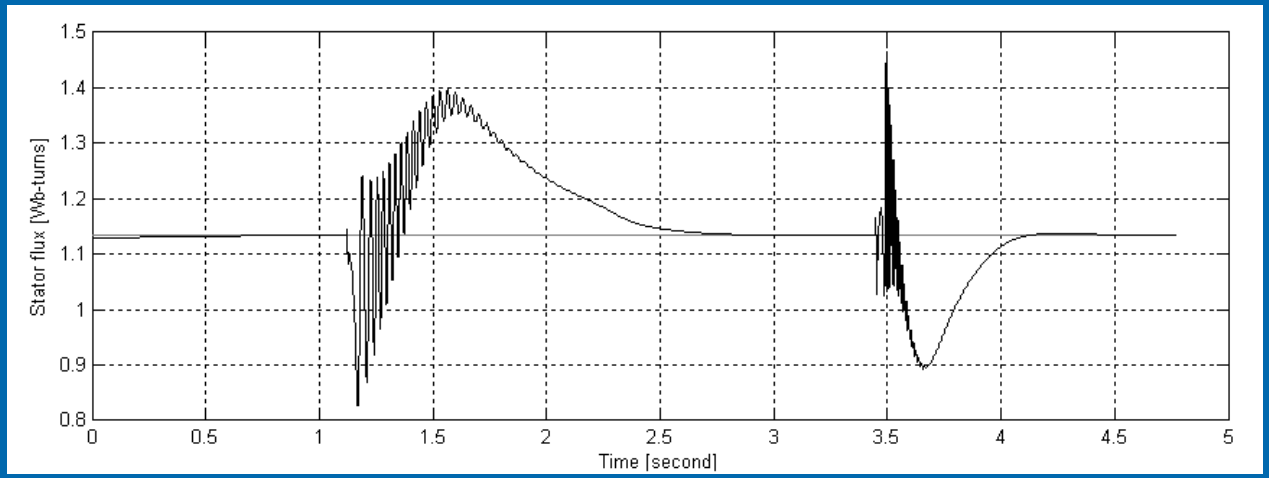


การทำงานหมุนย้อนกลับ Development torque เมื่อเพิ่มตัวประเมินความต้านทานขดวิธีควอไซฟัซซี

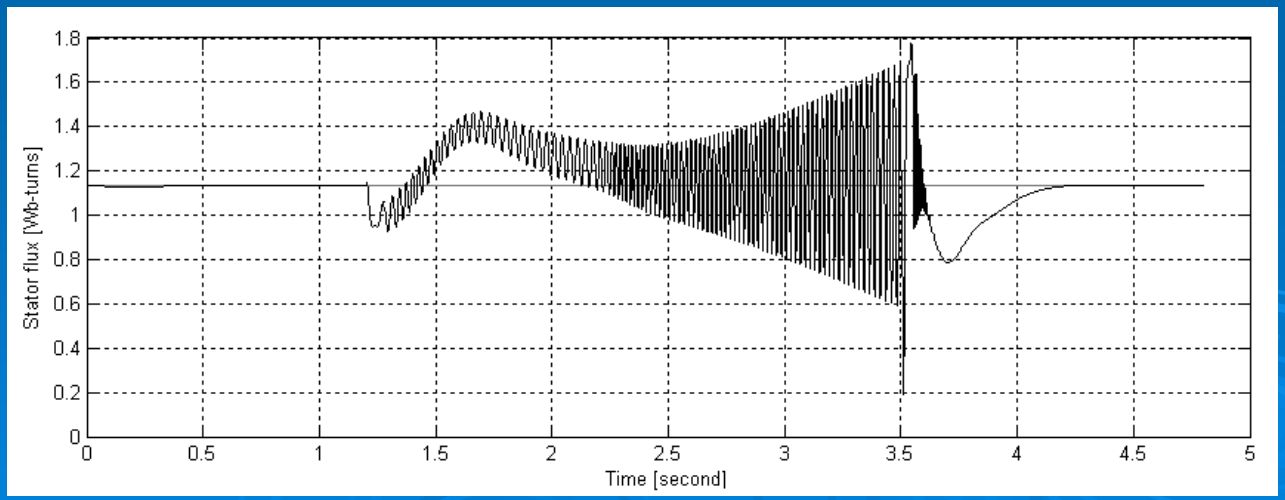


การทำงานหมุนย้อนกลับ Development torque เมื่อ**ไม่มี**ตัวประเมินความต้านทานขดวิธีควอไซฟัซซี

ผลการจำลองหมุนย้อนกลับ

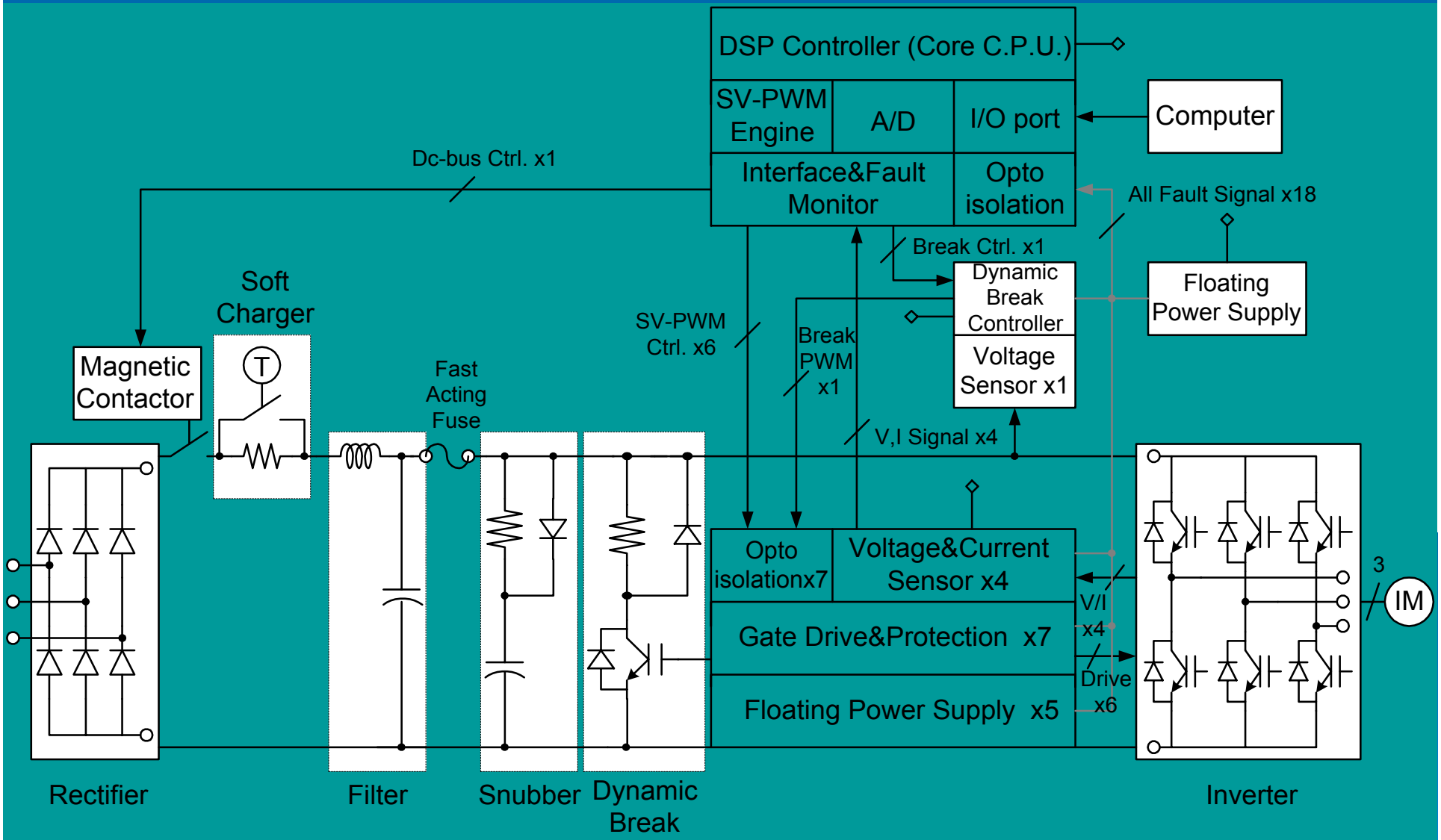


การทำงานหมุนย้อนกลับ Stator flux เมื่อเพิ่มตัวประเมินความต้านทานขดวิธีควอไซฟัซซี

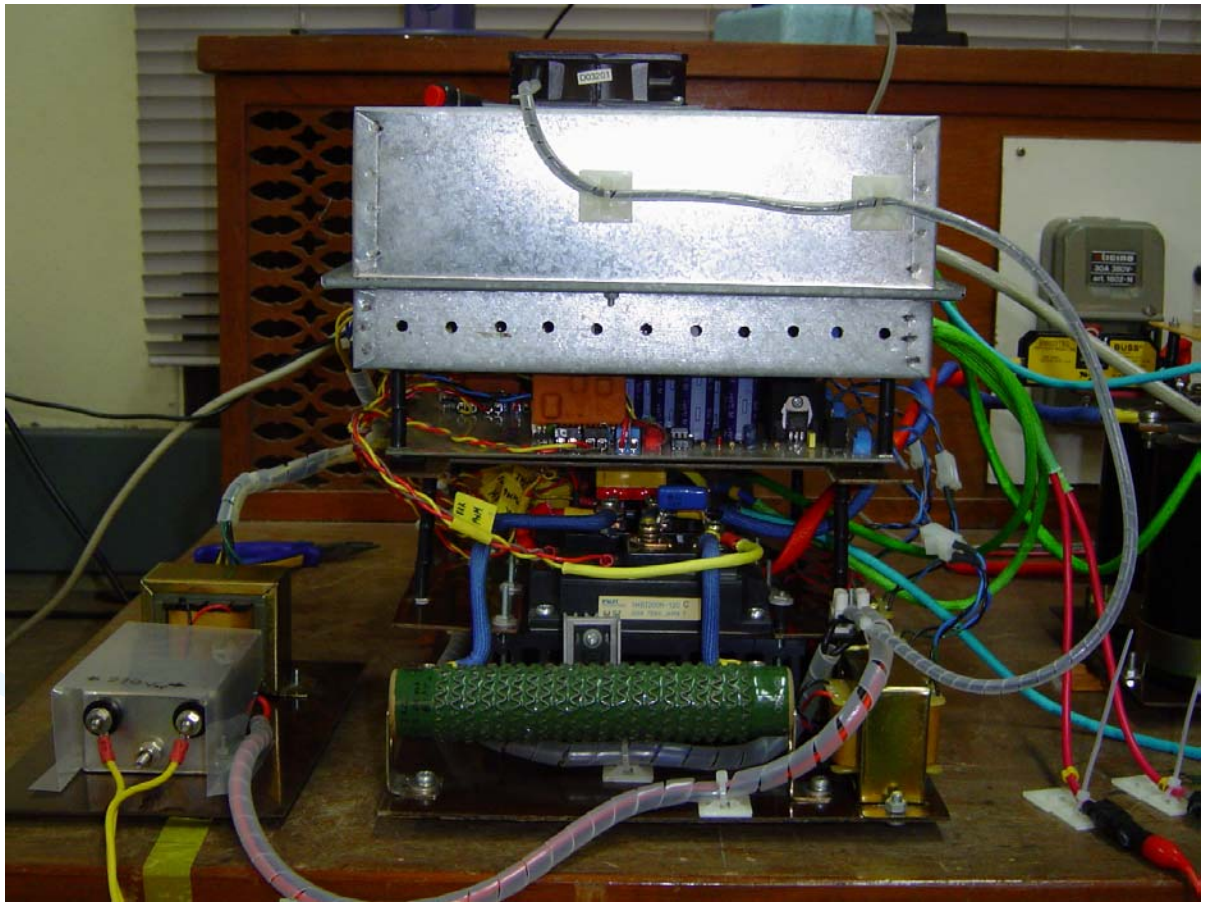


การทำงานหมุนย้อนกลับ Stator flux เมื่อ**ไม่มี**ตัวประเมินความต้านทานขดวิธีควอไซฟัซซี

การสร้างวงจรเครื่องต้นแบบ

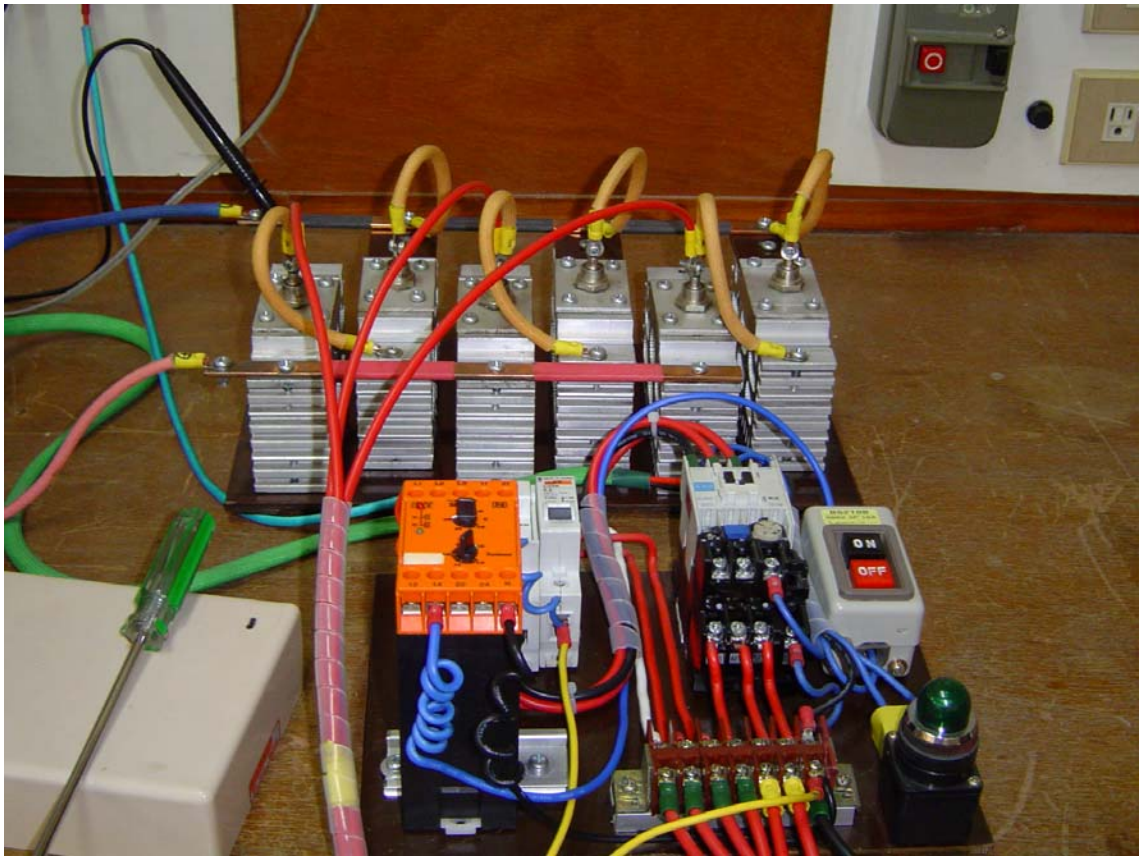


การสร้างวงจรเครื่องต้นแบบ



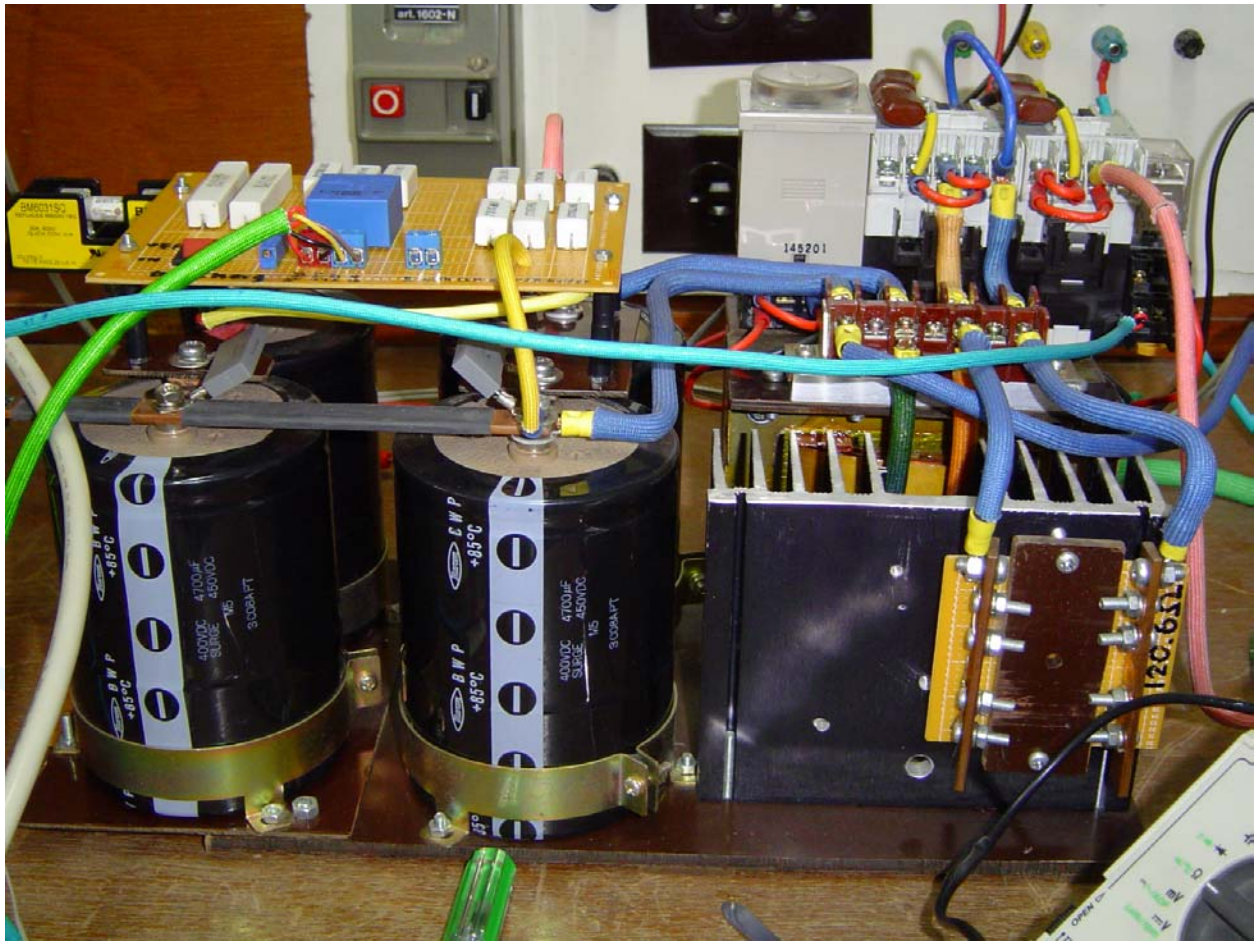
วงจรอินเวอร์เตอร์และส่วนควบคุม

การสร้างวงจรเครื่องต้นแบบ



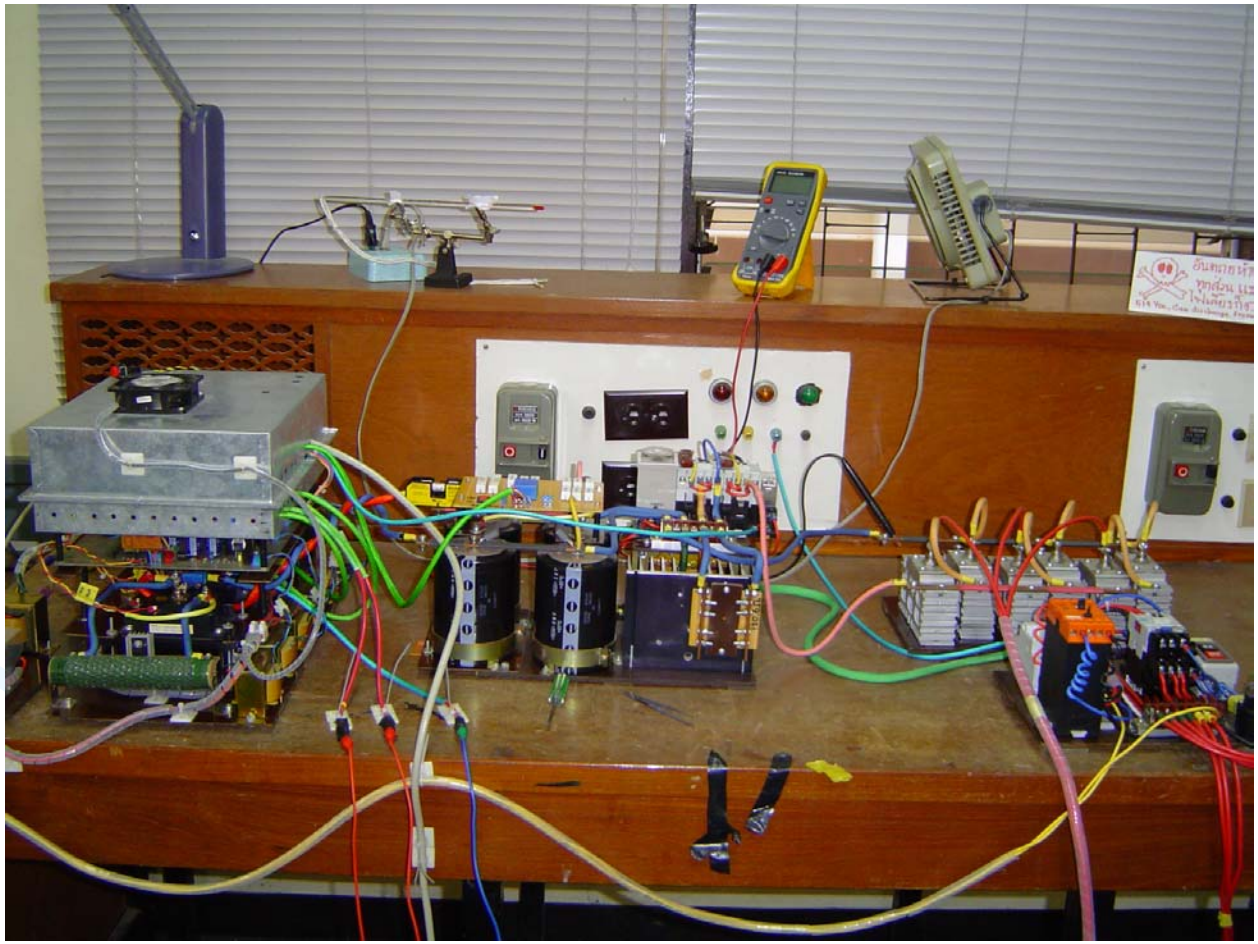
วงจรเรียงกระแสและอุปกรณ์ตัดตอน

การสร้างวงจรเครื่องต้นแบบ



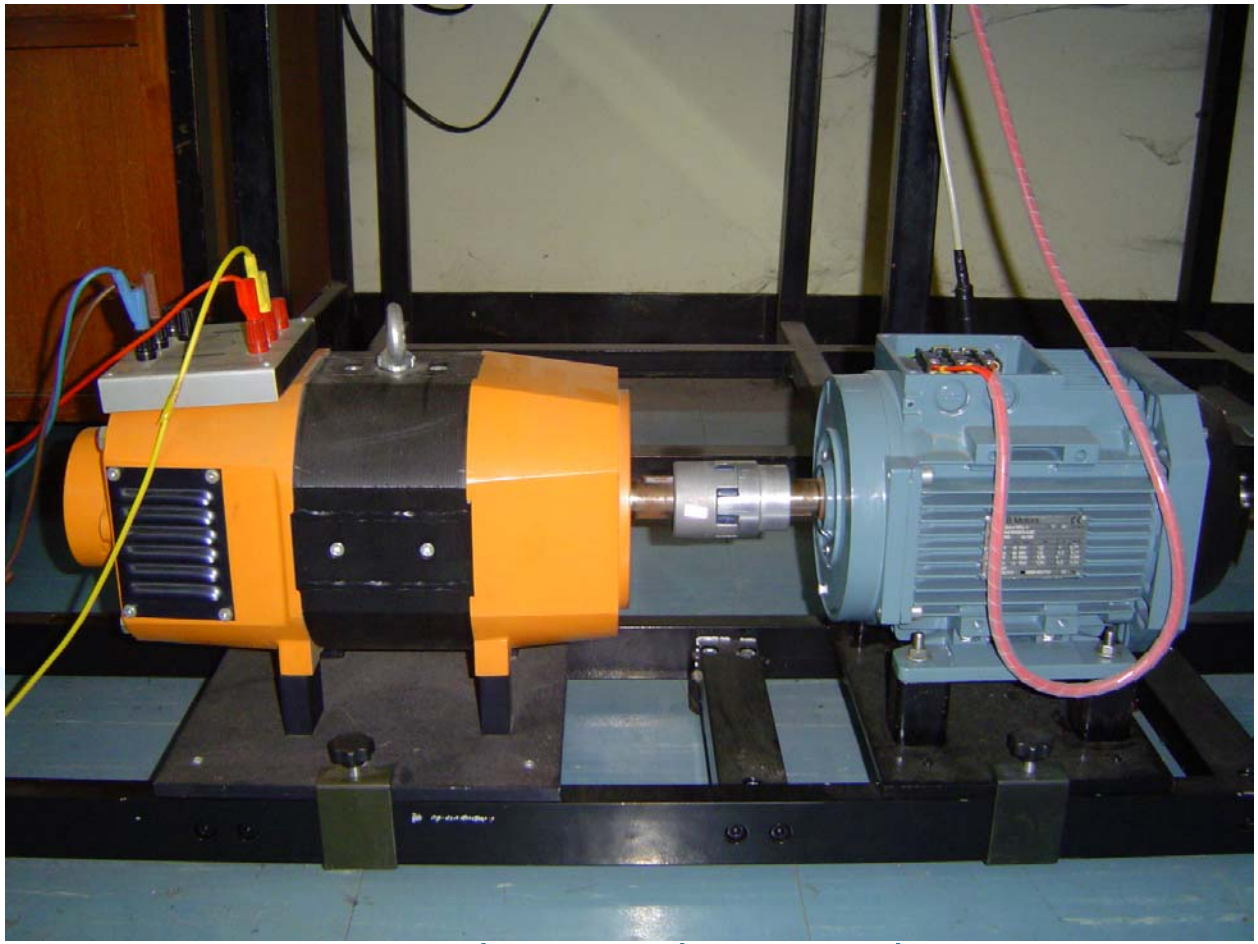
ตัวเก็บประจุและอุปกรณ์ป้องกัน

การสร้างวงจรเครื่องต้นแบบ



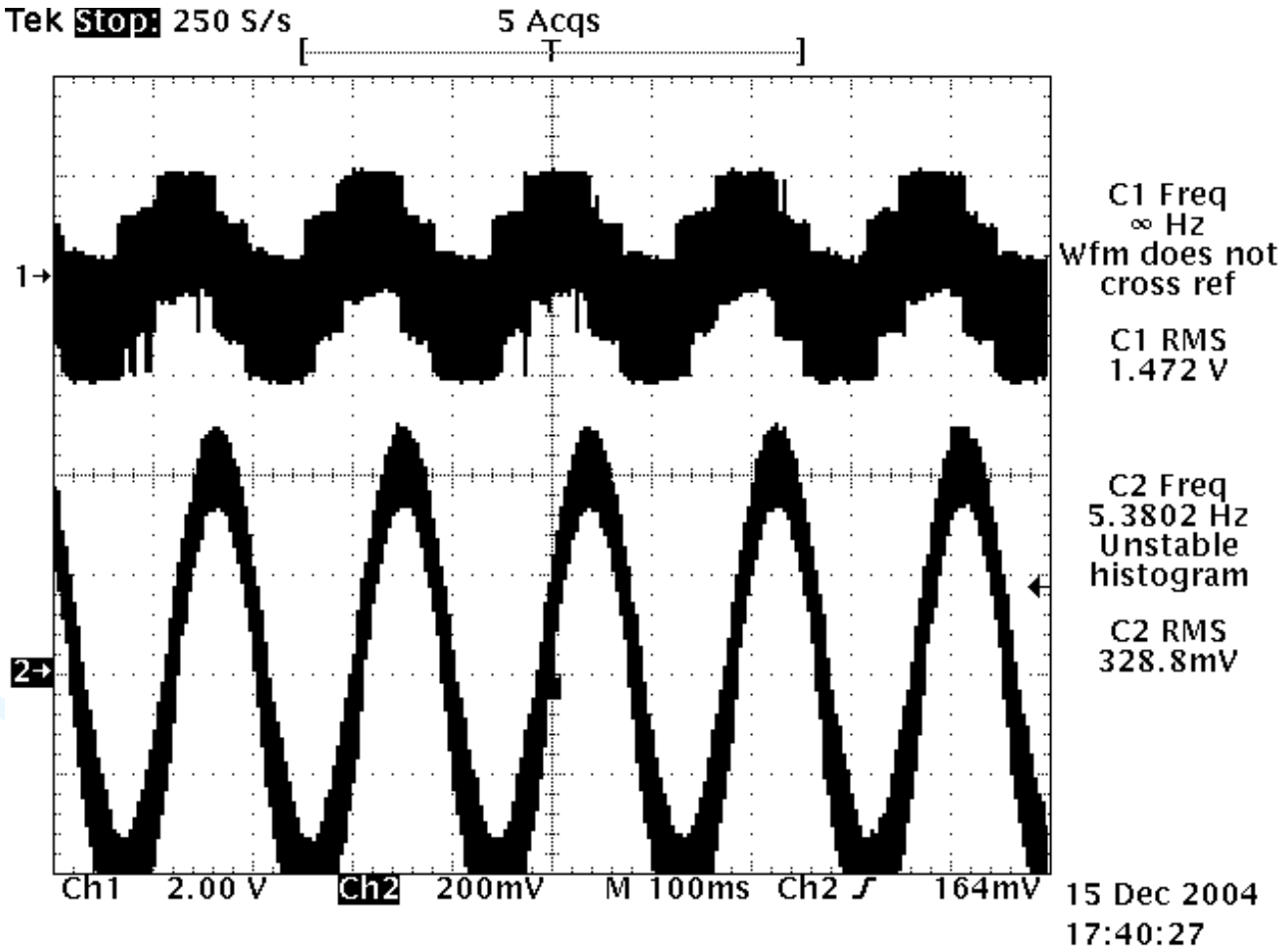
วงจรขับมอเตอร์โดยรวม

การสร้างวงจรเครื่องต้นแบบ



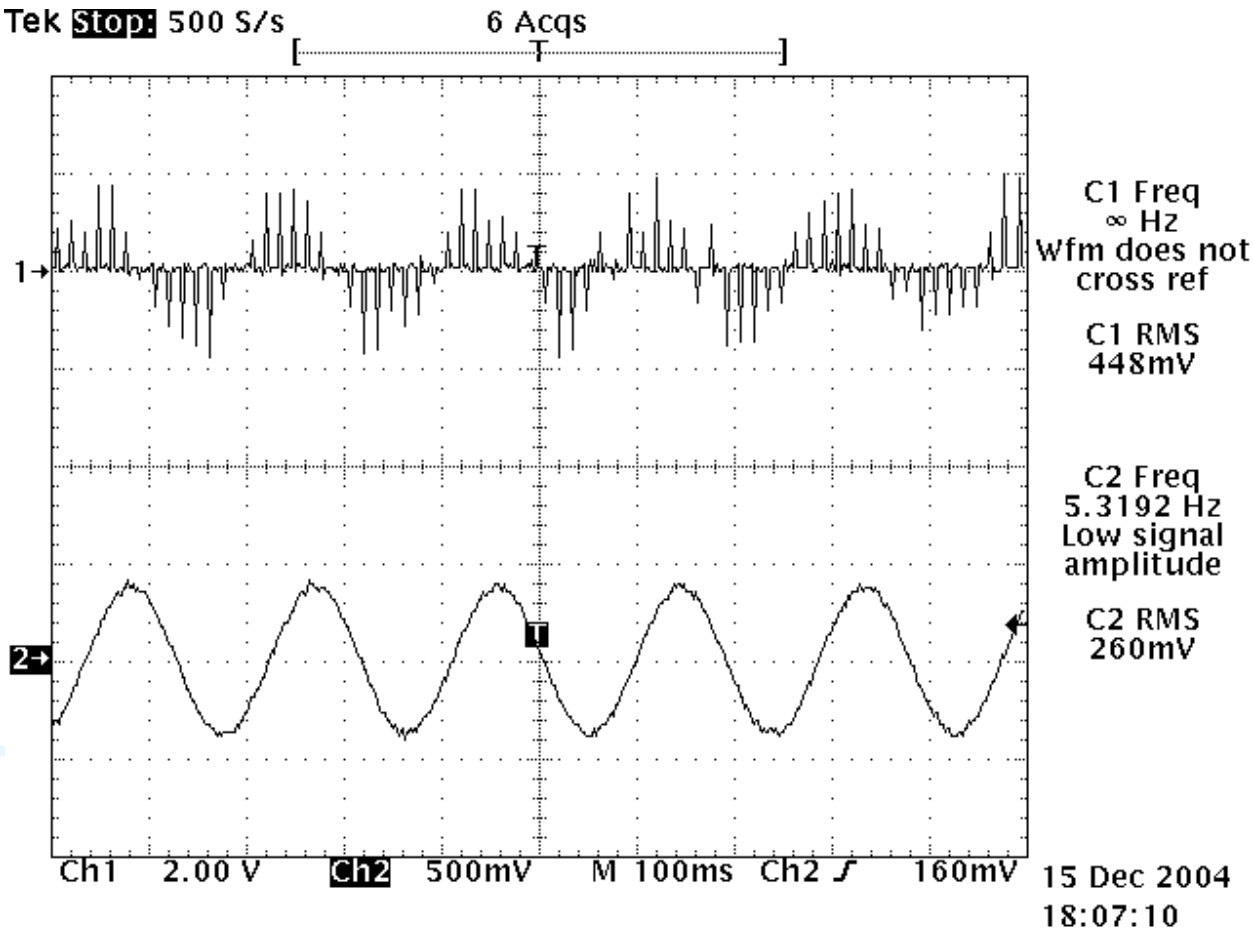
การทดสอบมอเตอร์เหนี่ยวนำโดยเชื่อมต่อเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

ผลการทดสอบวงจรเครื่องต้นแบบ



กรณีไม่มีตัวตรวจวัดความเร็ว, No load, 100 rpm

ผลการทดสอบวงจรเครื่องต้นแบบ



กรณีไม่มีตัวตรวจวัดความเร็ว Light load, 100 rpm

สรุปและข้อเสนอแนะ

- การขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำไม่มีตัวตรวจวัดความเร็วรอบ โดยใช้ควอไซฟัซซีประเมินความต้านทานขดลวดสเตเตอร์ ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ตัวเฝ้าสังเกตเวกเตอร์ฟลักซ์สเตเตอร์จากวงจรกรองต่ำผ่านที่สามารถโปรแกรมได้ และตัวประเมินค่าความต้านทานขดลวดสเตเตอร์วิธีควอไซฟัซซี ซึ่งทั้งสององค์ประกอบที่กล่าวมาต้องทำงานร่วมกัน
- การทดลองวัดค่าอุณภูมิขดลวดสเตเตอร์เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นช่วงภาวะคงตัวของมอเตอร์ ควรใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิที่เหมาะสม บันทึกค่าได้อัตโนมัติและมีความละเอียดของรอบการชักตัวอย่างที่เพียงพอ
- วิธีการคำนวณและออกแบบตัวควบคุมเชิงเส้นพีไอที่ถูกนำเสนอ ยังไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด เพราะคุณสมบัติการทำงานที่ดี ขึ้นอยู่กับความละเอียด ความแม่นยำ และความถูกต้องของแบบจำลองที่ใช้ควบคุมระบบ

ขอขอบคุณ

NECTEC ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้