บทที่ 3

การออกแบบชุดผลิตไฟฟ้าและชุด Synchronize

บทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบชุดผลิตไฟฟ้าและชุดการ Synchronous ตลอดจนการออกแบบส่วนต่างๆ ของวงจรที่ใช้ในโครงงานนี้ ซึ่งรายละเอียดจะนำเสนอดังนี้

3.1 การออกแบบการติดตั้งเครื่องยนต์กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.1.1 การทำแท่นวางเครื่องยนต์กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ในการทำแท่นจะใช้แผ่นเหล็กที่มีความกว้างพอที่จะใช้วางเครื่องยนต์กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยตัวแท่นจะมีขาตั้ง 4 ขา ที่ปลายขาตั้งจะมีลูกยางสวมเอาไว้เพื่อลดการสั่นที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากเครื่องยนต์ บริเวณพื้นที่ใช้วางเครื่องยนต์กับเครื่องกำเนิดจะเจาะรูไว้เพื่อใช้ยึดตัวเครื่องยนต์กับเครื่องกำเนิดไว้ ซึ่งในส่วนของเครื่องยนต์จะทำการยึดไว้โดยไม่สามารถเปลี่ยนที่ได้ แต่ในส่วนของเครื่องกำเนิดจะเจาะรูไว้แบบสไลส์ ที่ทำอย่างนี้ก็ประโยชน์เพื่อจะสะดวกในการขยับความตึงหย่อนของสายพาน และในหน้าสัมผัสระหว่างตัวเครื่องยนต์กับแท่นเหล็กจะรองด้วยยางแผ่นเพื่อช่วยในการลดการกระแทกระหว่างหน้าสัมผัสทั้งสอง ส่วนหน้าสัมผัสระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับแท่นก็จะมียางแผ่นรองด้วยเช่นกัน

3.1.2 การติดตั้งการขับของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

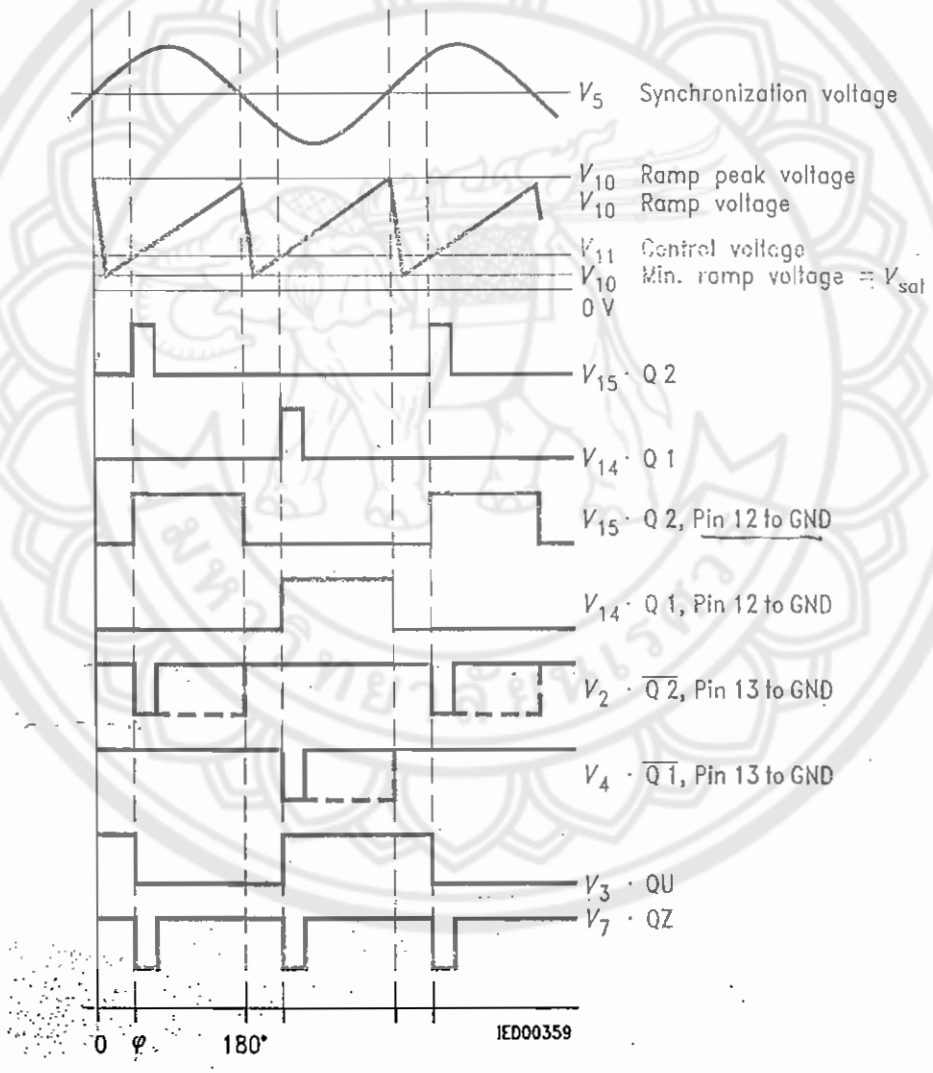
การติดตั้งวางเครื่องยนต์และการวางเครื่องกำเนิดนั้นจะวางลักษณะขนานกัน โดยจะวางให้ห่างกันพอประมาณให้เหมาะสมกับความยาวของสายพานที่ใช้ ซึ่งจะทำการติดตั้งการขับเครื่องกำเนิดด้วยสายพานโดยผ่านมู่เล่ย์ โดยที่ขนาดของมู่เล่ย์ที่ใช้กับเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะมีขนาดที่แตกต่างกัน ในส่วนของมู่เล่ย์ที่ติดตั้งกับแกนหมุนของเครื่องยนต์นั้นจะมีขนาด 4 หุน แต่ในส่วนของมู่เล่ย์ที่ติดตั้งกับแกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นจะมีขนาด 5 หุนที่เป็นเช่นนี้ก็เพื่อทำการทดรอบจากความเร็วที่มากของเครื่องยนต์ที่ใช้ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ลดลง อันจะทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีความเร็วที่เหมาะสมขึ้นในการผลิตแรงดันออกมา อีกส่วนหนึ่งในด้านของเครื่องยนต์จะทำการติดท่ออากาศออกมาเพิ่มเพื่อใช้ในการต่อท่อแก๊สจากถังปั๊มลมสู่เครื่องยนต์ได้ง่ายขึ้น

3.2 การออกแบบชุด Synchronize

ในการออกแบบส่วนนี้จะแบ่งเป็นวงจรต่าง ๆ ทั้งวงจร synchronizer และวงจรที่ใช้ในการควบคุมแรงดันกระแสตรงที่ป้อนให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังจะมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 วงจร Synchronizer

ในการออกแบบวงจร synchronizer นี้ จะใช้ไอซีเบอร์ TCA 785 โดยที่ไอซีเบอร์นี้เหมาะสำหรับใช้ในการ synchronize เพราะในแต่ละขาของไอซีจะสามารถสร้างรูปคลื่นต่าง ๆ ที่ใช้ในกรณีนี้ได้ โดยลักษณะพัลส์ต่าง ๆ ของขาแต่ละขาที่ใช้จะแสดงในรูปที่ 3.1



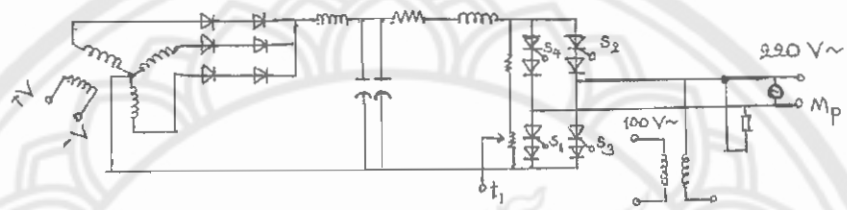
รูปที่ 3.1 พัลส์ไดอะแกรมของไอซีเบอร์ TCA 785

ส่วนลักษณะของแต่ละขาในการทำงานว่าจะใช้ที่แรงดันเท่าไร หรือมีขนาดของกระแสเท่าไรก็จะแสดงในตารางที่ 3.1 ซึ่งเราจะเห็นว่าในแต่ละขามีความสามารถในการทำงานในช่วงของกระแสหรือแรงดันที่ต่างกันดังจะดูได้จากตารางที่กล่าวไว้ข้างต้น

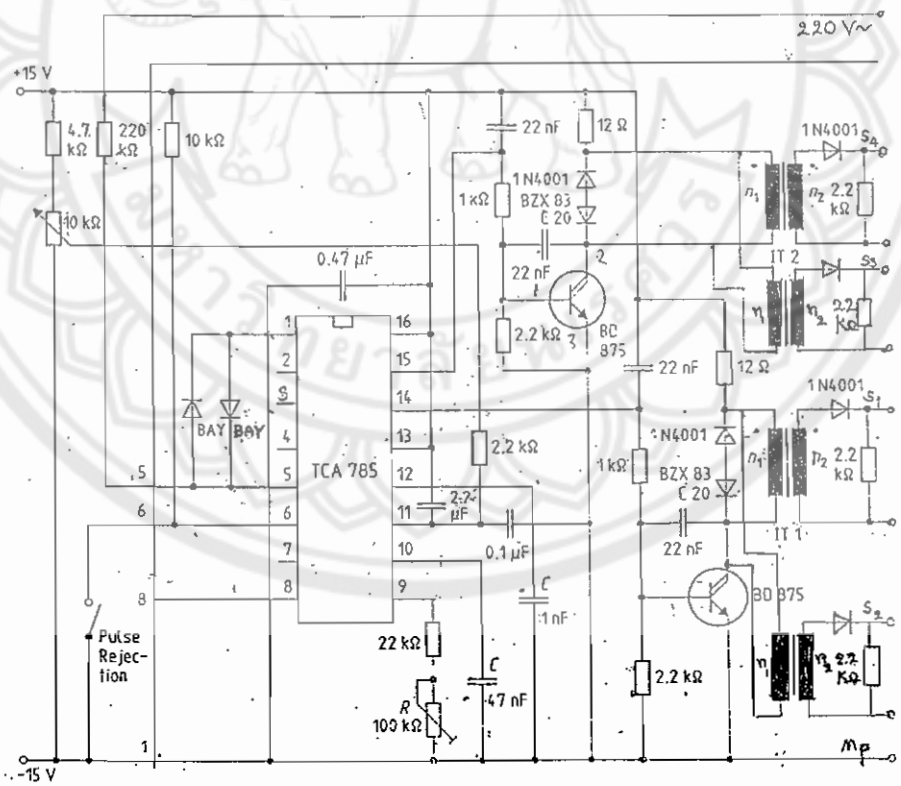
ตารางที่ 3.1 อัตราการใช้ค่าสูงสุดต่างๆของวงจรที่ใช้ไอซีเบอร์ TCA 785

Parameter	Symbol	Limit Values		Unit
		min.	max.	
Supply voltage	V_S	-0.5	18	V
Output current at pin 14 , 15	I_Q	-10	400	mA
Inhibit voltage	V_6	-0.5	V_S	V
Control voltage	V_{11}	-0.5	V_S	V
Voltage short-pulse circuit	V_{13}	-0.5	V_S	V
Synchronization input current	V_5	-200	$\pm$200	μA
Output voltage at pin 14 , 15	V_Q		V_S	V
Output current at pin 2 , 3 , 4 , 7	I_Q		10	mA
Output voltage at pin 2 , 3 ,4 , 7	V_Q		V_S	V
Junction temperature	T_j		150	^oC
Storage temperature	T_{stg}	-55	125	^oC
Thermal resistance System-air	$R_{th\ SA}$		80	K/W
Operating Range				
Supply voltage	V_S	8	18	V
Operating frequency	f	10	500	Hz
Ambient temperature	T_A	-25	85	^oC

ส่วนในการทำวงจรจะใช้ไอซีนี้เป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งขาที่ 14 และ 15 มีความสำคัญมาเพราะว่าจะเป็นขาที่สร้างสัญญาณทริกเพื่อไปสั่งให้ชุดไทริสเตอร์อินเวอร์สเตอร์ทำงาน ซึ่งสัญญาณที่ออกมาจะมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก แต่แค่เพียงพอจะกระตุ้นให้ชุดไทริสเตอร์อินเวอร์เตอร์ทำงานได้ที่ซึ่งมุมการทริกส์มีขนาด 170 องศาตามที่ทฤษฎีกล่าวไว้ แล้วในวงจรจะสามารถเปลี่ยนขนาดของแรงดันเอาพุตที่ออกมาได้โดยการปรับค่าความต้านทานเปลี่ยนค่าได้ที่ต่ออยู่ในวงจร โดยที่เมื่อค่าความต้านทานเปลี่ยนจะทำให้ขนาดของมุมทริกส์เปลี่ยนไปด้วย เป็นผลทำให้สามารถควบคุมแรงดันได้ ซึ่งวงจรนี้จะแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ก) วงจร synchronize



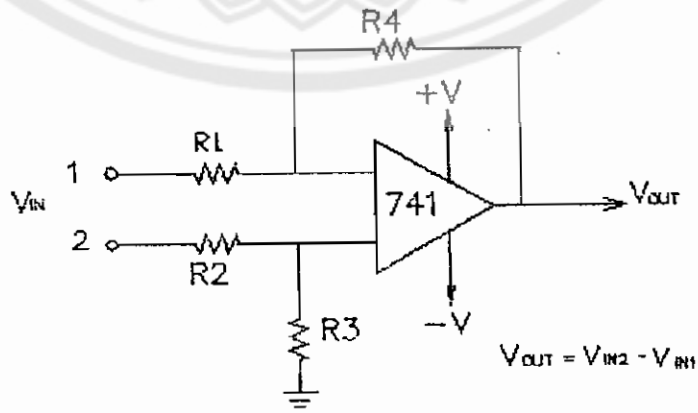
รูปที่ 3.2 ข) วงจรควบคุมการเชื่อมโยงกับระบบการไฟฟ้า

3.2.2 การออกแบบวงจรควบคุมแรงดัน DC ที่ป้อนให้เครื่องกำเนิด

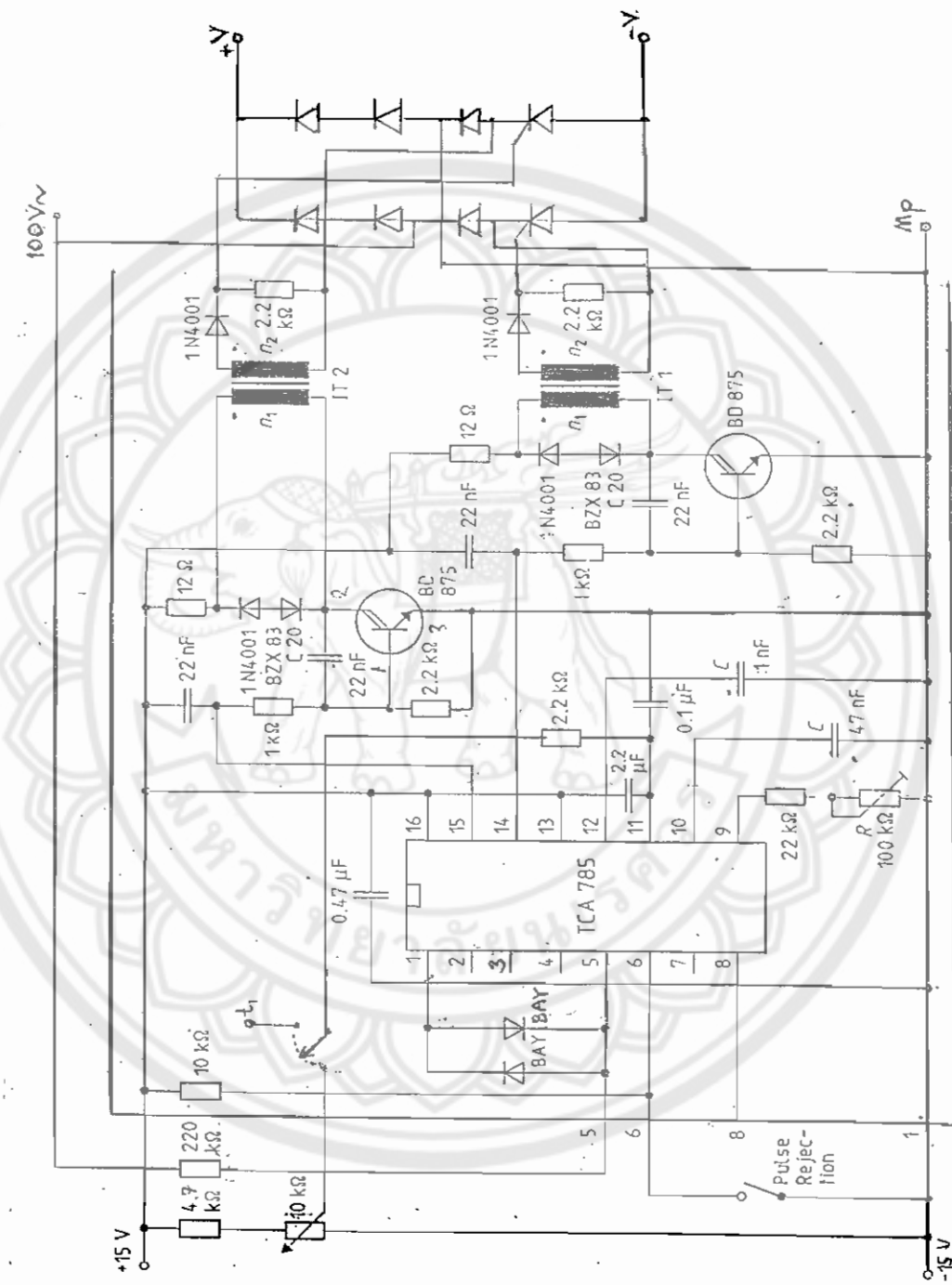
ในการที่เครื่องกำเนิดชนิดซิงโครนัส (synchronous generator)จะผลิตไฟกระแสสลับออกมาได้นั้น ตามหลักการจะต้องมีการป้อนแรงดัน dc ให้กับขดลวดสนามของเครื่องกำเนิดจึงจะเกิดแรงดันออกมาได้ ซึ่งขนาดของแรงดันที่ป้อนจะแปรผันตรงกับแรงดันที่จะออกมา ดังนั้นจึงได้มีการคิดวงจรขึ้นมาใช้เพื่อจะป้อนแรงดันให้เครื่องกำเนิดอันจะเป็นผลให้สามารถควบคุมแรงดันที่จะออกได้ด้วย

การออกแบบวงจรนี้จะใช้ลักษณะวงจรเป็นแบบเดียวกันกับวงจร synchronize โดยที่จะอาศัยคุณสมบัติของไอซี TCA 785 ที่สามารถควบคุมแรงดันที่จะออกมาได้โดยวิธีการปรับค่าของความต้านทานปรับค่าได้ 10 กิโลโอห์ม ซึ่งเมื่อปรับค่าความต้านทานตัวนี้มุมการทริกซ์ที่ไทริสเตอร์จะเปลี่ยน จึงใช้คุณสมบัติของไอซีตัวนี้ในการทำวงจร โดยแรงดัน DC ที่ป้อนให้กับเครื่องกำเนิดนั้นมีความสัมพันธ์กับแรงดันที่จะออกมาจากเครื่องกำเนิด ซึ่งจากการทดลองพบว่าเมื่อป้อนแรงดัน DC ที่ค่าต่างๆให้กับเครื่องกำเนิด ค่าแรงดันที่ออกมาจากเครื่องกำเนิดก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ในความสัมพันธ์นั้นจะเป็นแบบแปรผันตรง คือ ถ้าป้อนแรงดัน DC เพิ่ม แรงดันที่ออกมาจากเครื่องกำเนิดก็จะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับ

หลักการทำงานของวงจร TCA 785 จะมีขา 11 เป็นตัวควบคุมมุมการทริกส์ของไทริสเตอร์เพื่อให้ได้แรงดันที่ต้องการ จากนั้นจะนำแรงดันที่ได้ไปแปลงให้เป็นแรงดัน dc เพื่อป้อนให้เครื่องกำเนิด โดยจะใช้วงจรฟลูบริตซ์เรกติไฟร์เป็นตัวเปลี่ยนแรงดันจาก acให้เป็น dc ส่วนการจะสั่งงานให้มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นหรือลดลงของแรงดันนั้น จะใช้วงจร COMPARATOR มาช่วยในการควบคุมการเพิ่มหรือลดของการจ่ายแรงดัน DC โดยการเอาแรงดันที่ออกมานำมาทำการเปรียบเทียบกับค่าแรงดันที่ตั้งไว้ ซึ่งจะใช้ไอซีในตระกูลของ opamp มาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ โดยเบอร์ที่นำมาใช้จะเป็น 741 (DIFFERENCE AMPLIFIER) จะเอา output ที่ได้จาก opamp นี้ไปเข้าในขา 11 ของ TCA 785 เพื่อจะควบคุมการเพิ่มหรือลดมุมทริกส์ ซึ่งจะได้แรงดันที่ออกมาคงที่ตามที่ต้องการ



รูปที่ 3.3 Opamp เบอร์ 741



รูปที่ 3. 4 วงจรจ่ายแรงดัน DC

3.3 การพันลวดตัวเหนี่ยวนำ

ในวงจรการเชื่อมต่อนี้จะต้องมีค่าเหนี่ยวนำตัวหนึ่งที่นำมาใช้ เพื่อเป็นตัวเหนี่ยวนำกระแสไม่ให้เกิดอันตรายหรือเกิดกระแสที่มากเกินไป โดยการพันลวดตัวเหนี่ยวนำนี้จากการศึกษาและพยายามหาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการทำ ปรากฏว่ามีเพียงแค่ทฤษฎีการหาตามหลักการเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดที่จะบอกวิธีการทำเอาไว้เลย จึงไม่สามารถรู้ได้ว่าการทำจะต้องพันลวดลักษณะใด ใช้ลวดที่มีขนาดเท่าไร ยาวมากขนาดไหน จึงจำเป็นต้องทำการนำลวดมาลองพันในแบบต่างๆและลองวัดค่าดู สุดท้ายก็ได้ข้อสรุปในการพันลวดขึ้นมาใช้

โดยการทำลวดตัวเหนี่ยวนำนี้จะใช้ลวดทองแดงเบอร์ 30 (เป็นลวดนอก) มาขึงให้ตึง ซึ่งในขั้นแรกจะใช้ลวดยาวประมาณ 8 เมตรจำนวน10 เส้นจากนั้นทำการตีเกรียวทั้ง 10 เส้นเข้าด้วยกัน การทำเช่นนี้ก็เพื่อเป็นการลดค่าความต้านทานที่จะเกิดขึ้น และเป็นการทำให้ลวดเป็นเส้นเดียวเพื่อสะดวกในการพันลงบนแกนด้วย จากนั้นจะนำเส้นลวดที่ได้มาพันบนแกนเฟอร์ไรท์ โดยจะพันไปในทิศทางเดียวกันเพื่อไม่ให้เกิดการตัดกันของ flux อันจะทำให้ค่าความเหนี่ยวนำลดลง เมื่อทำการพันเสร็จจึงนำลวดที่ทำไปวัดค่าเหนี่ยวนำ ปรากฏว่าได้เพียง 0.3 มิลลิเฮนรี่ ซึ่งไม่เพียงพอกับการใช้ในวงจรนี้ จึงได้ทำการพันใหม่โดยการเพิ่มความยาวของลวดเป็น 15 เมตร และใช้จำนวนเส้นลวดเป็น 16 เส้นแต่ยังใช้แกนเดิมอยู่ หลังจากทำและทำการวัดค่าเหนี่ยวนำ ปรากฏว่าได้ค่าเหนี่ยวนำถึง 3 มิลลิเฮนรี่ ซึ่งเป็นค่าที่เพียงพอในการใช้กับวงจรนี้ จึงได้ทราบว่าค่าเหนี่ยวนำจะเพิ่มค่าตามความยาวของลวดและจำนวนรอบที่พัน อันเป็นผลทำให้ได้ค่าที่ต้องการได้