

รายงานโครงการวิจัยโดยใช้เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์
ประจำปี 2549

การสร้างวงจรกรองสัญญาณเชิงเลขหลายหน้าที่โดยใช้เอพิจีเอ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรรองสัญญาณเป็นวงจรที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปในวงจรด้านสื่อสารและการประมวลผลสัญญาณ โดยในที่นี้ได้นำเสนอการสร้างวงจรรองสัญญาณที่สัญญาณที่นำเข้ามาประมวลผลเป็นสัญญาณดิจิตอล วัตถุประสงค์หลักคือเอาไว้ใช้ในการกรองสัญญาณรบกวนทิ้งไปแล้วเอาเฉพาะข่าวสารที่ต้องการเอาไว้ ในการทดสอบต้นแบบของวงจรรองสัญญาณที่ได้จะมีในหลายลักษณะเช่น การวัดผลตอบสนองทางขนาดของวงจรที่ได้จากการวัดจริงเทียบกับผลที่ได้จากการจำลองการทำงาน การทดลองกวาดความถี่ (frequency sweeping) เพื่อดูลักษณะการทำงานของวงจรรองสัญญาณที่ได้ การทดลองกรองสัญญาณรบกวนที่มีปนเข้ามากับข่าวสารเช่นทดลองกรอง noise ที่ปนเข้ามากับเสียงดนตรี การประยุกต์ใช้งานเป็นวงจร equalizers เพื่อใช้ในการปรับแต่งสัญญาณเสียงดนตรี

5. งบประมาณช่วงสอง 50,000 บาท

6. ระยะเวลาดำเนินงานโครงการวิจัย (เริ่มต้น-สิ้นสุดโครงการ)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	งบประมาณปี 2549												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. ศึกษาข้อมูลการออกแบบวงจรรองสัญญาณเชิงเลข	←→												
2. ทำการออกแบบวงจรและจำลองผลการทำงานทาง Software				←→									
3. ทำการแก้ไขและปรับปรุงวงจร								←→					
4. สรุปผลและจัดทำรายงานวิจัยเผยแพร่ทางวิชาการ												←→	

7. รายงานความก้าวหน้าของโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	งบประมาณปี 2549				
	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	กพ
1. ทำการแก้ไขและปรับปรุงวงจร	←→				
2. สรุปผลและจัดทำรายงานวิจัยเผยแพร่ทางวิชาการ		←→			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรกรองความถี่ดิจิทัลแบบไม่จำกัดผลตอบสนองอิมพัลส์ หรือ IIR

คำว่า IIR ย่อมาจาก Infinite Impulse Response ซึ่งแปลว่า ผลตอบสนองอิมพัลส์ไม่จำกัด หรือถึงอนันต์ (infinite) ทั้งนี้ เพราะวงจรกรองความถี่ชนิดนี้มีคุณสมบัติประจำตัวที่สำคัญ คือ หากเราป้อนสัญญาณอิมพัลส์ให้กับวงจรนี้แล้ว สัญญาณตอบสนองจะไม่สิ้นสุด แต่จะมีไปจนถึงอนันต์ ดังนั้นอาจเรียกววงจรนี้ว่าเป็น วงจรกรองความถี่แบบป้อนกลับ (recursive filter) หรือป้อนกลับเชิงเลข เพราะสัญญาณเอาต์พุตจะขึ้นอยู่กับค่าสัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้ามา และสัญญาณเอาต์พุตก่อนหน้านั้นโดยทั่วไปถ้าให้สัมประสิทธิ์ของวงจรกรองความถี่เชิงเลขมีจำนวนจำกัด อาจเขียนสมการผลต่างสืบเนื่องที่ M (M^{th} order differential equation) สำหรับวงจรกรองความถี่ระบบเวลาจริงได้

$$y(n) = \sum_{k=0}^M b_k x(n-k) - \sum_{k=1}^N a_k y(n-k) \quad (1)$$

หาผลตอบสนองความถี่สามารถหาได้จากสมการผลต่าง โดยจาก

$$y(n) + \sum_{k=1}^N a_k y(n-k) = \sum_{k=0}^M b_k x(n-k)$$

หรือฟังก์ชันถ่ายโอนเป็น

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{\sum_{k=0}^M b_k z^{-k}}{1 + \sum_{k=1}^N a_k z^{-k}} \quad (2)$$

โดยในที่นี้ให้ $b_0 = 1$ และโดยการแทนค่าให้ $z = e^{j\omega}$ เราจะได้ผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ป้อนกลับเชิงเลขแบบทั่วไป คือ

$$H(\omega) = \frac{\sum_{k=0}^M b_k z^{-j\omega k}}{1 + \sum_{k=1}^N a_k z^{-j\omega k}} \quad (3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ

การออกแบบวงจรกรองแบบ notch แบบปกติ

ค่าความถี่ที่ได้จากค่า single notch filter โยการประมาณค่า

$$H(e^{j\omega}) = \begin{cases} 0 & \omega_0 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

โดย ω_0 คือค่าความถี่ cut-off ของ notch filter เป็นดังนี้

$$H(z) = b_0 \frac{1 - 2\cos\omega_0 z^{-1} + z^{-2}}{1 - 2r\cos\omega_0 z^{-1} + r^2 z^{-2}} \quad (5)$$

b_0 คือ ค่า filter gain (ไม่ทราบค่า)

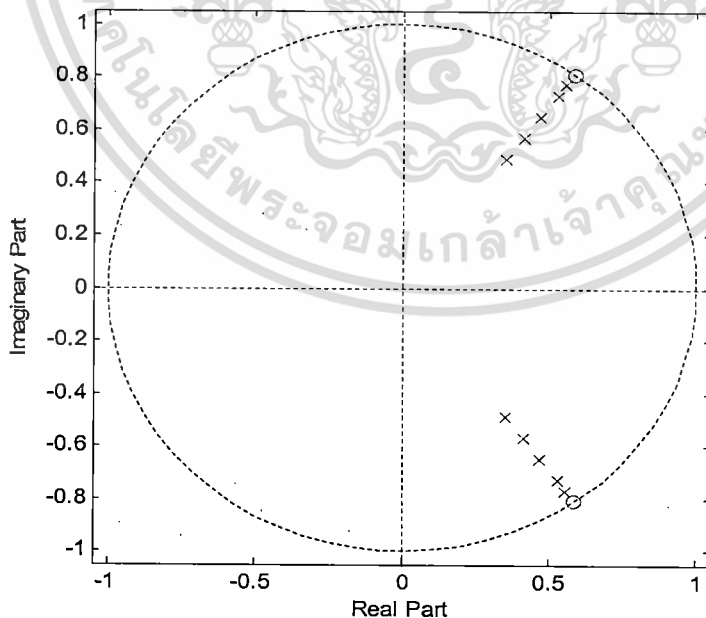
ω_0 คือ ค่า มุม pole บน z-plane หรือ ความถี่ cut-off หรือ ความถี่ notch

r คือ ระยะทางระหว่าง pole และ origin

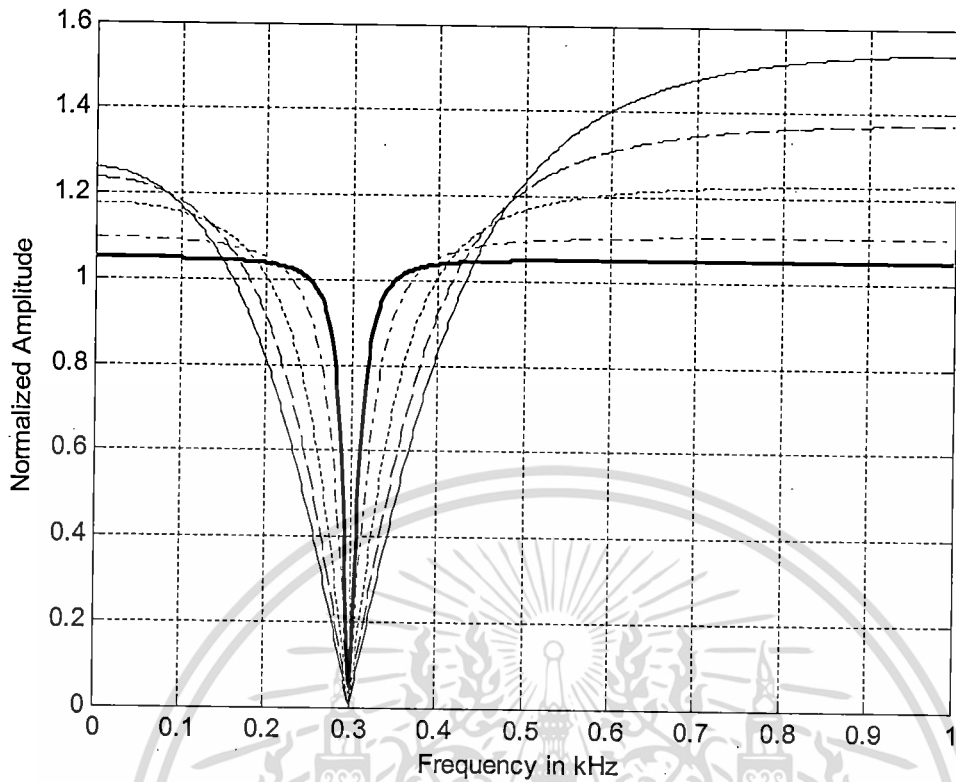
ตำแหน่ง pole-zero ที่มุม pole และ zero เดียวกันบน z-plane แสดงดังรูปที่ 2

กำหนดให้ $\omega_0 = 0.3\pi$ และ $r = 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.95$ Magnitude response แสดงดังรูปที่ 2.18

รูปที่ 2.18 แสดงให้เห็นถึงมุม r ซึ่งควบคุมค่า bandwidth ของ notch filter ถ้าค่า r ใกล้กับเส้นรอบวงหรือใกล้เคียง 1 bandwidth จะแคบลงและคำนวณได้จากการใช้คุณสมบัติทางเรขาคณิต ค่าความถี่ที่ได้จากรูปที่ 2.18 จะอยู่ที่ 0.3π pass-band gain จะเป็นค่าที่ไม่เหมาะสมตั้งแต่ค่า gain อยู่ที่ dc และจะไม่ไม่เท่ากับค่า gain ที่ ความถี่ Nyquist (π radian) ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องหาดำแหน่ง pole จะทำให้เกิดผล gain ที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องหาดำแหน่ง pole ใหม่เพื่อที่จะหาค่า pass-band gain ที่เหมาะสมต่อไปได้



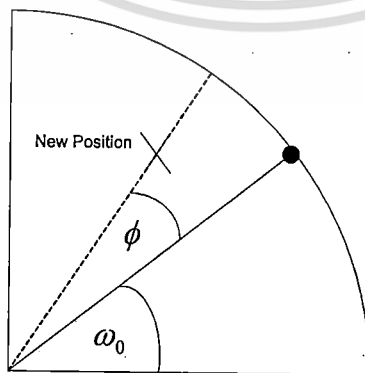
รูปที่ 2 ค่า pole-zero ของ single notch filter จากการออกแบบขั้นต้น



รูปที่ 3 ผลที่ได้ของ single notch filter จากการใช้ออกแบบขั้นต้น

การออกแบบด้วยวิธีเลื่อนตำแหน่ง pole

จากวิธีการออกแบบขั้นต้นของ notch filter ที่ใช้การวางตำแหน่ง pole-zero ได้แสดงให้เห็นแล้วว่าเป็นตำแหน่ง pole ที่ไม่เหมาะสมนั้นจำเป็นต้องหาวิธีที่จะได้ตำแหน่ง pole ใหม่ อย่างไรก็ตามตำแหน่ง zero จะไม่เปลี่ยนค่าความถี่กึ่งกลางของ notch filter กำหนดมาจากตำแหน่ง zero จึงจำเป็นต้องหาตำแหน่ง pole ใหม่ ในรูปที่ 2.19 ซึ่งเปลี่ยนรูปมาจาก notch filter ดังสมการที่ 4 และปรับเปลี่ยนเป็นสมการที่ 6 และ 7



รูปที่ 4 การปรับเปลี่ยนตำแหน่ง pole โดยใช้วิธีใหม่

$$\hat{H}(z) = b_0 \left[\frac{1 - 2 \cos \omega_0 z^{-1} + z^{-2}}{1 - 2r \cos(\omega_0 + \phi) z^{-1} + r^2 z^{-2}} \right] \quad (6)$$

$$\hat{H}(z) = b_0 \left[\frac{1 - 2 \cos \omega_0 e^{-j\omega} + e^{-2j\omega}}{1 - 2r \cos(\omega_0 + \phi) e^{-j\omega} + r^2 e^{-2j\omega}} \right] \quad (7)$$

$\hat{H}(z)$ คือ ค่าการเปลี่ยนรูปของ notch filter โดยปรับเปลี่ยนตำแหน่ง pole ϕ คือ ค่ามุม pole ที่ปรับปรุง

การที่จะทำให้ pass-band gain และ frequency response จากการปรับเปลี่ยนค่า IIR notch filter ให้เหมาะสมเป็นดังสมการที่ 8 ถึงสมการที่ 9

$$\hat{H}(0) = b_0 \left[\frac{1 - 2 \cos \omega_0 e^{-j0} + e^{-2j0}}{1 - 2r \cos(\omega_0 + \phi) e^{-j0} + r^2 e^{-2j0}} \right] \quad (8)$$

$$\hat{H}(\pi) = b_0 \left[\frac{1 - 2 \cos \omega_0 e^{-j\pi} + e^{-2j\pi}}{1 - 2r \cos(\omega_0 + \phi) e^{-j\pi} + r^2 e^{-2j\pi}} \right] \quad (9)$$

$$\hat{H}(0) = \hat{H}(\pi) \quad (10)$$

$$b_0 \left[\frac{1 - 2 \cos \omega_0 e^{-j0} + e^{-2j0}}{1 - 2r \cos(\omega_0 + \phi) e^{-j0} + r^2 e^{-2j0}} \right] = b_0 \left[\frac{1 - 2 \cos \omega_0 e^{-j\pi} + e^{-2j\pi}}{1 - 2r \cos(\omega_0 + \phi) e^{-j\pi} + r^2 e^{-2j\pi}} \right] \quad (11)$$

แทนค่า Euler's Rule $e^{j\omega} = \cos \omega + j \sin \omega$ ลงในสมการที่ 11 และจะได้ดังสมการที่ 12

$$\frac{1 + \cos \omega_0}{1 + 2r \cos(\omega_0 + \phi) + r^2} = \frac{1 - \cos \omega_0}{1 - 2r \cos(\omega_0 + \phi) + r^2} \quad (12)$$

จากสมการที่ 12 ผลที่ได้ของ ϕ สามารถเปลี่ยนได้เป็นสมการที่ 13

$$2r \cos(\omega_0 + \phi) = \cos \omega_0 + r^2 \cos \omega_0$$

$$\phi = \cos^{-1} \left[\frac{1 + r^2}{2r} \cos \omega_0 \right] - \omega_0 \quad (13)$$

กำหนดค่า $\hat{\omega}_0 = \omega_0 + \phi$

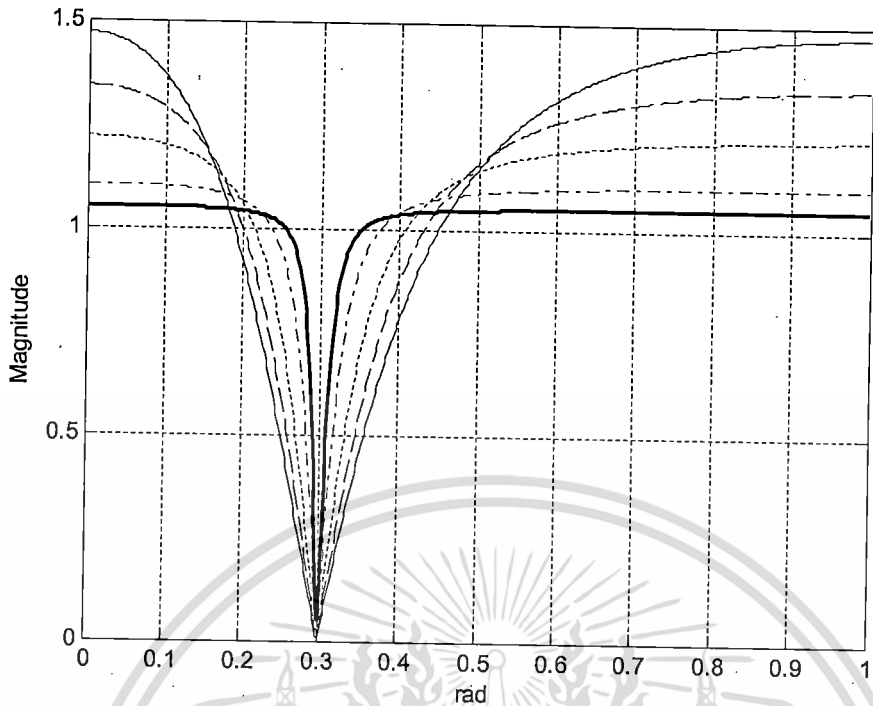
$\hat{\omega}_0$ คือ ค่ามุม pole ที่ปรับเปลี่ยนแล้ว

ดังนั้นค่าที่เปลี่ยนรูปของ digital notch filter แล้วสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 14

$$\hat{H}(z) = b_0 \left[\frac{1 - 2 \cos \omega_0 z^{-1} + z^{-2}}{1 - 2r \cos \hat{\omega}_0 z^{-1} + r^2 z^{-2}} \right] \quad (14)$$

ให้ $r = 0.6, 0.7, 0.8, 0.9$ และ 0.95 , $\omega_0 = 0.3\pi$ และ $b_0 = 1$ ลงในสมการที่ 2.76 และ Magnitude response ของ IIR filter จะแสดงได้ดังรูปที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 Magnitude response ของ notch filter หลังจากเปลี่ยนตำแหน่ง pole

รูปที่ 3 ผลที่ได้จากการเปลี่ยนตำแหน่ง pole จะทำให้ผลของ notch filter ได้ค่าที่เหมาะสมพร้อมกับค่า gain ที่ความถี่ของ zero และ π radian อย่างไรก็ตาม pass-band gain ยังไม่สามารถควบคุมค่าที่กำหนดไว้ได้ รัศมี r จะยังคงควบคุมการเปลี่ยนค่า gain ไว้อยู่จึงจำเป็นต้องหาค่าที่เหมาะสมของ b_0 เพื่อที่จะควบคุมและรักษาระดับ pass-band gain โดยกำหนดค่า gain ดังสมการที่ 15 ที่ dc และความถี่ Nyquist ดังแสดงในสมการที่ 16 และ 17 ตามลำดับ

$$\hat{H}(0) = b_0 \left[\frac{1 - 2\cos \omega_0 e^{-j0} + e^{-2j0}}{1 - 2r \cos \hat{\omega}_0 e^{-j0} + r^2 e^{-2j0}} \right] \quad (16)$$

$$\hat{H}(\pi) = b_0 \left[\frac{1 - 2\cos \omega_0 e^{-j\pi} + e^{-2j\pi}}{1 - 2r \cos \hat{\omega}_0 e^{-j\pi} + r^2 e^{-2j\pi}} \right] \quad (17)$$

กำหนดให้ค่า gain ที่ dc และความถี่ Nyquist เท่ากับตัวแปร k ผลที่ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$b_0 \left[\frac{1 - 2\cos \omega_0 e^{-j0} + e^{-2j0}}{1 - 2r \cos \hat{\omega}_0 e^{-j0} + r^2 e^{-2j0}} \right] = k \quad (18)$$

$$b_0 \left[\frac{1 - 2\cos \omega_0 e^{-j\pi} + e^{-2j\pi}}{1 - 2r \cos \hat{\omega}_0 e^{-j\pi} + r^2 e^{-2j\pi}} \right] = k \quad (19)$$

กำหนด a_1 และ a_2 ดังนี้

$$a_1 = \left[\frac{1 - 2\cos \omega_0 e^{-j0} + e^{-2j0}}{1 - 2r \cos \hat{\omega}_0 e^{-j0} + r^2 e^{-2j0}} \right] \quad \text{และ}$$

$$a_2 = \left[\frac{1 - 2\cos \omega_0 e^{-j\pi} + e^{-2j\pi}}{1 - 2r \cos \hat{\omega}_0 e^{-j\pi} + r^2 e^{-2j\pi}} \right] \quad \text{และ ดังนั้น}$$

แทนค่า a_1 และ a_2 ในสมการที่ 18 และ 19 แสดงดังสมการที่ 20
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\left. \begin{aligned} a_1 b_0 &= k \\ a_2 b_0 &= k \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

a_1 , a_2 และ k เป็นค่าคงที่

สมการที่ 20 มีตัวแปรมากมายจึงพิจารณาตามเป็นระบบ เช่นนั้นจำเป็นที่จะต้องประมาณค่า b_0 โดยประยุกต์การประมาณค่ากำลังสองน้อยที่สุดโดยทำให้เกิดการผิดพลาดน้อยที่สุดเช่นกัน

การพิจารณาเป็นระบบของสองสมการในตัวแปรที่ไม่ทราบค่า คือ b_0 จะใช้กำลังสองน้อยที่สุดเป็นตัวช่วยกำหนดค่า b_0 คือ ค่าที่ถูกเลือกขึ้นมา ดังนั้น มาตรฐาน Euclidean จะมีค่าเหลือน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ถ้าค่าที่เหลือมีความแตกต่างระหว่างฝั่งขวาและฝั่งซ้ายดังสมการค่าที่เหลือจะได้ดังสมการที่ 20

$$P = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k + a_1 b_0 \\ k + a_2 b_0 \end{bmatrix} \quad (21)$$

มาตรฐาน Euclidean ของค่าที่เหลือจะเป็นค่ารากที่สอง ของผลรวมของแต่ละค่ายกกำลัง

$$\|P\|_2 = \sqrt{P_1^2 + P_2^2} \quad (22)$$

ถ้าค่าน้อยที่สุดของ $\|P\|_2$ เท่ากับค่า $(\|P\|_2)^2$ จะได้ค่ากำลังสองน้อยที่สุดดังสมการที่ 20 และค่า b_0 จะได้ค่าน้อยที่สุดเช่นกันดังแสดงในสมการที่ 22

$$(\|P\|_2)^2 = (k + a_1 b_0)^2 + (k + a_2 b_0)^2 \quad (23)$$

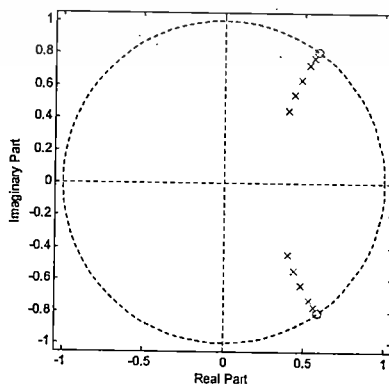
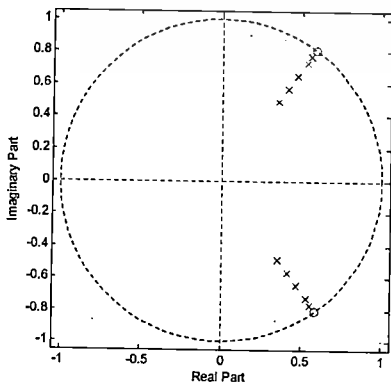
ค่าที่น้อยที่สุดของ $-$ หาได้จากค่าความอนุพันธ์ในสมการที่ 23 จากค่า b_0 และกำหนดค่า zero ค่าอนุพันธ์ในสมการที่ 23 จะได้ดังสมการที่ 24 และ 25

$$2[a_1(k + a_1 b_0) + a_2(k + a_2 b_0)] = 0 \quad (24)$$

$$b_0 = \frac{-k(a_1 + a_2)}{(a_1^2 + a_2^2)} \quad (25)$$

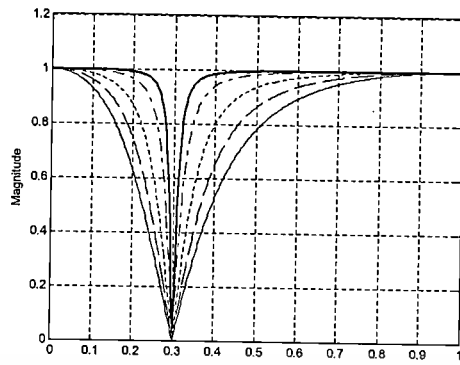
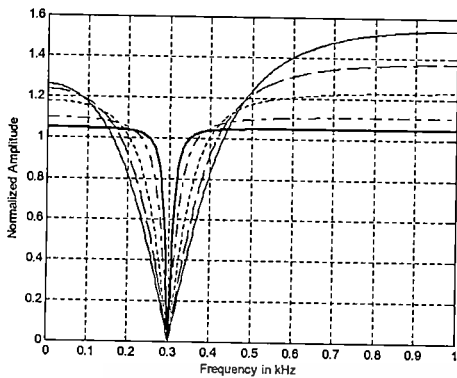
ตัวอย่างการออกแบบและผลที่ได้

การออกแบบตัวอย่างชี้เฉพาะถึงค่าความถี่ notch ที่ $\omega_0 = 0.3\pi$ ที่ $r = 0.6, 0.7, 0.8, 0.9$ และ 0.95 และ pass-band gain เท่ากับ 1 ในการออกแบบขั้นต้น โดยประยุกต์ค่าในสมการที่ 2 และการวางแผนการออกแบบโดยประยุกต์ค่าหลังจากนั้น จะดำเนินการตามโปรแกรมการปรับเปลี่ยนของ MATLAB ซึ่งผลที่ได้จะพล็อตลงใน z-domain ดังรูปที่ 4 และผลจะแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 พล็อต Pole-zero ที่ $\omega_0 = 0.3\pi$ ที่ $r = 0.6, 0.7, 0.8, 0.9$ และ 0.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 ผลของ Magnitude ที่ $\omega_0 = 0.3 \pi$,ที่ $r = 0.6, 0.7, 0.8, 0.9$ และ 0.95

ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการออกแบบใหม่ของ IIR notch filter โดยประยุกต์การปรับเปลี่ยนตำแหน่ง pole-zero ผลที่ได้จะเหมาะสมและสามารถควบคุม pass band gain ตามที่กำหนดไว้ได้ ผลที่ได้จะดีขึ้นเมื่อถ้าสามารถเปรียบเทียบได้กับการออกแบบขั้นต้น ซึ่งขั้นตอนจะซับซ้อนขึ้นไปอีก ยิ่งกว่านั้น filter จะสามารถกำจัด ac noise และ harmonic noise ซึ่งนับว่าเป็นผลที่ดีมาก

การออกแบบวงจรกรองดิจิทัลหลายหน้าที่แบบไม่มีการป้อนกลับอันดับที่ 9 โดยใช้โครงสร้างแบบตรงด้วยวิธีคูณของบวม

ขั้นตอนการออกแบบวงจร

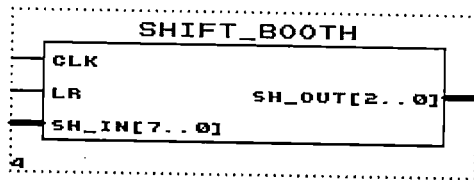
เนื่องจากระบบตัวเลขที่ใช้เป็นแบบไม่มีเครื่องหมายทำให้เกิดปัญหาตอนนำสัญญาณมาลบกันจะทำให้ได้ช่วงของผลลัพธ์เป็นสองเท่า ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงมีผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น ทั้งนี้ปัญหานี้จะไม่เกิดกับระบบเลขที่มีเครื่องหมาย ซึ่งวิธีการคูณของบวมเป็นวิธีที่ใช้เครื่องหมายทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว ข้อดีหลายอย่างของบวมก็คือ ใช้เวลาในการคำนวณน้อย สามารถใช้การเลื่อนบวมที่มีหน่วยความจำน้อยกว่าวิธีอื่น และมีความถูกต้องของคำตอบสูง

โครงสร้างที่ใช้สร้างวงจรกรองนั้นจะโครงสร้างแบบตรง ดังนั้นจากหัวข้อที่ผ่านมาข้างต้นก็พอจะสามารถอธิบายวงจรย่อยๆที่สำคัญของวงจรกรองได้เช่น ตัวหน่วงเวลา ตัวบวก วงจรหารความถี่ เป็นต้น แต่เนื่องจากหัวข้อนี้ใช้วิธีคูณของบวมซึ่งเป็นระบบตัวเลขแบบมีเครื่องหมาย ดังนั้นจะมีวงจรที่ต่าง คือ วงจรคูณของบวม วงจรกลับบิทหน้าเพื่อแปลงเป็นเลขส่วนเติมเต็มสอง วงจรลบเลขส่วนเติมเต็มสอง

1. วงจรคูณของบวม สามารถสร้างวงจรคูณได้จากวงจรย่อยๆดังนี้

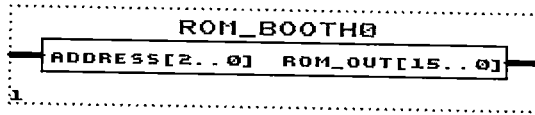
1.1 วงจรเลือกค่าเพื่อนำไปใช้ค่าในรอม มีสัญญาณควบคุม Ir, clk จากวงจรสร้างสัญญาณควบคุมสร้างได้สัญลักษณ์ดังรูปที่ 6

ส่วนที่หก หอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



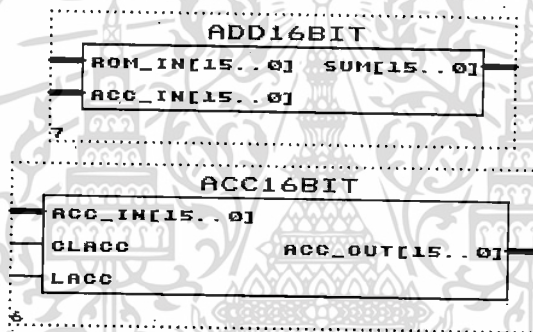
รูปที่ 6 วงจรเลือกค่าเพื่อนำไปชี้ค่าในรอม

1.2 รอมเก็บค่าลัมประสิทธิแบบบวท รับสัญญาณชี้ค่าจากวงจรชี้ค่า สร้างได้สัญลักษณ์ดังรูปที่ 7



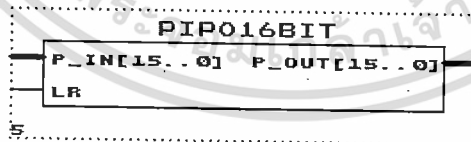
รูปที่ 7 รอมเก็บค่าลัมประสิทธิแบบบวท

1.3 วงจรบวกสะสมค่า รับสัญญาณควบคุม clacc, lacc จากวงจรสร้างสัญญาณควบคุม สร้างเป็นสัญลักษณ์ได้ดังรูปที่ 8



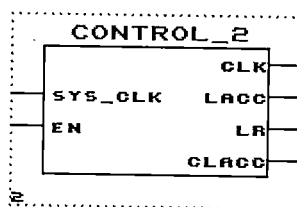
รูปที่ 8 วงจรบวกสะสมค่า

1.4 วงจรเก็บค่าผลบวก รับสัญญาณควบคุม lr จากวงจรสร้างสัญญาณควบคุมเพื่อควบคุมการปล่อยค่าผลบวก สร้างได้สัญลักษณ์ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 วงจรเก็บค่าผลบวก

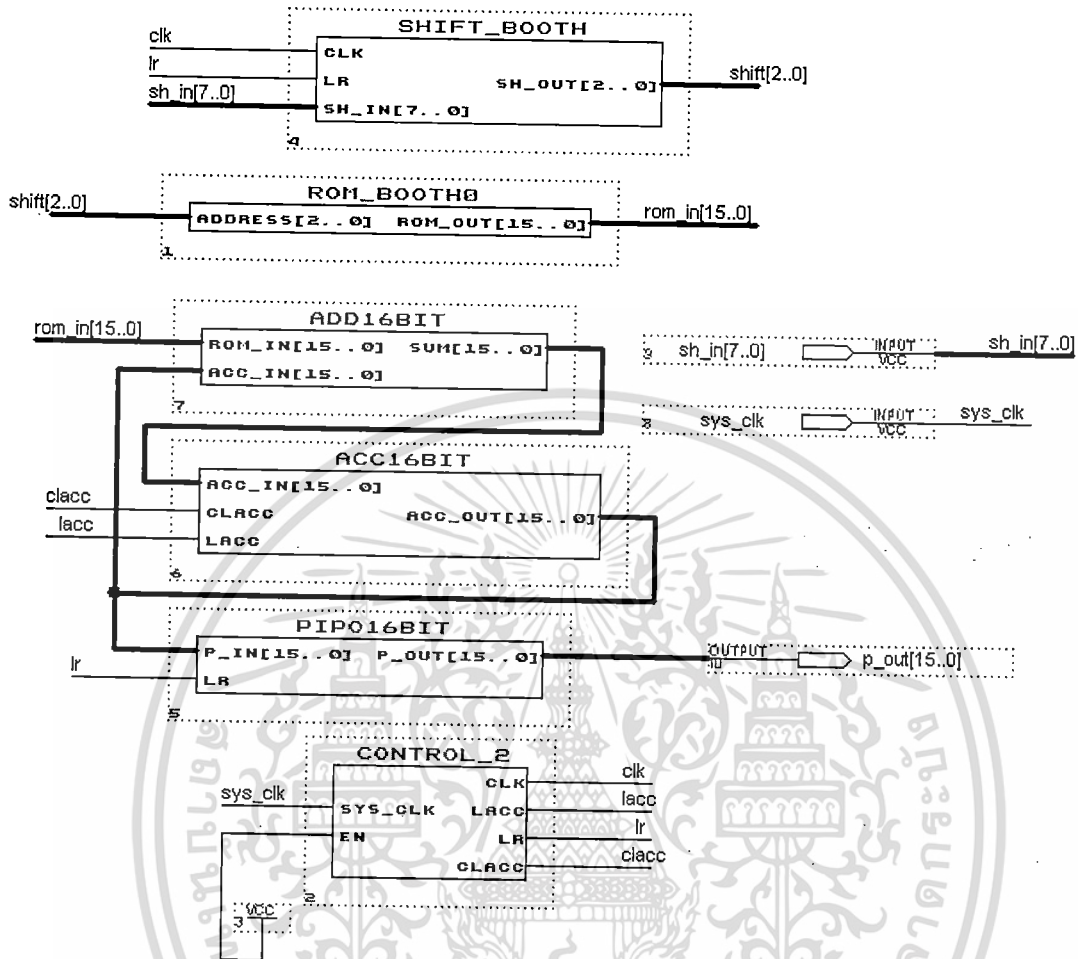
1.5 วงจรสร้างสัญญาณควบคุม สร้างได้สัญลักษณ์ดังรูปที่ 10



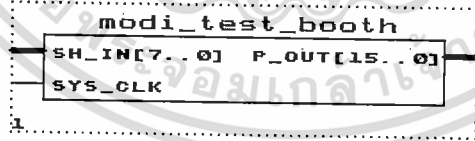
รูปที่ 10 วงจรสร้างสัญญาณควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง **84583** อย่างไรก็ดีเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อสร้างส่วนย่อยต่างๆของวงจรคุณแบบบรูทแล้ว นำมาต่อกันจะได้ดังรูปที่ 11 และกำหนดเป็นสัญลักษณ์ดังรูปที่ 12

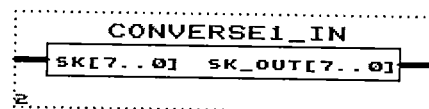


รูปที่ 11 รูปแสดงการต่อส่วนต่างๆภายในวงจรคุณ



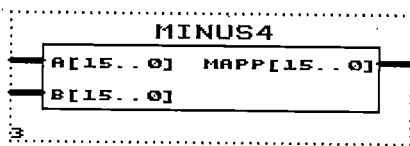
รูปที่ 12 วงจรคุณแบบบรูท

2. วงจรกลับบิทหน้าเพื่อแปลงเป็นเลขส่วนเต็มเต็มสอง เนื่องจากสัญญาณที่ออกจากวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลจะเป็นค่าที่ไม่คิดเครื่องหมาย ดังนั้นก่อนนำสัญญาณมาคำนวณต้องกลับบิทหน้าเพื่อให้ได้เลขส่วนเต็มเต็มสอง และกลับบิทอีกครั้งก่อนที่จะเข้าวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก สร้างได้สัญลักษณ์ดังรูปที่ 13



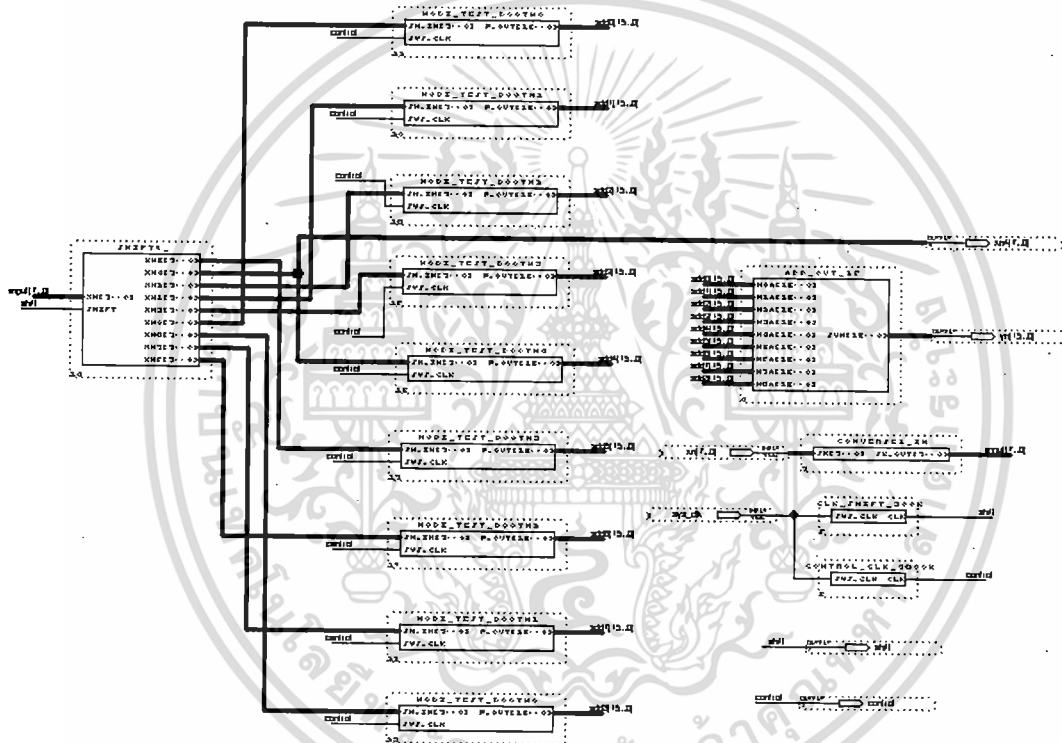
รูปที่ 13 วงจรกลับบิทหน้าเพื่อแปลงเป็นเลขส่วนเต็มเต็มสอง

3. วงจรเลขส่วนเติมเต็มสอง เนื่องจากระบบเลขที่ใช้เป็นระบบเลขส่วนเติมเต็มสองดังนั้นจึงต้องใช้ วงจรนี้ สร้างได้สัญลักษณ์ดังรูปที่ 14

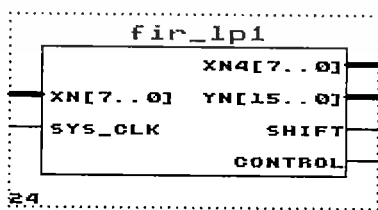


รูปที่ 14 วงจรเลขส่วนเติมเต็มสอง

จากวงจรที่กล่าวมาแล้วสามารถนำมาสร้างเป็นวงจรกรองแถบความถี่ต่ำผ่านโดยต่อดังรูปที่ 15 และกำหนด เป็นสัญลักษณ์ได้ดังรูปที่ 16



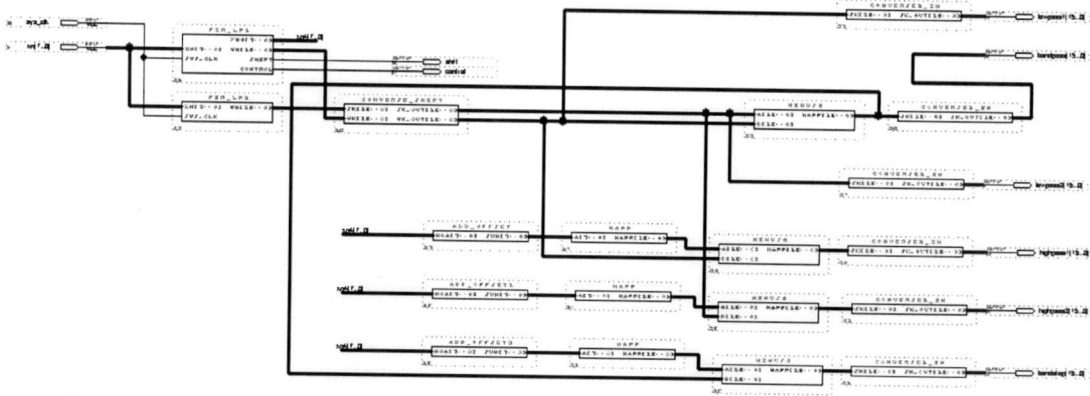
รูปที่ 15 การนำส่วนย่อยต่าง ๆ มาต่อเป็นวงจรกรองแถบความถี่ต่ำผ่าน



รูปที่ 16 วงจรกรองแถบความถี่ต่ำผ่าน

นำวงจรทั้งหมดมาต่อตามโครงสร้างของวงจรกรองหลายหน้าที่ จะ ได้ดังรูปที่ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17 วงจรกรองความถี่หลายหน้าที่แบบไม่มีการป้อนกลับอันดับที่ 9 โดยใช้วิธีการคูณแบบบวท

การตรวจสอบและสังเคราะห์วงจร

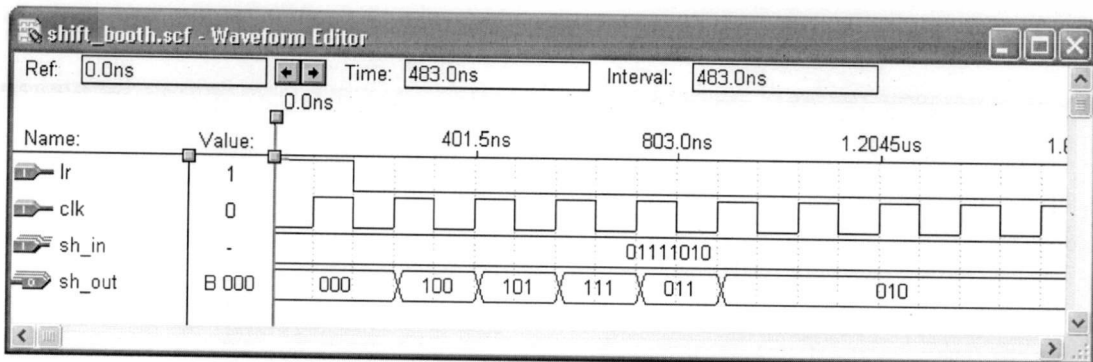
ผลที่ได้จากการตรวจสอบและสังเคราะห์วงจรกรองสัญญาณโดย โปรแกรม Max+plusII ได้ผลดังตารางที่ 1

DEVICE SUMMARY							
Chip/ POF Device	Input Pins	Output Pins	Bidir Pins	Memory Bits	Memory %Utilized	LCs	LCs% Utilized
fir_multi EP1K50TC144-3	9	81	0	0	0%	2111	73%
User Pins	9	81	0				

ตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบและสังเคราะห์วงจรกรองสัญญาณ

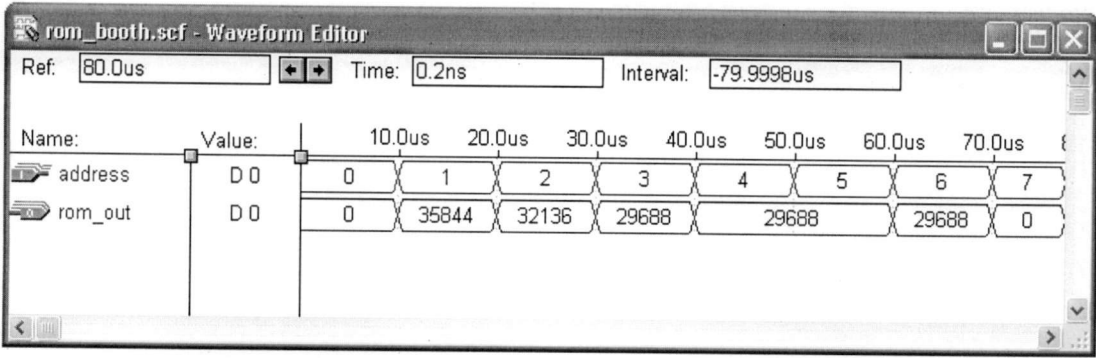
การจำลองการทำงาน

ขั้นตอนการจำลองการทำงาน โดยจะใช้โปรแกรม Max+plusII ในการจำลองการทำงานในแต่ละบล็อก ผลการจำลองการทำงานในแต่ละบล็อกสำคัญๆที่แตกต่างจากหัวข้อข้างบนเป็นดังนี้

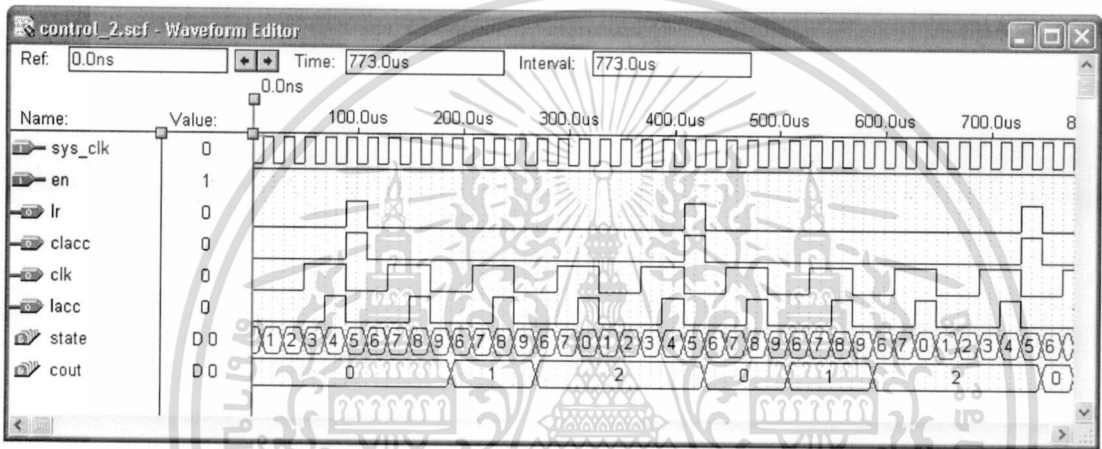


รูปที่ 18 ผลการจำลองการทำงานของวงจรเลือกค่าเพื่อนำไปชี้ค่าในรอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 19 ผลการจำลองการทำงานของวงจรรวมเก็บค่าสัมประสิทธิ์แบบบวท



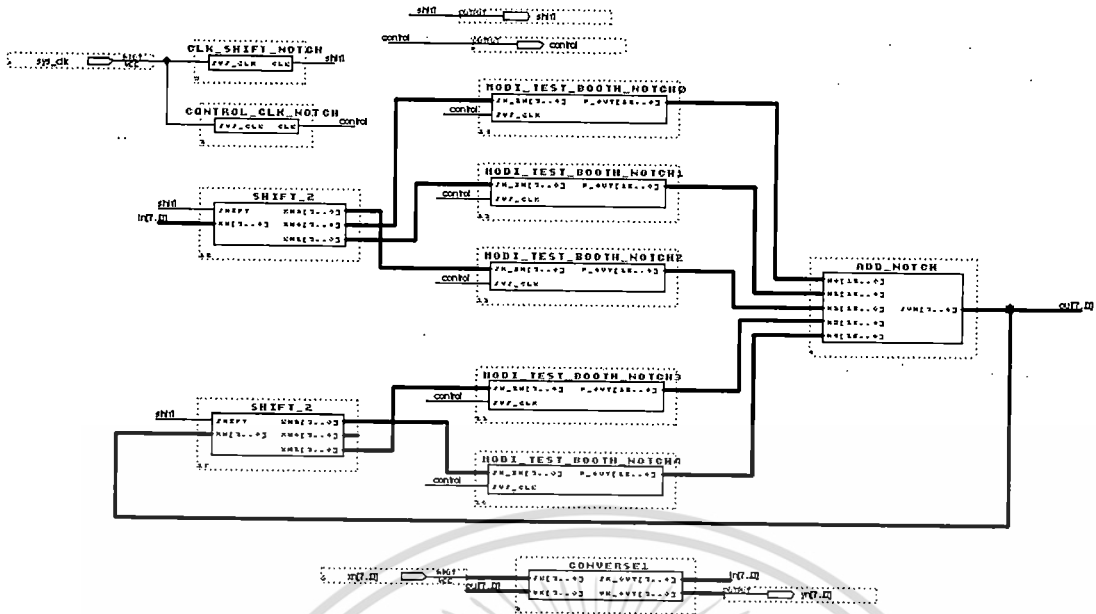
รูปที่ 20 ผลการจำลองการทำงานของวงจรสร้างสัญญาณควบคุม

การออกแบบวงจรกรองสัญญาณดิจิทัลชนิดผลตอบสนองอิมพัลส์ไม่จำกัดแบบนอตรซ์ด้วยวิธีการคูณแบบบวทโดยใช้โครงสร้างโดยตรง

ขั้นตอนการออกแบบวงจร

เนื่องจากปัญหาเรื่องที่ชิปที่มีจำกัดทำให้มีความต้องการตัวคูณซึ่งมีประสิทธิภาพสูงและใช้เนื้อที่ชิปต่างๆ ในขณะที่ได้ค่าความแม่นยำในระดับที่ยอมรับได้ ซึ่งถึงแม้ว่าตัวคูณในระบบเลขจำนวนจริงจะให้ค่าความถูกต้องสูงมากแต่มันก็จะมาพร้อมกับเนื้อที่ชิปที่ต้องการมากและเวลาในการคำนวณมากตาม ซึ่งในบางกรณีก็ไม่จำเป็นต้องมีค่าความถูกต้องมาก ดังนั้นวิธีการคูณแบบบวทจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบวงจรกรองสัญญาณดิจิทัลชนิดผลตอบสนองอิมพัลส์ไม่จำกัดแบบนอตรซ์

เนื่องจากใช้โครงสร้างโดยตรง โดยนำมาต่อตามโครงสร้างแบบตรงจะได้ดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 วงจรกรองสัญญาณดิจิทัลชนิดผลตอบสนองอิมพัลส์ไม่จำกัดแบบนอตรซ์โดยใช้ตัวคูณแบบบวม

การตรวจสอบและสังเคราะห์วงจร

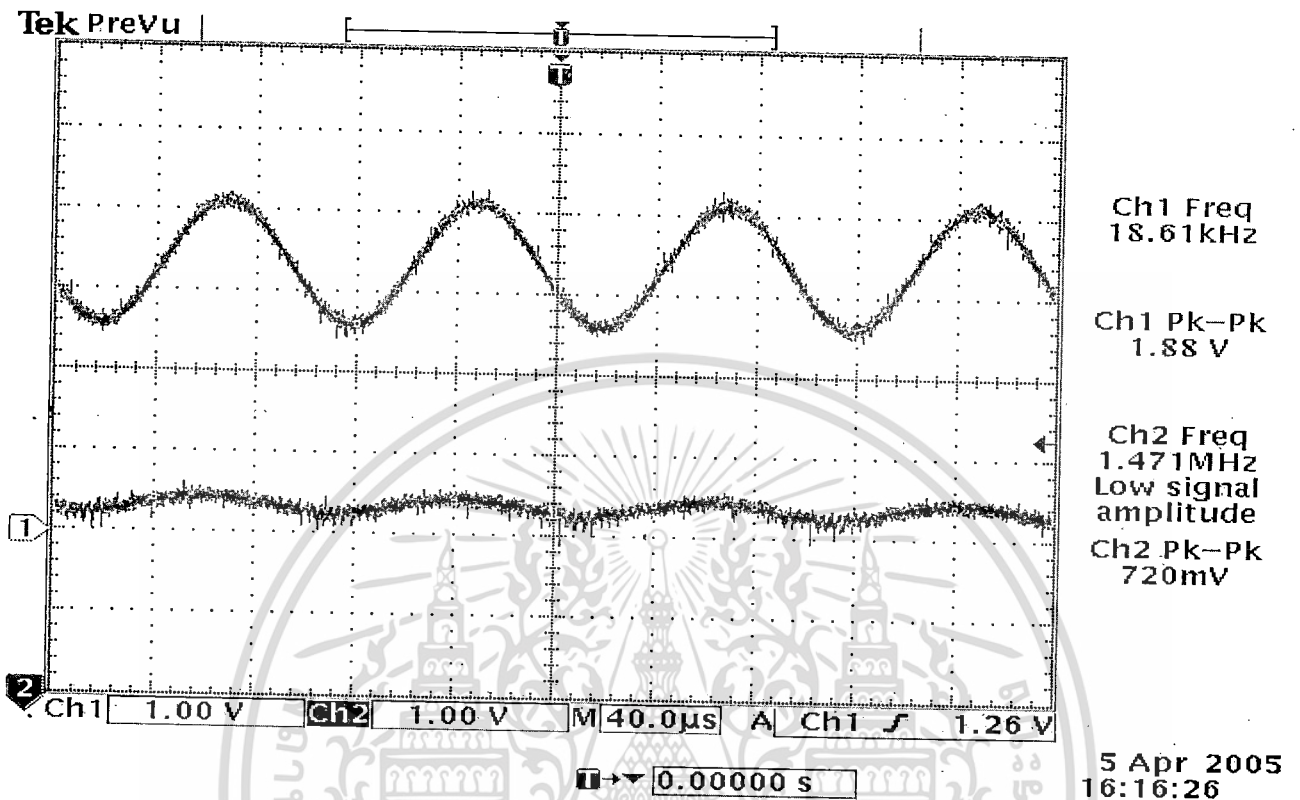
ผลที่ได้จากการตรวจสอบและสังเคราะห์วงจรกรองสัญญาณ โดย โปรแกรม Max+plusII ได้ผลดังตารางที่ 2

DEVICE SUMMARY							
Chip/ POF Device	Input Pins	Output Pins	Bidir Pins	Memory Bits	Memory %Utilized	LCs	LCs% Utilized
notch_order2 EP1K50TC144-3	9	10	0	640	1%	618	21 %
User Pins	9	10	0				

ตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบและสังเคราะห์วงจรกรองสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

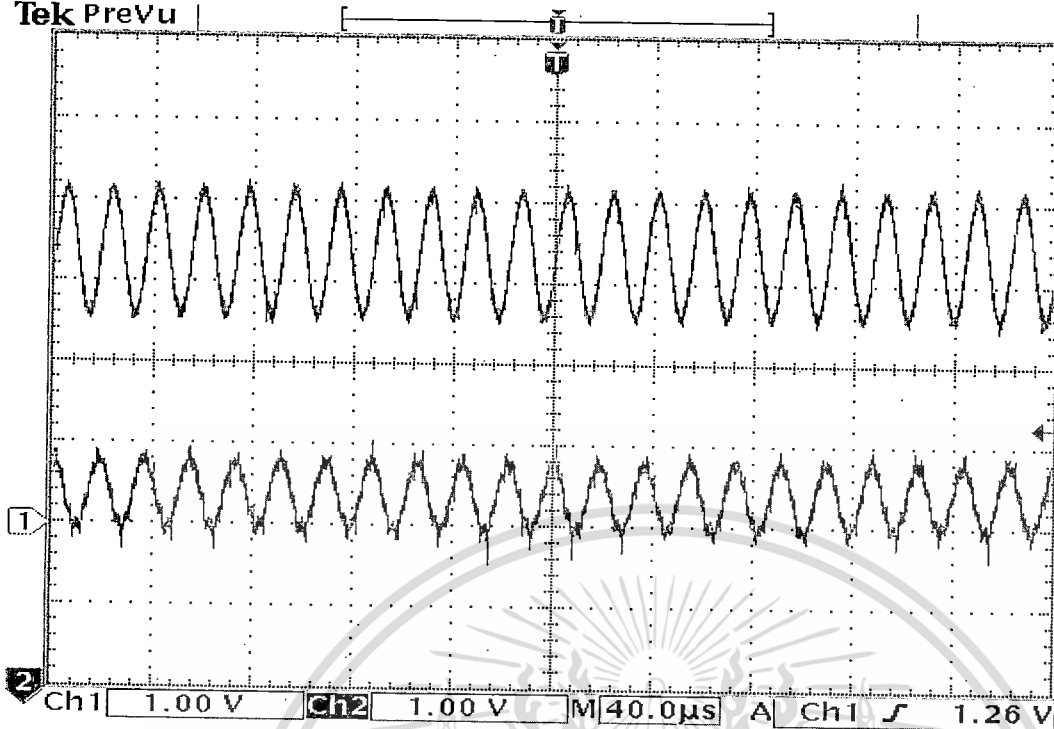
ผลการวัดสัญญาณก่อนและหลังเข้าวงจรกรองความถี่สูงผ่านของวงจร FIR Multifunctional Filter อันดับที่ 9



รูปที่ 22 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่ความถี่ 10 กิโลเฮิรต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tek PreVu



Ch1 Freq
55.00kHz

Ch1 Pk-Pk
1.84 V

Ch2 Freq
100.3kHz
Low signal
amplitude

Ch2 Pk-Pk
1.52 V

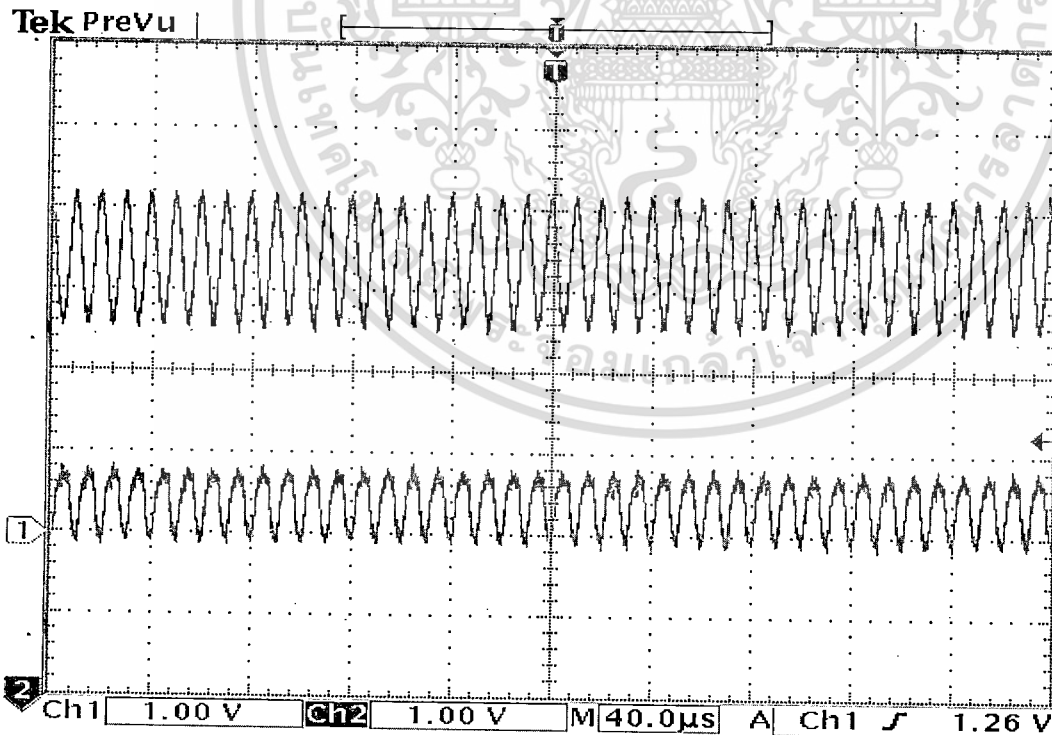
Ch1 1.00 V Ch2 1.00 V M 40.0μs A Ch1 1.26 V

0.00000 s

5 Apr 2005
16:19:50

รูปที่ 23 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่ความถี่ 55 กิโลเฮิร์ต

Tek PreVu



Ch1 Freq
100.1kHz

Ch1 Pk-Pk
1.78 V

Ch2 Freq
100.9kHz

Ch2 Pk-Pk
1.04 V

Ch1 1.00 V Ch2 1.00 V M 40.0μs A Ch1 1.26 V

0.00000 s

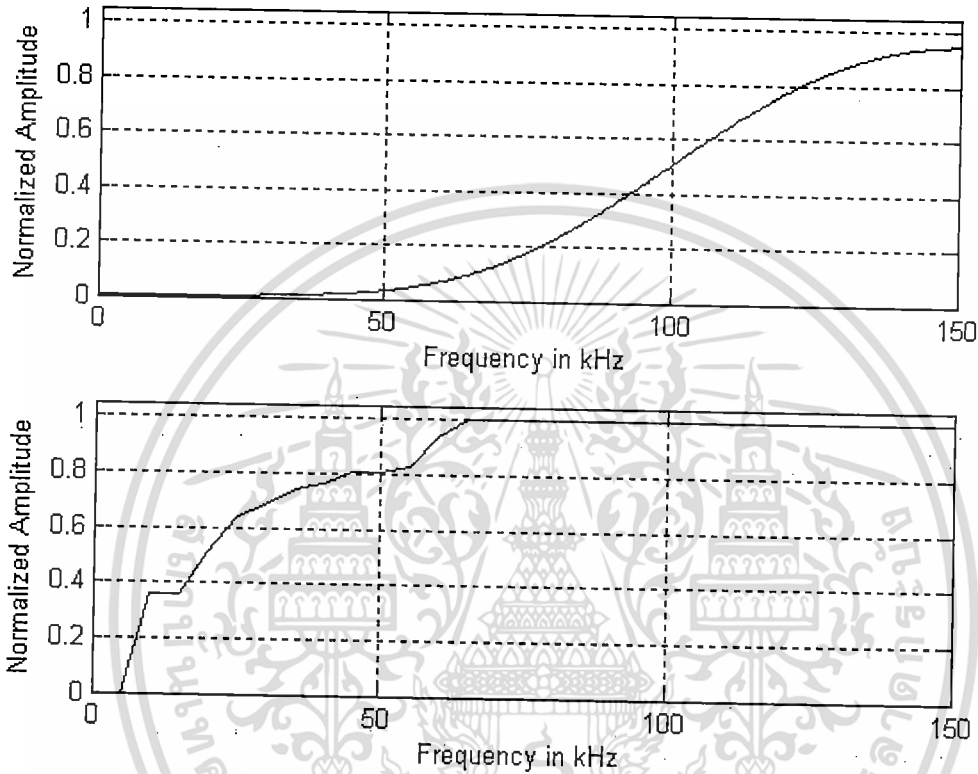
5 Apr 2005
16:23:26

รูปที่ 24 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่ความถี่ 100 กิโลเฮิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรกรองความถี่สูงผ่านแบบ FIR อันดับ 9

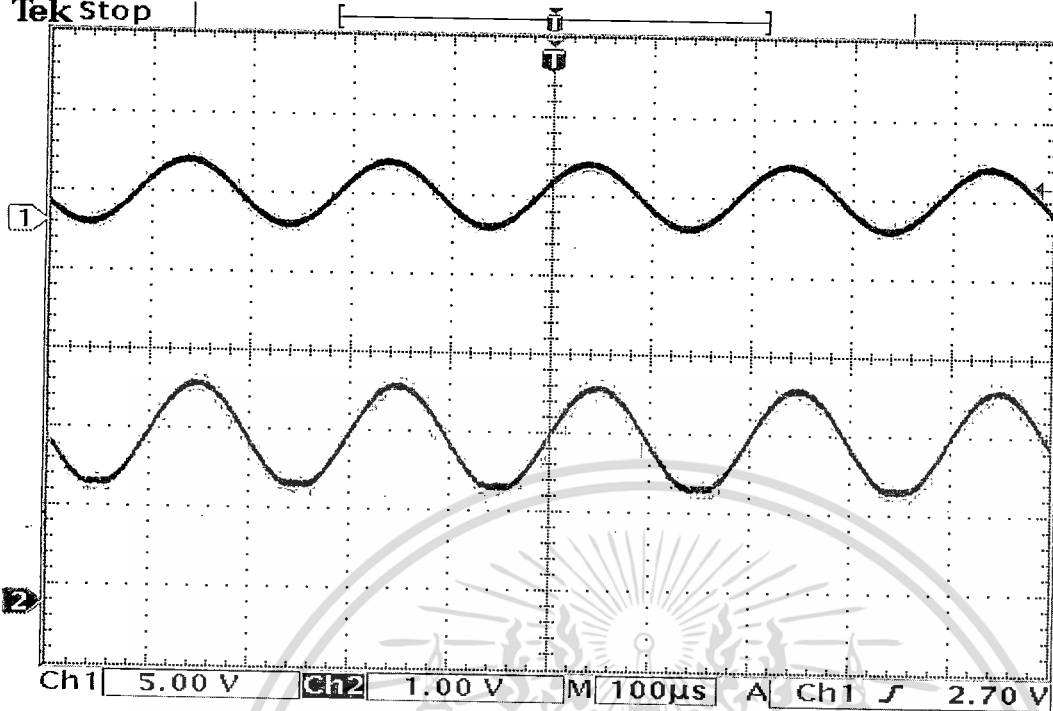
เมื่อนำค่าความสัมพัทธ์ที่เก็บผลจากการทดลองของ ความถี่ของสัญญาณด้านอินพุต กับแรงดันทางด้านเอาต์พุต แล้วนำมาพล็อตเป็นกราฟของผลตอบสนองทางความถี่ (Frequency Response) โดยที่แรงดันทางด้านเอาต์พุตนั้นจะต้องนำมาผ่านการนอมลไลซ์ค่าเสียก่อน ซึ่งการนอมลไลซ์ค่านี้ทำโดยการทำให้ค่าแรงดันทางด้านเอาต์พุตที่มีค่าสูงสุดเป็น 1 ผลจากการพล็อตกราฟผลตอบสนองทางความถี่แสดงดังรูป



รูปที่ 25 ผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน FIR อันดับที่ 9 เมื่อพล็อตจากการทดลอง เมื่อเทียบระหว่างทฤษฎี กับผลการทดลอง

ผลการวัดสัญญาณก่อนและหลังเข้าวงจรกรองความถี่หยุดของวงจร IIR Notch Filter อันดับที่ 2

Tek Stop



Ch1 Freq
5.051kHz
Low signal
amplitude
Ch1 Pk-Pk
4.70 V

Ch2 Freq
5.083kHz

Ch2 Pk-Pk
1.52 V

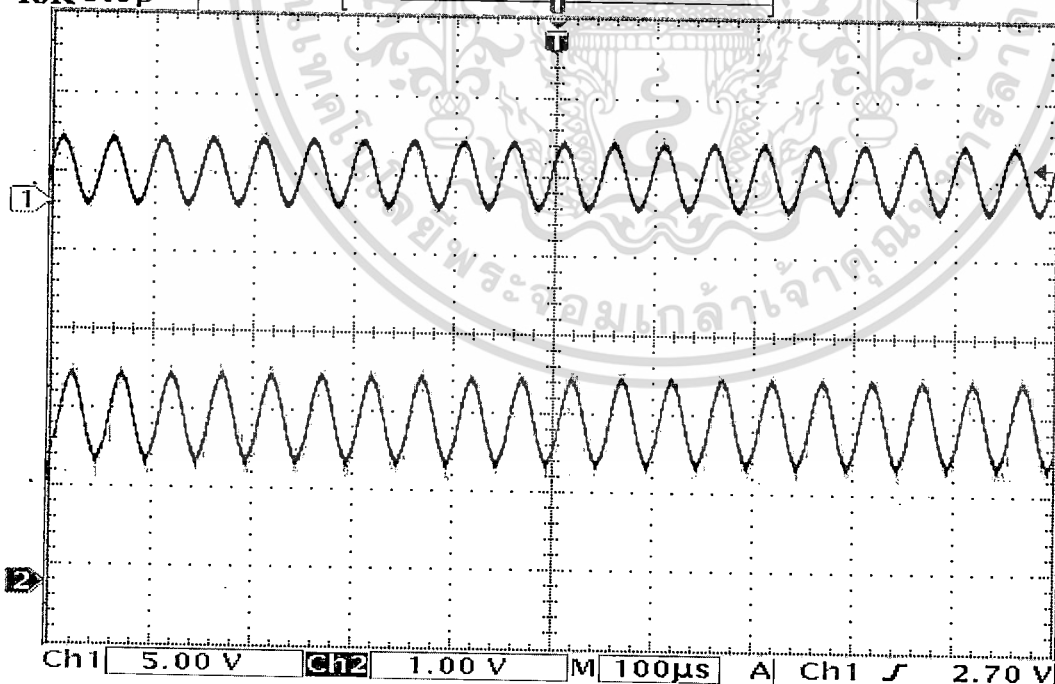
Ch1 5.00 V Ch2 1.00 V M 100µs A Ch1 2.70 V

0.00000 s

31 Mar 2005
23:38:36

รูปที่ 26 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่ความถี่ 5 กิโลเฮิร์ต

Tek Stop



Ch1 Freq
19.62kHz
Low signal
amplitude
Ch1 Pk-Pk
5.00 V

Ch2 Freq
19.89kHz

Ch2 Pk-Pk
1.32 V

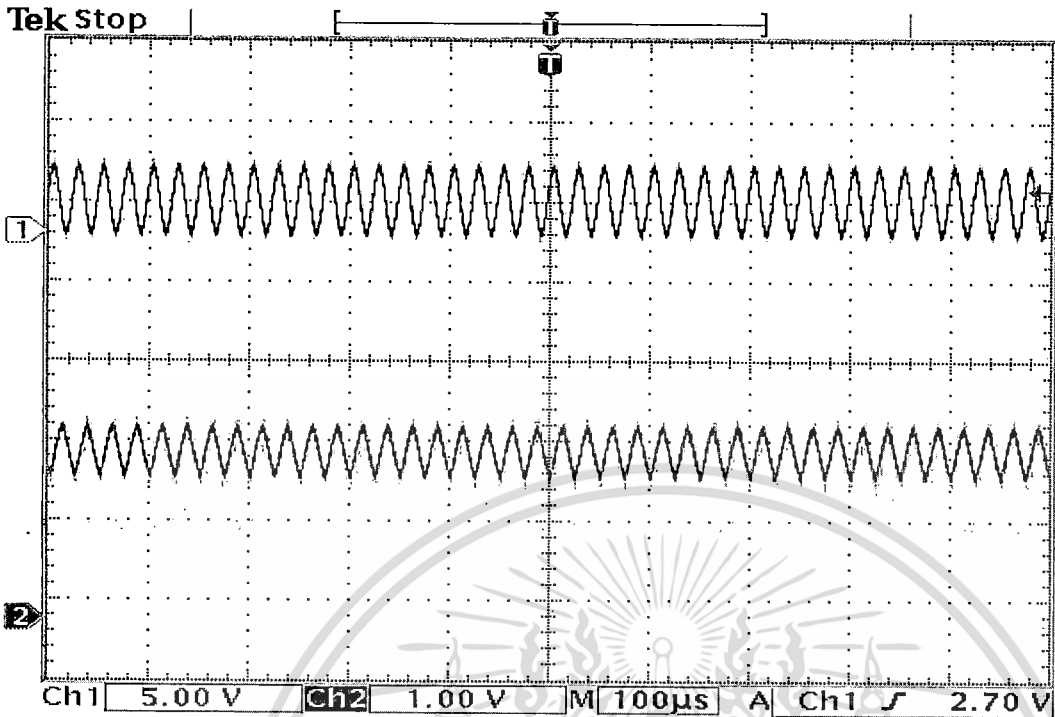
Ch1 5.00 V Ch2 1.00 V M 100µs A Ch1 2.70 V

0.00000 s

31 Mar 2005
23:41:04

รูปที่ 27 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่ความถี่ 20 กิโลเฮิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

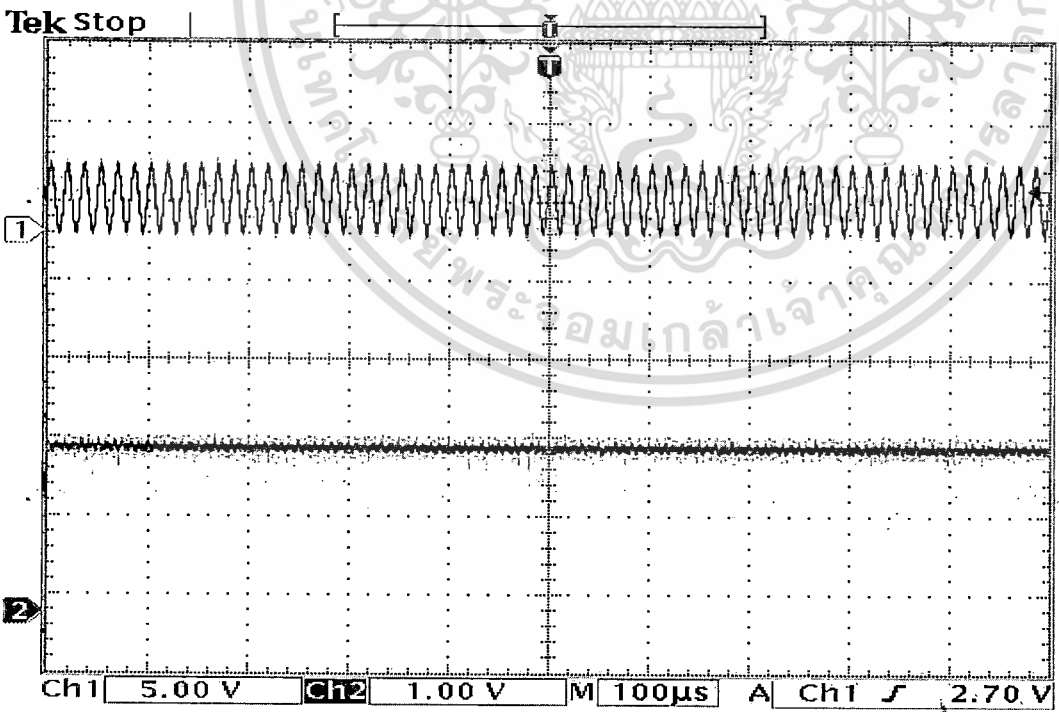


Ch1 Freq
40.40kHz
Low signal
amplitude
Ch1 Pk-Pk
4.80 V

Ch2 Freq
40.92kHz
Low signal
amplitude
Ch2 Pk-Pk
860mV

31 Mar 2005
23:43:45

รูปที่ 28 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ต



Ch1 Freq
60.24kHz
Low signal
amplitude
Ch1 Pk-Pk
4.90 V

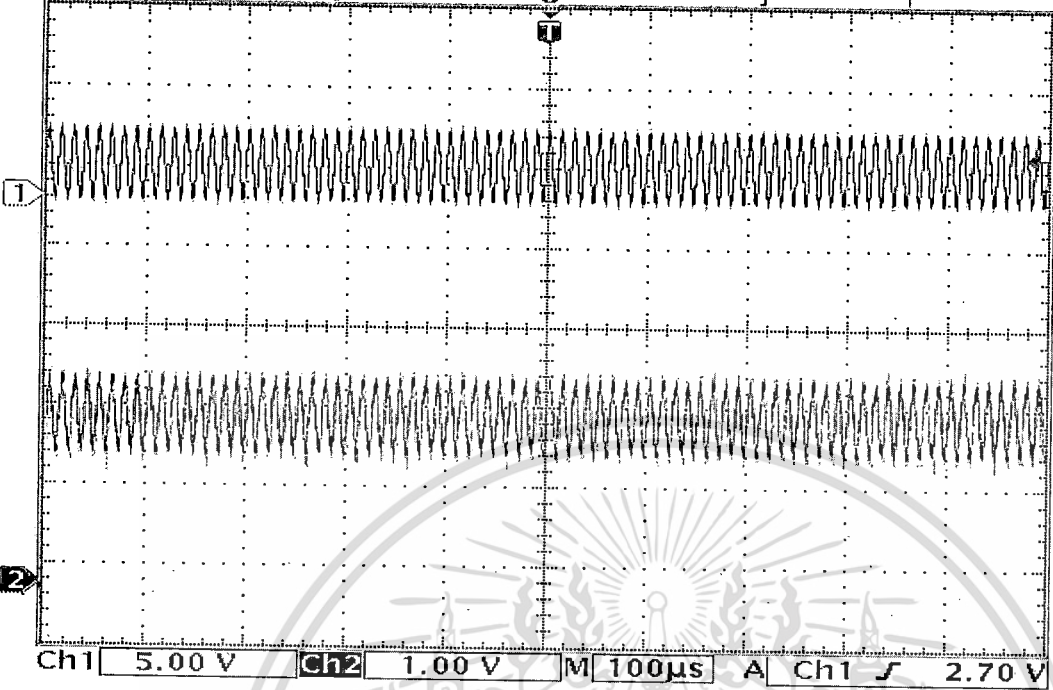
Ch2 Freq
714.3kHz
Low
resolution
Ch2 Pk-Pk
400mV

31 Mar 2005
23:50:38

รูปที่ 29 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่ความถี่ 60 กิโลเฮิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tek Stop



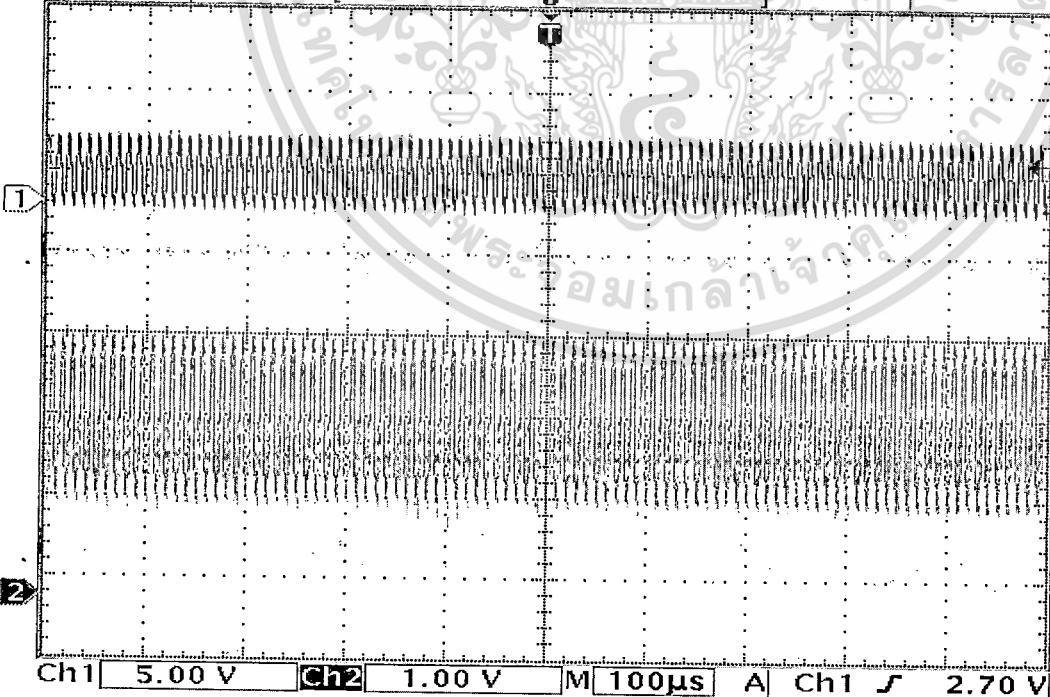
Ch1 Freq
80.65kHz
Low signal
amplitude
Ch1 Pk-Pk
5.00 V

Ch2 Freq
78.12kHz
Ch2 Pk-Pk
1.24 V

31 Mar 2005
23:53:24

รูปที่ 30 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่ความถี่ 80 กิโลเฮิร์ต

Tek Stop



Ch1 Freq
99.34kHz
Low signal
amplitude
Ch1 Pk-Pk
4.90 V

Ch2 Freq
104.7kHz
Ch2 Pk-Pk
2.02 V

1 Apr 2005
00:07:29

เอกสารนี้เป็นเอกสารรูปที่ 31 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่ความถี่ 100 กิโลเฮิร์ต ตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

แนวทางการสร้างวงจรกรองสามารถใช้แบบตัวคูณเพียงตัวเดียวซึ่งแนวทางนี้แม้จะประหยัดในด้านการใช้จำนวนตัวคูณ แต่ก็มีปัญหาในเรื่องของเลขไบนารีที่เป็นเลขแบบไม่คิดเครื่องหมายทำให้ยุ่งยากในกระบวนการของการลบ ซึ่งต้องมาคอยพิจารณาในเรื่องของขนาดทำให้มีโอกาสผิดพลาดได้ แนวทางต่อมาเป็นแบบใช้รูปแบบของเลขจำนวนจริง ซึ่งมีความละเอียดในการเก็บค่าที่สูงที่สุดทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องมากที่สุดอีกทั้งยังใช้รูปแบบของตัวเลขไบนารีแบบคิดเครื่องหมาย ทำให้สามารถตัดปัญหาในเรื่องของกระบวนการการลบไปได้ แต่มีข้อเสียข้อใหญ่ก็คือ รูปแบบของเลขจำนวนจริงนี้จะใช้เนื้อที่ชิพมากในการสร้าง อีกทั้งยังใช้เวลาในการประมวลผลนานมาก ทำให้เกิดแนวทางสุดท้ายในการสร้างวงจรกรองคือ แทนในส่วนของตัวคูณด้วยรูปแบบการคูณแบบ บูท อัลกอริทึม โดยที่รูปแบบนี้ใช้เพียงกระบวนการการบวก และการเลื่อนบิตของเลขไบนารีเท่านั้น ทำให้วงจรที่ใช้ บูท อัลกอริทึม จะมีความเร็วในการประมวลผลที่เร็วมาก อีกทั้งยังใช้เนื้อที่ชิพที่ใช้นั้นน้อยมากและระบบตัวเลขที่ใช้เป็นเลขส่วนเติมเต็มสองด้วย ทำให้สามารถเพิ่มจำนวนอันดับของวงจรมากขึ้นได้ ซึ่งจะมีผลทำให้ผลตอบสนองของวงจรมากยิ่งขึ้น

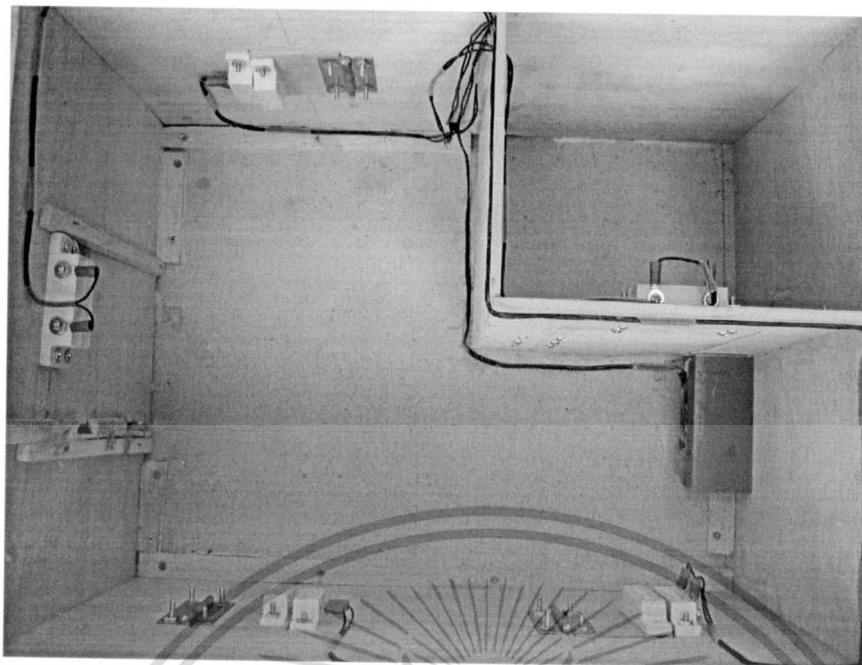
จากข้อสรุปข้างต้นนั้นจะเห็นได้ว่ารูปแบบที่ใช้ บูท อัลกอริทึม นั้นมีประสิทธิภาพสูงที่สุด ดังนั้นข้อเสนอแนะคือ อาจใช้รูปแบบของ บูท อัลกอริทึม ผสมกับแบบการใช้ตัวคูณเพียงตัวเดียวก็น่าจะทำให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีขึ้นมากไปอีก

ข้าพเจ้าขอรับรอง ข้อความข้างต้นเป็นจริงทุกประการ

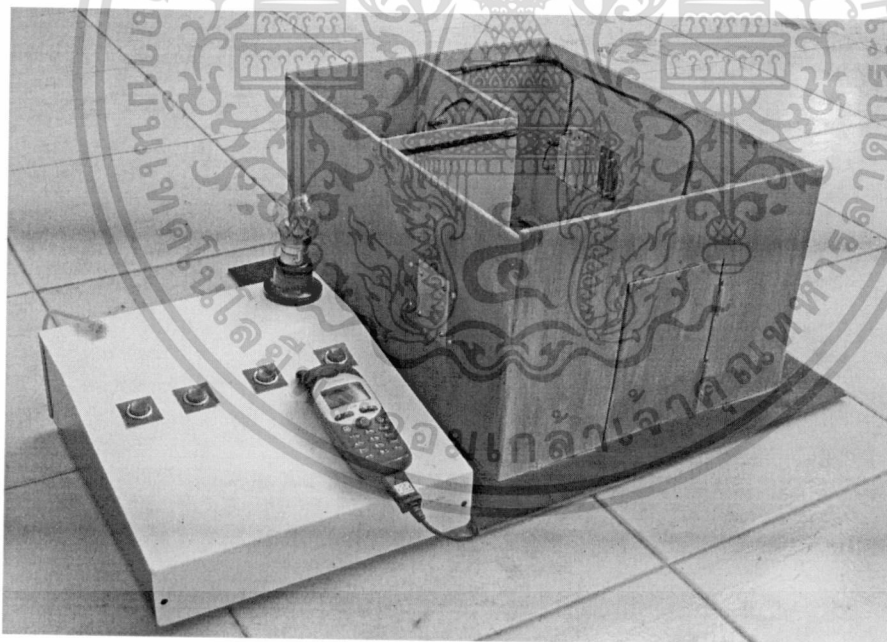
ลงชื่อ

(รศ. สมยศ จุณณะปิยะ)

หัวหน้าโครงการ



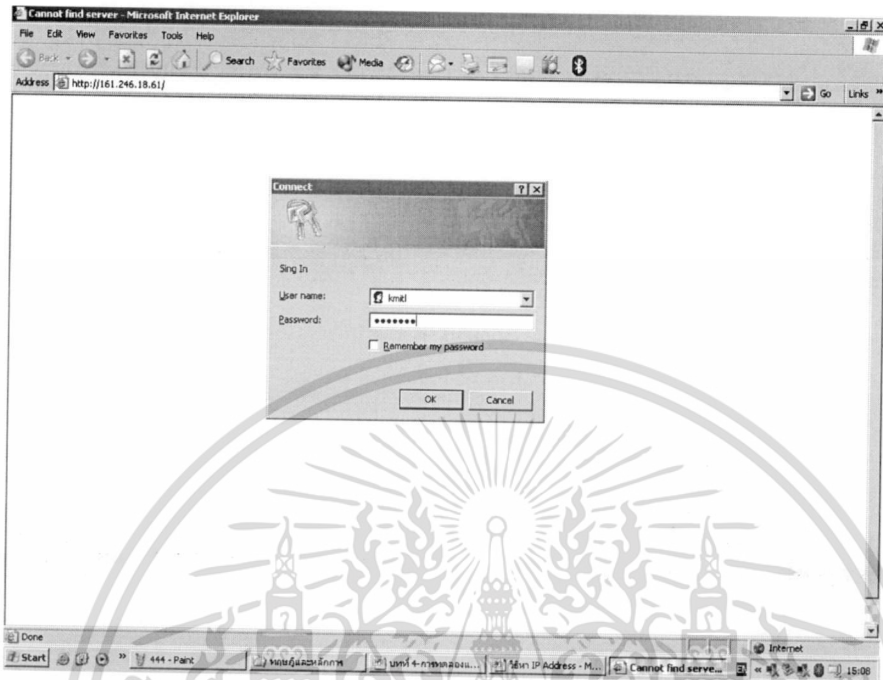
รูปที่ 17 การติดตั้งระบบเซนเซอร์ และมอเตอร์



รูปที่ 18 ชุดระบบเตือนภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Page แต่ถ้าใส่ไม่ถูกก็ไม่สามารถใช้งานได้ โปรแกรมจะนำค่าที่ใส่ส่งไปยัง RCM 2200 ซึ่งเป็น Server แล้วนำค่าไป เช็คว่าค่าที่ตั้งไว้ว่าตรงกันหรือไม่



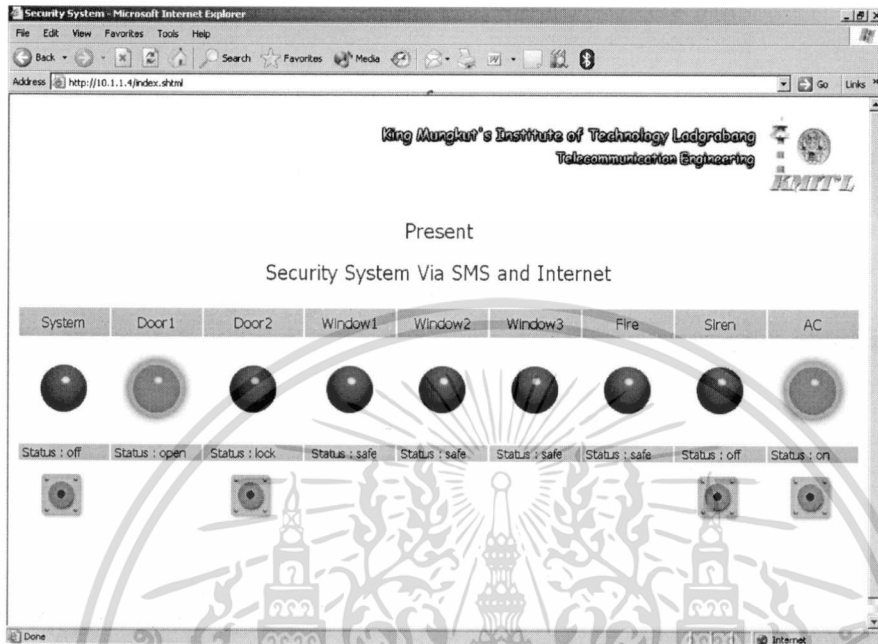
รูปที่ 19 แสดงหน้า Web Browser เพื่อการเข้าใช้ระบบ



รูปที่ 20 ผลบนหน้า Web Browser ในกรณีปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบการเปิด หรือปิดประตู จะมีระบบจัดการเปิดปิดของประตู โดยใช้ Magnetic Switch เพื่อตรวจสอบว่าประตูเปิด หรือปิดจริงหรือไม่ โดยในโปรแกรมจะให้สถานะของประตูปิดเป็นลอจิก “0” และให้สถานะของประตูเปิดเป็นลอจิก “1”



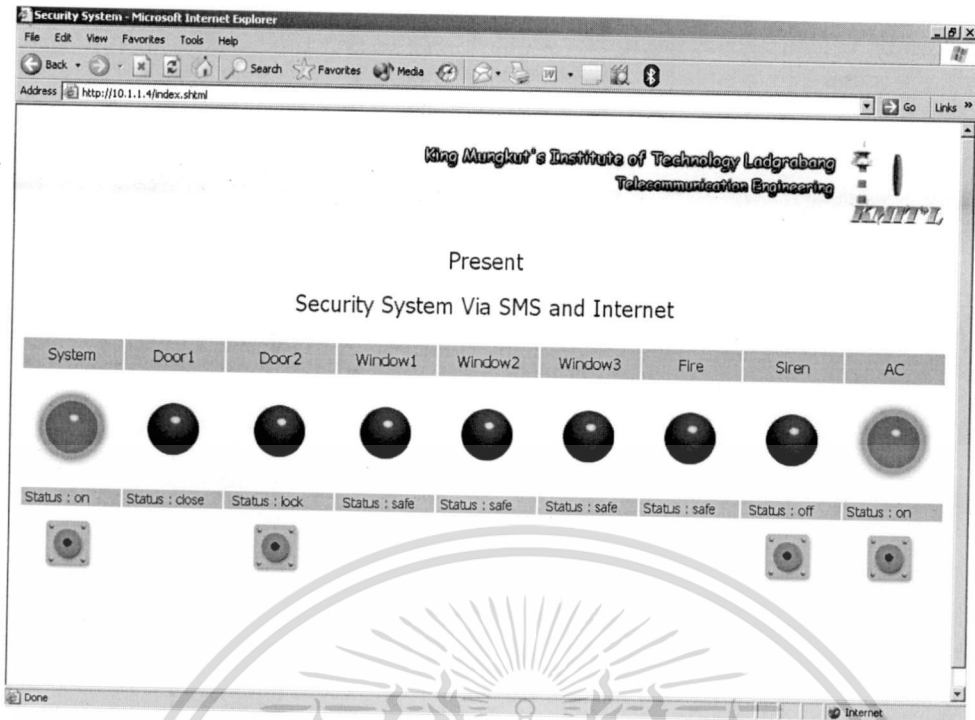
รูปที่ 21 ผลบนหน้า Web Browser ในกรณีที่ทำการเปิดประตูที่ 1

จากรูปที่ 23 จะเป็นการรับค่ามาจาก IC 8255 เพื่อทำการแสดงสถานะ ผ่านหน้า Web Page



รูปที่ 22 ผลบนหน้า Web Browser ในกรณีที่ทำการกดปุ่มล๊อค ประตูที่ 2

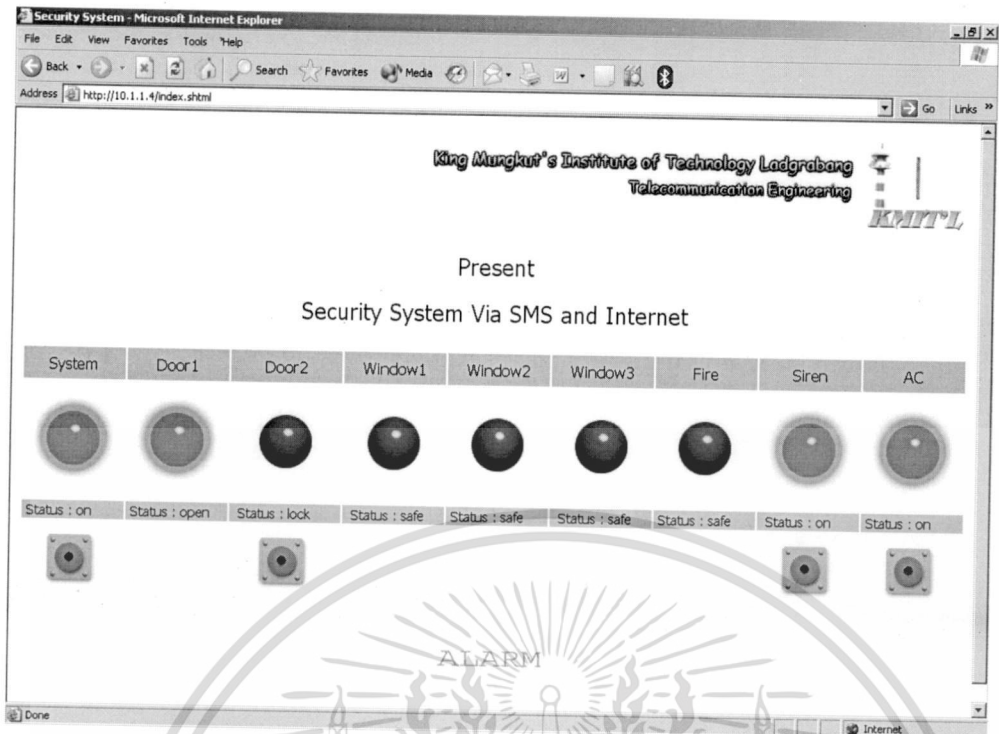
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 24 ผลบน Web Browser เมื่อทำการเปิดระบบเตือนภัย

เมื่อเกิดเหตุผิดปกติขึ้น เช่น มีผู้บุกรุก หรือ เกิดควันขึ้น โดยทำให้สถานะของเซนเซอร์รับค่าได้มาเปลี่ยนไป ระบบก็จะทำการตรวจสอบเช็คสถานะต่างๆ จากนั้นก็จะแสดงข้อความ ALARM ออกทาง Web Browser แล้วไซเรนที่เราติดตั้งไว้ก็จะส่งเสียงเตือนออกมา พร้อมกับทำการส่งข้อความ SMS เช่น “Door1 Open!” และไม่ว่าจะทำการปิดประตูแล้ว หรือ กดปุ่มปิดเสียงไซเรน แต่เสียงจากไซเรนก็ยังคงทำงานตลอด จนกว่าจะทำการปิดระบบเตือนภัย โดยการกดปุ่ม On / Off ที่ System ให้ Status แสดงค่า “Off” แล้วก่อนทำการกดปุ่ม ปิดระบบ ไซเรน ไซเรนก็จะหยุดทำงานทันที ดังรูปที่ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



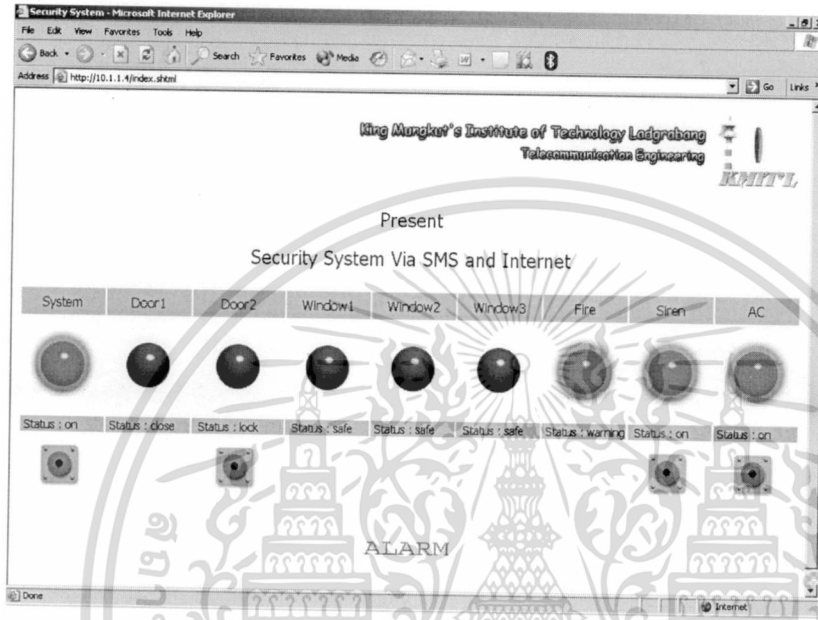
รูปที่ 25 ผลบน Web Browser แจ้งเตือนเมื่อมีผู้บุกรุกเข้ามาที่ประตูที่ 1



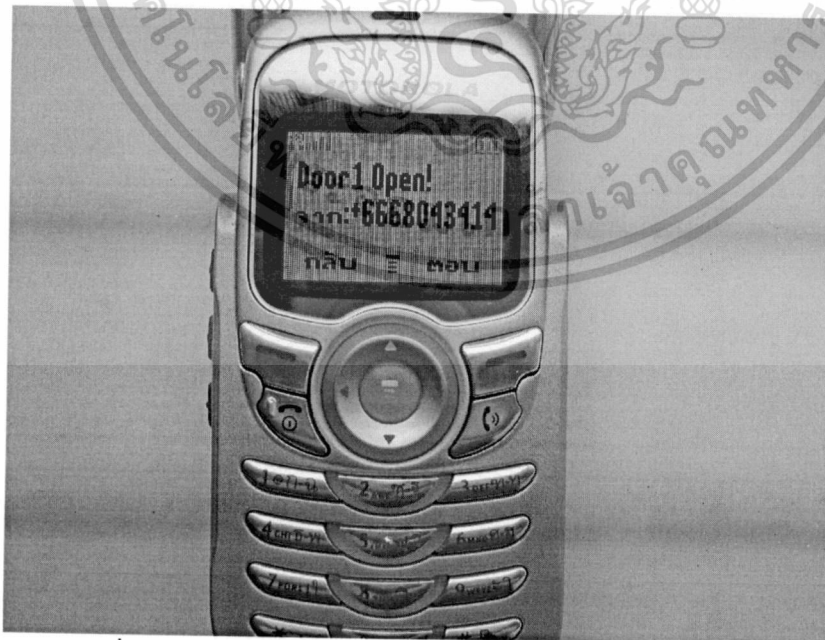
รูปที่ 26 ข้อความ "Door1 Open!" เตือนภัยที่โทรศัพท์ปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

เมื่อเกิดควันขึ้น จะทำให้สถานะของเซนเซอร์รับค่าได้มาเปลี่ยนไป ระบบก็จะทำการตรวจสอบเช็คสถานะต่างๆ จากนั้นก็จะแสดงข้อความ ALARM ออกทาง Web Browser แล้วไซเรนที่เราติดตั้งไว้ก็จะส่งเสียงเตือนออกมา พร้อมกับทำการส่งข้อความ SMS เช่น “Warning Fire!” แล้วระบบจะทำการหน่วงเวลาเพื่อแจ้งเตือนภัยด้วยเสียงจากไซเรน และจะทำการตัดไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อเข้าสู่ระบบดับเพลิง แต่ระบบเตือนภัยยังคงทำงานได้จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง ดังรูปที่ 28



รูปที่ 27 ควบน Web Browser แจ้งเตือนเมื่อมีควัน



รูปที่ 28 ข้อความ “Warning Fire!” เตือนภัยที่โทรศัพท์ปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้งาน RCM2200 มีความสามารถในการรับค่าผ่านเข้ามาใน Port C โดยการรับค่าจะรับเข้ามาเป็น Byte โดยเราสามารถนำค่าที่ได้มาแล้วนำมาใช้ในการตรวจสอบสถานะของ Magnetic Switch ได้ในการนำ RCM2200 มาใช้งานจริงกับอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยใช้ในการรับค่า เมื่อได้สัญญาณเข้ามา จะนำมาประมวลผลว่ามี Magnetic Switch ตัวใดเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะเป็น ON หรือ OFF จากนั้น RCM2200 จะส่งค่าสถานะของ Magnetic Switch ไปยัง Web Browser โดยมีความสามารถในการแสดงผลเป็นรูปภาพได้ โดยที่ Web Browser จะทำการ Refresh ตัวเองภายในเวลาที่กำหนด เพื่อทำการ Update ข้อมูลสถานะของ Magnetic Switch ให้เป็นข้อมูลปัจจุบัน แต่การแสดงผลของ Web Browser จะมีข้อเสีย คือ ไม่สามารถแสดงข้อมูลให้เป็นแบบ Real Time ได้ จึงต้องมีการ Refresh ตัวเองอยู่เสมอถึงจะมีการ Update ข้อมูลได้

สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้นำ RCM2200 มาใช้ในการสื่อสารผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งใช้โปรโตคอล TCP/IP มาใช้ในการทำงานโดยการเชื่อมต่อ ข้อดีของการใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ไม่ว่าจะอยู่ในระยะการใช้งานใกล้หรือไกล ก็สามารถตรวจสอบหรือสั่งงานผ่านการเชื่อมต่อของระบบ Network ได้ ในการใช้งาน การควบคุมจะทำผ่าน Web Browser แล้วทำการพิมพ์ค่า IP Address ของ RCM2200 ที่ได้ทำการตั้งไว้ ซึ่งจะทำงานเป็น Server

ข้อดีของการนำ Web Browser ของโปรแกรม Internet Explorer มาใช้งานซึ่งทำให้ไม่ต้องเขียนโปรแกรมที่เครื่อง Client เพราะสามารถเปิดใช้งานได้เลย จึงสะดวกที่จะนำมาใช้งาน

จากการทดลองของโครงการนี้ ซึ่งจะใช้ RCM2200 ทำงานเป็น Server อยู่ภายในบ้าน แล้วใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ เมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติขึ้นภายในบ้าน ระบบก็จะทำการตรวจสอบการทำงาน และแจ้งเตือนภัยผ่านทาง Web Browser และส่งสัญญาณให้ MCS 51 ทำการส่ง SMS ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทาง ว่าเกิดเหตุผิดปกติที่ไหน เช่น มีการบุกรุกที่ประตูที่ 1 ก็จะมีการส่งข้อความ "Door1 Open!" เมื่อปลายทางได้รับข้อความเรียบร้อยแล้ว สามารถตรวจสอบทาง Web Browser ได้

ข้าพเจ้าขอรับรอง ข้อความข้างต้นเป็นจริงทุกประการ

ลงชื่อ

(รศ.ดร.กอบชัย เดชหาญ)

หัวหน้าโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้