



อนุสิทธิบัตร

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542
ตีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ชื่อสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี)

ในอนุสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ 0503000385
วันขอรับอนุสิทธิบัตร 9 มีนาคม 2548
ผู้ประดิษฐ์ นายชูศักดิ์ ธนวัฒน์ และคณะ

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ วงจรตีมอดูเลชันแบบมีนิมัมชีพต์คี่อิงในอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุระบบคลื่นพาหะรองเอฟเอ็ม

ให้ผู้ทรงสิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้ 17 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

หมดอายุ 8 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2554



(ลงชื่อ) _____
(นายคุณิสสร งามวิจิตรวาท)
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร



พนักงานเจ้าหน้าที่

- หมายเหตุ**
1. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มตั้งแต่ปีที่ 5 ของอายุอนุสิทธิบัตร มิฉะนั้น อนุสิทธิบัตรจะสิ้นอายุ
 2. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมทในคราวเดียวกันได้
 3. ภายใน 90 วันก่อนวันสิ้นอายุอนุสิทธิบัตร ผู้ทรงสิทธิบัตรมีสิทธิขอต่ออายุอนุสิทธิบัตรได้ 2 ครั้ง มีกำหนดคราวละ 2 ปี โดยยื่นคำขอต่ออายุต่อพนักงานเจ้าหน้าที่
 4. การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามอนุสิทธิบัตรและการโอนอนุสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์คีย์อิงในอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุระบบคลื่นพาหะรองเอฟเอ็ม

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

5 วิศวกรรมไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

ระบบกระจายสัญญาณชนิดข้อมูลอักขระโดยอาศัยคลื่นพาหะรอง (Sub-carrier) ในระบบวิทยุเอฟเอ็ม เป็นวิธีการในการส่งข้อมูลแบบกระจาย (broadcast) ซึ่งช่องความถี่ที่ใช้ในการส่งเป็นช่องสัญญาณเดียวกันกับช่องสัญญาณในระบบวิทยุเอฟเอ็ม โดยเราสามารถในช่วงความถี่ที่เป็นช่องว่างซึ่งกำหนดไว้สำหรับส่งข้อมูลไม่ว่าจะเป็นชนิดเสียงหรือข้อมูลซึ่งมีอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลต่ำหรือใช้แถบความถี่ต่ำ ในการส่งข้อมูลชนิดดิจิทัลไปกับช่องสัญญาณนี้จะต้องทำการแปลงสัญญาณข้อมูลดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนาล็อกที่เหมาะสมก่อนที่จะนำไปมอดูเลตกับสัญญาณเสียงเอฟเอ็มสเตอริโอ ซึ่งเราสามารถทำการมอดูเลตสัญญาณดิจิทัลได้หลายวิธีเช่นการมอดูเลตแบบคิฟเฟอร์เรนเชียลเฟสชิฟต์คีย์อิง (Differential Phase Shifted Keying, DPSK) การมอดูเลตแบบฟริควเอนซีชิฟต์คีย์อิง (Frequency Shifted Keying, FSK) การมอดูเลตแบบแอมพลิจูดชิฟต์คีย์อิง (Amplitude Shifted Keying, ASK) หรือการมอดูเลตแบบมินิมัมชิฟต์คีย์อิง (Minimum Shifted Keying, MSK)

จากการวัดค่าความมีประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลโดยวัดจากอัตราการใช้แถบความถี่เมื่อเทียบกับอัตราเร็วในการส่งข้อมูล (Bandwidth Efficiency) การมอดูเลตแบบมินิมัมชิฟต์คีย์อิง (Minimum Shifted Keying, MSK) มีค่าดังกล่าวอยู่ในระดับที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับมอดูเลตแบบอื่นที่ได้ยกตัวอย่างข้างต้น สำหรับสิทธิบัตรเลขที่ **US5,111,482** ได้เปิดเผยรายละเอียดเกี่ยวกับตรวจสอบสัญญาณที่มีการมอดูเลตแบบมินิมัมชิฟต์คีย์อิงแต่เอกสารสิทธิบัตรฉบับดังกล่าวมิได้เปิดเผยถึงรายละเอียดในการออกแบบวงจรดีมอดูเลชันสำหรับสัญญาณแบบมินิมัมชิฟต์คีย์อิง ซึ่งใช้ในเครื่องรับสัญญาณวิทยุระบบคลื่นพาหะรองเอฟเอ็ม (FM sub-carrier) ซึ่งได้แสดงไว้ในเอกสารฉบับนี้

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

การประดิษฐ์นี้แสดงถึงการออกแบบวงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์คีย์อิง (Minimum Shifted Keying, MSK) ซึ่งใช้ในเครื่องรับสัญญาณวิทยุระบบคลื่นพาหะรองเอฟเอ็ม โดยวงจรที่ออกแบบขึ้นสามารถนำไปใช้กับเครื่องรับสัญญาณวิทยุเอฟเอ็มชนิดที่สามารถเลือกช่วงแถบความถี่ที่นอกเหนือจากช่วงแถบความถี่ของสัญญาณเสียงจากสัญญาณเบสแบนด์เอฟเอ็มมัลติเพล็กซ์ (สัญญาณเบสแบนด์เอฟเอ็มมัลติเพล็กซ์คือสัญญาณความถี่วิทยุทำการดีมอดูเลตแบบเอฟเอ็มแล้ว) ซึ่งช่วงความถี่ดังกล่าวอยู่ระหว่าง 56 กิโลเฮิร์ต ถึง 100 กิโลเฮิร์ต

ระบบประกอบด้วยภาควงจรแอนาล็อก ได้แก่ วงจรกรองความถี่ชนิดเลือกความถี่ผ่าน (Bandpass filter) วงจรลิมิเตอร์ (Limiter) วงจรกรองความถี่ชนิดความถี่ต่ำผ่าน (Lowpass filter) และวงจรเปรียบเทียบ (Comparator) และภาควงจรดิจิทัลซึ่งถูกออกแบบให้อยู่ในอุปกรณ์ FPGA (Field Programmable Gate Array)

การประดิษฐ์นี้มีจุดประสงค์เพื่อจัดให้มีวงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์คีย์อิง (Minimum Shifted Keying, MSK) ซึ่งใช้ในเครื่องรับสัญญาณวิทยุระบบคลื่นพาหะรองเอฟเอ็ม (FM sub-carrier) ในการแปลงสัญญาณที่ถูกมอดูเลตแบบมินิมัมชิฟต์คีย์อิง ให้อยู่ในรูปสัญญาณดิจิทัลเพื่อนำไปใช้งานในระดับต่อไป ระบบดัง

กล่าวสามารถประยุกต์ใช้ได้กับทั้งการกระจายข้อมูลข่าวสารชนิดที่ไม่ต้องการอัตราการส่งข้อมูลที่สูง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการกระจายสัญญาณเสียงชนิดดิจิทัลที่มีการบีบอัดข้อมูลแล้ว (Compressed voice signal)

วัตถุประสงค์ต่างๆ และลักษณะเฉพาะเหล่านี้และประการอื่นๆของการประดิษฐ์นี้จะปรากฏชัดเจนยิ่งขึ้น เมื่อได้รับการพิจารณาประกอบกับรูปเขียนที่แนบมาด้วยและรายละเอียด การประดิษฐ์ในรูปแบบที่ดีที่สุดซึ่งจะได้บรรยายต่อไป

คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

รูปที่ 1 แสดงวงจรคิมอดูละชั้นแบบมินิมัมชิฟต์คิงในอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุระบบคลื่นพาหะรองเอฟเอ็ม

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ตามรูปที่ 1 แสดงวงจรคิมอดูละชั้นแบบมินิมัมชิฟต์คิงในอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุระบบคลื่นพาหะรองเอฟเอ็ม ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่ 1 วงจรกรองความถี่ชนิดแถบความถี่ผ่าน (Bandpass filter) ทำหน้าที่เลือกให้สัญญาณที่ผ่านเป็นสัญญาณเฉพาะในช่วงแถบความถี่ที่ใช้ในการมอดูเลตแบบมินิมัมชิฟต์คิงซึ่งประกอบด้วยช่วงแถบความถี่ของสัญญาณตัวแทนของสัญญาณดิจิทัลศูนย์ (ซึ่งจะเรียกเป็นความถี่สเปซ, Space frequency) และช่วงแถบความถี่ของสัญญาณตัวแทนของสัญญาณดิจิทัลหนึ่ง (ซึ่งจะเรียกเป็นความถี่มาร์ก, Mark frequency) ซึ่งตามการประดิษฐ์นี้ช่วงความถี่ดังกล่าวอยู่ระหว่าง 56 กิโลเฮิรตซ์ ถึง 100 กิโลเฮิรตซ์

วงจรคิมอดูละชั้นแบบมินิมัมชิฟต์คิง ๑ ตามการประดิษฐ์นี้ ประกอบด้วยส่วนที่ 2 วงจรลิมิเตอร์ (Limiter) ซึ่งทำหน้าที่เปรียบเทียบค่าสัญญาณที่เข้ามากับค่าที่กำหนดไว้ ในที่นี้เรียกว่าค่าเทรชโฮลด์ (Threshold) หากระดับของสัญญาณที่เข้ามามีค่ามากกว่าค่าเทรชโฮลด์ วงจรลิมิเตอร์จะให้ค่าตรรกะขาออกจากวงจรเป็น '1' ในทางตรงข้ามหากระดับของสัญญาณที่เข้ามามีค่าต่ำกว่าค่าเทรชโฮลด์ วงจรลิมิเตอร์จะให้ค่าตรรกะขาออกจากวงจรเป็น '0' ซึ่งตามการประดิษฐ์นี้ค่าเทรชโฮลด์ขึ้นกับระดับของสัญญาณขาเข้า ตัวอย่างเช่นหากสัญญาณขาเข้ามีค่าสูงสุดที่ 5 โวลต์ และมีค่าต่ำสุดที่ 0 โวลต์ ค่าเทรชโฮลด์สามารถกำหนดให้เป็น 2.5 โวลต์ อย่างไรก็ตามค่าเทรชโฮลด์สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมขึ้นกับสัญญาณขาเข้าของวงจรลิมิเตอร์

วงจรคิมอดูละชั้นแบบมินิมัมชิฟต์คิง ๑ ตามการประดิษฐ์นี้ ประกอบด้วยส่วนที่ 3 วงจรเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณ (Sampling circuit) ซึ่งทำหน้าที่เก็บตัวอย่างค่าสัญญาณที่เข้ามา โดยอัตราความถี่ในการเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณเท่ากับความถี่สัญญาณนาฬิกาซึ่งได้มาจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 4 โดยตามการประดิษฐ์นี้สัญญาณนาฬิกามีค่าเท่ากับ 640 กิโลเฮิรตซ์ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาสามารถออกแบบได้หลายวิธี ในการประดิษฐ์นี้ขอยกตัวอย่างการสร้างสัญญาณนาฬิกาจากอุปกรณ์กำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Clock oscillator module) 5 ที่มีค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาเป็น 1.28 ล้านรอบต่อวินาที ดังนั้นวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 4 จึงทำหน้าที่เสมือนเป็นวงจรหาร 2

วงจรคิมอดูละชั้นแบบมินิมัมชิฟต์คิง ๑ ตามการประดิษฐ์นี้ ประกอบด้วยส่วนที่ 6 วงจรหน่วงเวลา (Delay circuit) ซึ่งทำหน้าที่หน่วงเวลาสัญญาณขาเข้าที่มาจากวงจรเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณ 3 โดยจะหน่วงสัญญาณดังกล่าวเป็นเวลาเท่ากับหนึ่งช่วงเวลาในการส่งข้อมูลหนึ่งบิต ตามการประดิษฐ์นี้อัตราการส่งข้อมูลเป็น 16 กิโลบิตต่อวินาที หรือเท่ากับ 62.5 ไมโครวินาทีต่อการส่งข้อมูลหนึ่งบิต ซึ่งหมายถึงวงจรหน่วงเวลาจะต้อง

หน้าที่ 3 ของจำนวน 3 หน้า

ช่วงเวลาสัญญาณขาเข้าที่มาจากวงจรเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณ 3 เป็นจำนวน 40 รอบของสัญญาณนาฬิกาซึ่งได้มาจากวงจรถ่ายสัญญาณนาฬิกา 4

5 วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์ค็อกิ่ง ฯ ตามการประดิษฐ์นี้ ประกอบด้วยส่วนที่ 7 วงจรเอ็กครูซีฟออร์ (Exclusive-Or logic circuit) ซึ่งทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณที่มาจากวงจรถ่ายตัวอย่างค่าสัญญาณ 3 และสัญญาณที่มาจากวงจรถ่ายตัวอย่างค่าสัญญาณ 6 โดยหากสัญญาณทั้งสองมีค่าตรรกะเหมือนกัน สัญญาณขาออกของวงจรถ่ายเอ็กครูซีฟออร์ 7 จะมีค่าตรรกะเป็น '0' นอกเหนือจากนั้นก็มีค่าเป็น '1'

10 วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์ค็อกิ่ง ฯ ตามการประดิษฐ์นี้ วงจรเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณ (Sampling circuit) 3 วงจรถ่ายสัญญาณนาฬิกา (Clock generator) 4 วงจรหน่วงเวลา (Delay circuit) 6 และวงจรถ่ายเอ็กครูซีฟออร์ (Exclusive-Or logic circuit) 7 เป็นวงจรดิจิทัล ซึ่งทั้งหมดถูกออกแบบให้อยู่ในอุปกรณ์ FPGA (Field Programmable Gate Array) 8

15 วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์ค็อกิ่ง ฯ ตามการประดิษฐ์นี้ ประกอบด้วยส่วนที่ 9 วงจรกรองความถี่ชนิดแถบความถี่ต่ำผ่าน (Lowpass filter) ทำหน้าที่เลือกให้สัญญาณที่ผ่านเป็นสัญญาณที่มีค่าความถี่ต่ำกว่า 16 กิโลเฮิรตซ์ สัญญาณขาออกจากวงจรถ่ายความถี่ชนิดแถบความถี่ต่ำผ่าน 9 จะถูกส่งผ่านไปยังส่วนที่ 10 คือวงจรถ่ายเปรียบเทียบ (Comparator) ซึ่งทำหน้าที่เปรียบเทียบระดับของสัญญาณขาเข้ากับค่าที่กำหนดไว้ (เทรตโซลด์) หากระดับของสัญญาณขาเข้ามีค่ามากกว่าค่าเทรตโซลด์ วงจรจะให้สัญญาณขาออกที่มีค่าตรรกะเป็น '1' ในทางตรงข้ามหากระดับของสัญญาณขาเข้ามีค่าต่ำกว่าค่าเทรตโซลด์ วงจรจะให้สัญญาณขาออกที่มีค่าตรรกะเป็น '0' ตัวอย่างการกำหนดค่าเทรตโซลด์สำหรับวงจรถ่ายเปรียบเทียบ 10 สามารถกำหนดให้เป็น 2.5 โวลต์ในกรณีค่าของสัญญาณขาเข้าของวงจรถ่าย 10 มีค่าระหว่าง 0 ถึง 5 โวลต์ สัญญาณขาออกจากวงจรถ่าย 10 เป็นสัญญาณที่ทำการดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์ค็อกิ่งเรียบร้อยแล้ว

20 การประยุกต์ในทางอุตสาหกรรม

1. วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์ค็อกิ่งตามการประดิษฐ์นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุระบบคลื่นพาหะรองเอฟเอ็ม

2. วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์ค็อกิ่งตามการประดิษฐ์นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุระบบอื่นนอกเหนือ ไปจากระบบคลื่นพาหะรองเอฟเอ็ม เช่นระบบวิทยุเอฟเอ็มสำหรับอุปกรณ์ดีคิตตามตัว (Pager)

3. วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์ค็อกิ่งตามการประดิษฐ์นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์รับสัญญาณที่ใช้การรับส่งสัญญาณผ่านตัวกลางอื่นนอกเหนือ ไปจากคลื่นวิทยุ

วิธีการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

ดังที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

บทสรุปการประดิษฐ์

5 วงจรคิมอดูลชั้นแบบมินิมัมชิฟต์คีย์อิง (Minimum Shifted Keying, MSK) ซึ่งใช้ในเครื่องรับสัญญาณวิทยุระบบคลื่นพาหะรองเอฟเอ็มออกแบบขึ้นเพื่อนำไปใช้กับเครื่องรับสัญญาณวิทยุเอฟเอ็มชนิดที่สามารถเลือกช่วงแถบความถี่ที่นอกเหนือจากช่วงแถบความถี่ของสัญญาณเสียงจากสัญญาณเบสแบนด์เอฟเอ็มมัลติเพล็กซ์ ซึ่ง

ระบบประกอบด้วยภาควงจรแอนาล็อก ได้แก่ วงจรกรองความถี่ชนิดเลือกความถี่ผ่าน (Bandpass filter) วงจรลิมิตเตอร์ (Limiter) วงจรกรองความถี่ชนิดความถี่ต่ำผ่าน (Lowpass filter) และวงจรเปรียบเทียบ (Comparator) และภาควงจรดิจิทัล ได้แก่ วงจรเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณ (Sampling circuit) วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Clock generator) และวงจรถูกเชื่อม (Exclusive-Or logic circuit) ซึ่งวงจรถูกเชื่อมทั้งหมดถูกออกแบบให้อยู่ในอุปกรณ์ FPGA (Field Programmable Gate Array)

10 การประดิษฐ์นี้สามารถนำไปใช้ในเครื่องรับสัญญาณวิทยุระบบคลื่นพาหะรองเอฟเอ็ม (FM sub-carrier) ในการแปลงสัญญาณที่ถูกมอดูเลตแบบมินิมัมชิฟต์คีย์อิง ให้อยู่ในรูปแบบสัญญาณดิจิทัลเพื่อนำไปใช้งานในระดับต่อไป

หน้าที่ 1 ของจำนวน 2 หน้า

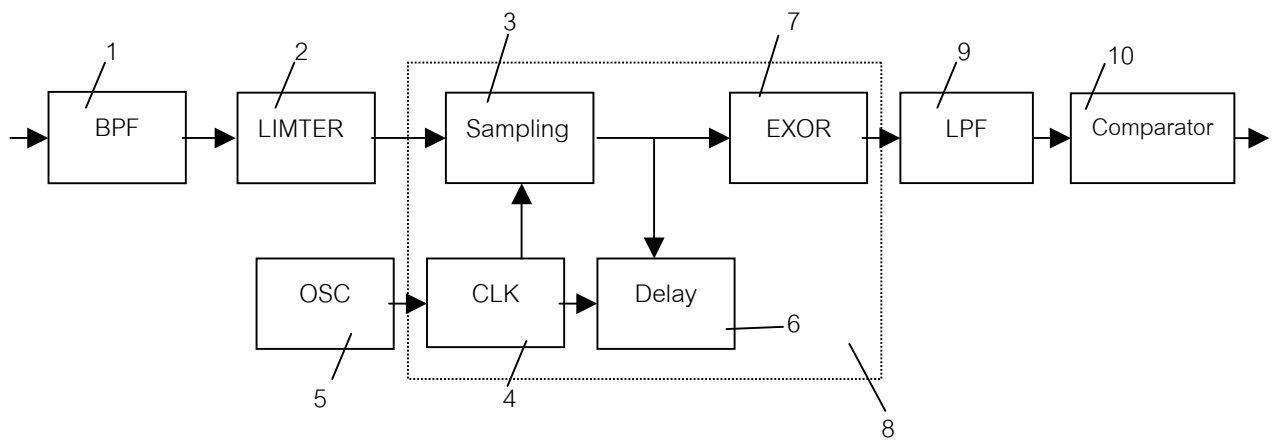
ข้อถ้อยสัญญา

1. วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์คี่อิงสำหรับใช้ในอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุระบบคลื่นพาหะรองเอฟเอ็ม มีลักษณะเฉพาะคือ ประกอบด้วย

- 5 - วงจรกรองความถี่ชนิดแถบความถี่ผ่าน (Bandpass filter) 1 ทำหน้าที่เลือกให้สัญญาณที่ผ่านเป็นสัญญาณเฉพาะในช่วงแถบความถี่ค่าหนึ่งซึ่งจะส่งสัญญาณดังกล่าวไปยัง
 - วงจรลิมิเตอร์ (Limiter) 2 ซึ่งทำหน้าที่เปรียบเทียบค่าสัญญาณที่เข้ามากับค่าเทรชโฮลด์ (Threshold) หากระดับของสัญญาณที่เข้ามามีค่ามากกว่าค่าเทรชโฮลด์ วงจรลิมิเตอร์จะให้ค่าตรรกะขาออกจากวงจรเป็น '1' หากระดับของสัญญาณที่เข้ามามีค่าต่ำกว่าค่าเทรชโฮลด์ วงจรลิมิเตอร์จะให้ค่าตรรกะขาออกจากวงจรเป็น '0' ค่าเทรชโฮลด์ดังกล่าวสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมขึ้นกับสัญญาณขาเข้าของวงจรลิมิเตอร์สัญญาณที่ได้จากวงจรลิมิเตอร์นี้จะส่งต่อไปยัง
 - 10 - วงจรเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณ (Sampling circuit) 3 ซึ่งทำหน้าที่เก็บตัวอย่างค่าสัญญาณที่เข้ามา โดยอัตราความถี่ในการเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณเท่ากับความถี่สัญญาณนาฬิกาซึ่งได้มาจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 4 สัญญาณจากวงจรเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณจะส่งต่อไปยังวงจรหน่วงเวลา (Delay circuit) 6 และ วงจรเอ็กครูซีฟออร์ (Exclusive-Or logic circuit) 7 โดยที่วงจรหน่วงเวลา (Delay circuit) 6 จะทำหน้าที่หน่วงเวลาสัญญาณขาเข้า
 - 15 ที่มาจากวงจรเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณ 3 โดยจะหน่วงสัญญาณดังกล่าวเป็นเวลาเท่ากับหนึ่งช่วงเวลาในการส่งข้อมูลหนึ่งบิต ส่วนวงจรเอ็กครูซีฟออร์ (Exclusive-Or logic circuit) 7 จะทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณที่มาจากวงจรเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณ 3 และสัญญาณที่มาจากวงจรหน่วงเวลา 6 โดยหากสัญญาณทั้งสองมีค่าตรรกะเหมือนกัน สัญญาณขาออกของวงจรเอ็กครูซีฟออร์ 7 จะมีค่าตรรกะเป็น '0' นอกเหนือจากนั้นก็มีค่าเป็น '1' สัญญาณที่ได้จะถูกส่งต่อไปยัง
 - 20 - วงจรกรองความถี่ชนิดแถบความถี่ต่ำผ่าน (Lowpass filter) 9 ทำหน้าที่เลือกให้สัญญาณที่ผ่านเป็นสัญญาณที่มีค่าความถี่ต่ำกว่า 16 กิโลเฮิรตซ์และสัญญาณที่ผ่านวงจรกรองความถี่ชนิดแถบความถี่ต่ำผ่าน (Lowpass filter) 9 ก็จะถูกส่งต่อไปยัง
 - วงจรเปรียบเทียบ (Comparator) 10 ซึ่งทำหน้าที่เปรียบเทียบระดับของสัญญาณขาเข้ากับค่าเทรชโฮลด์ หากระดับของสัญญาณขาเข้ามีค่ามากกว่าค่าเทรชโฮลด์ วงจรจะให้สัญญาณขาออกที่มีค่าตรรกะเป็น '1' หาก
 - 25 ระดับของสัญญาณขาเข้ามีค่าต่ำกว่าค่าเทรชโฮลด์ วงจรจะให้สัญญาณขาออกที่มีค่าตรรกะเป็น '0'
2. วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์คี่อิง ตามข้อถ้อยสัญญา 1 วงจรกรองความถี่ชนิดแถบความถี่ผ่าน (Bandpass filter) 1 จะเลือกให้สัญญาณที่ผ่านเป็นสัญญาณที่อยู่ในแถบความถี่ที่นอกเหนือจากสัญญาณเบสแบนด์เอฟเอ็มมัลติเพล็กซ์ซึ่งสัญญาณดังกล่าวได้มาจากสัญญาณวิทยุที่ทำการดีมอดูเลตแบบเอฟเอ็มแล้ว
3. วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์คี่อิง ตามข้อถ้อยสัญญา 1 วงจรลิมิเตอร์ (Limiter) 2 สามารถปรับเปลี่ยนค่าเทรชโฮลด์ได้ตามความเหมาะสมโดยขึ้นอยู่กับระดับสูงสุดและต่ำสุดของสัญญาณขาเข้า
- 30 4. วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์คี่อิง ตามข้อถ้อยสัญญา 1 วงจรเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณ (Sampling circuit) 3 เก็บตัวอย่างค่าสัญญาณที่เข้ามา โดยอัตราความถี่ในการเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณเท่ากับ 640000 ครั้งต่อ 1 วินาที

หน้าที่ 2 ของจำนวน 2 หน้า

5. วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์ค็อกิง ตามข้อถื่อสิทธิ 1 วงจรเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณ (Sampling circuit) 3 เก็บตัวอย่างค่าสัญญาณที่เข้ามา โดยอัตราความถี่ในการเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณสามารถเปลี่ยนแปลงได้
6. วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์ค็อกิง ตามข้อถื่อสิทธิ 1 วงจรหน่วงเวลา (Delay circuit) 6 หน่วงเวลาสัญญาณขาเข้าที่มาจากวงจรเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณ 3 โดยจะหน่วงสัญญาณดังกล่าวเป็นเวลาเท่ากับ 40 รอบของสัญญาณนาฬิกาซึ่งได้มาจากวงจรถ้าเนตสัญญาณนาฬิกา 4
7. วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์ค็อกิง ตามข้อถื่อสิทธิ 1 วงจรเปรียบเทียบ (Comparator) 10 มีระดับค่าเทรตโวลต์เป็น 2.5 โวลต์
8. วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์ค็อกิง ตามข้อถื่อสิทธิ 1 วงจรเปรียบเทียบ (Comparator) 10 มีระดับค่าเทรตโวลต์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้
- 10 9. วงจรดีมอดูเลชันแบบมินิมัมชิฟต์ค็อกิง ตามข้อถื่อสิทธิ 1 **ซึ่งมีลักษณะเฉพาะคือ** วงจรเก็บตัวอย่างค่าสัญญาณ (Sampling circuit) 3 วงจรถ้าเนตสัญญาณนาฬิกา (Clock generator) 4 วงจรหน่วงเวลา (Delay circuit) 6 และวงจรเอ็กครูซิฟออร์ (Exclusive-Or logic circuit) 7 เป็นวงจรดิจิทัล ซึ่งทั้งหมดถูกออกแบบให้อยู่ในอุปกรณ์ FPGA (Field Programmable Gate Array) 8



รูปที่ 1