มหาวิทยาลัยศรีปทุม

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร โดยใช้บัตรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

ENERGY SAVE COST CONTROL USING RFID ACCESS CARD

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

อุมาพร ทองรักษ์

SRIPATUM UNIVERSITY

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยศรีปทุม

ปีการศึกษา 2551

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารโดยใช้บัตรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

ENERGY SAVE COST CONTROL USING RFID ACCESS CARD

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

อุมาพร ทองรักษ์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยศรีปทุม
ปีการศึกษา 2551

คำนำ

เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification) หรือการระบุด้วยคลื่นวิทยุ เป็นเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทต่อการบริหารจัดการธุรกิจรูปแบบใหม่และอำนวยความสะดวกต่อการดำเนินชีวิตอย่างมาก

ผู้วิจัยเห็นความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจึงได้ประยุกต์ระบบสื่อสารไร้สายโดยใช้เทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) มาใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร ได้แก่หลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิชาการในด้านระบบสื่อสารและการประหยัดพลังงานต่อไป และหากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้วิจัยต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย และยินดีน้อมรับคำแนะนำ เพื่อปรับปรุงแก้ไขต่อไป

นางอุมาพร ทองรักษ์

ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยศรีปทุมเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณทั้งหมดและได้ให้เวลาในการทำโครงการวิจัยนี้ รวมทั้งขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่สำนักวิจัยที่อำนวยความสะดวกให้คำแนะนำ และประสานงานอย่างดีเยี่ยมในการดำเนินโครงการวิจัยนี้

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิเชฐ ม่วงนวล ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษางานวิจัย ที่ได้สละเวลาให้คำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงตลอดการดำเนินงานและการเขียนรายงานวิจัยนี้

Acknowledgement

The author highly acknowledges Sripatum University for fully support of this research. Thanks are also expressed to his colleagues in the Bureau of Research for their kind and crucial co-operations. The author also wishes to express his profound and sincere thanks to Associate Professor Dr.Phichat Muangnan, advisor of the research, for his valuable guidance and timely suggestions throughout the process of the research.

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	คำถามการวิจัย	3
	สมมุติฐานการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย	3
	โครงสร้างของงานวิจัย	3
	นิยามศัพท์	3
	ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	4
2	วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
	RFID คืออะไร	6
	ส่วนประกอบของ RFID	6
	ฉลากอิเล็กทรอนิกส์	8
	เครื่องอ่าน	10
	หลักการทำงานของระบบ RFID	13
	ประเภทของระบบ RFID	14
	คุณสมบัติของ RFID	17
	เทคโนโลยีการเข้ารหัส/ถอดรหัสของระบบ RFID	18
	สถาปัตยกรรมของ Tags	19
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
	กรอบแนวคิดการวิจัย	24
3	ระเบียบวิธีการวิจัย	26
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	26
	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	26
	การออกแบบและการประยุกต์ใช้ชุดอ่านบัตร RFID	27
	วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	28
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	29
	การรวบรวมข้อมูล	29
	การวิเคราะห์ข้อมูล	29

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	การวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์ข้อมูล...	30
	การทดสอบชุดอ่านบัตร RFID …..	29
	ขั้นตอนการวิเคราะห์การควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้า.................	32
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..	37
5	สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ..	38
	การอภิปรายผลการวิจัย...	38
	ข้อเสนอแนะ...	39
	บรรณานุกรม...	45
	ภาคผนวก...	47
	ประวัติย่อผู้วิจัย...	51

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	คลื่นความถี่และระยะการอ่านที่ใช้งาน...	13
2.2	ความถี่ของคลื่นพาหะที่นิยมใช้งานในย่านต่าง ๆ..	22

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
2.1	วงจรเทียบเคียงของระบบ RFID..	6
2.2	องค์ประกอบของ RFID..	7
2.3	ชนิดของ RFID...	8
2.4	RFID Tags...	9
2.5	โครงสร้างภายในเครื่องอ่าน RFID..	10
2.6	เครื่องอ่าน RFID แบบต่าง ๆ..	11
2.7	การมอดูเลชั่นอบ PSK และ แบบ FSK..	11
2.8	ย่านความถี่ที่ระบบ RFID ถูกใช้งาน...	13
2.9	การติดต่อสื่อสารระหว่างบัตรกับหัวอ่าน..	14
2.10	วงจรเทียบเคียงคัปปลิ้งแบบปิด..	15
2.11	วงจรเทียบเคียงคัปปลิ้งแบบรีโหมด..	15
2.12	วงจรเทียบเคียงในช่วงระยะไกล..	16
2.13	การไหลของสัญญาณและข้อมูลในระบบการสื่อสารแบบดิจิตอล................................	18
2.14	การเข้ารหัสแบบต่าง ๆ ใน RFID..	19
2.15	สถาปัตยกรรมพื้นฐานของ Tags RFID..	19
2.16	สถาปัตยกรรมของ Tag ชนิดมีหน่วยความจำ...	20
2.17	บล๊อกไดอะแกรมของ Tag ชนิดไมโครโปรเซสเซอร์..	20
2.18	การเปลี่ยนแปลงสถานะความถี่ข้อมูลของ ASK..	21
2.19	การเปลี่ยนแปลงสถานะความถี่ของคลื่นข้อมูลของ 2FSK...	21
2.20	การเปลี่ยนแปลงสถานะความถี่ของคลื่นข้อมูลของ PSK...	22
3.1	โครงสร้างของระบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า...	26
3.2	หัวอ่านบัตร RFID รุ่น ProxID GP-8...	27
3.3	โครงสร้างการทำงานการสื่อสารระหว่างเครื่องอ่าน (Reader) กับ Tags......	27
3.4	วงจรควบคุมสวิตช์การเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า..	28
3.5	วงจรควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าโดย RFID Access Card..........................	28

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ | หน้า

ภาพประกอบ		หน้า
4.1	โปรแกรม RFID ACCESS CARD..	30
4.2	การเลือกพอร์ทและความเร็วในการติดต่อสื่อสาร...	31
4.3	การเปิดพอร์ทในการติดต่อสื่อสาร..	31
4.4	รหัสบัตรที่รับเข้าที่คอมพิวเตอร์..	32
4.5	รหัสบัตรที่ทาบเข้ามาอีกสองใบ...	32
4.6	ชุดควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้า สถานะพร้อมใช้งาน...........	33
4.7	การอ่านรหัสบัตรที่อ่านได้บนจอ LCD..	33
4.8	สถานะการปลดล็อคประตูโดยแสดงผลทางLED..	34
4.9	การเปิดไฟ – เครื่องปรับอากาศส่วนกลางและไฟโซนที่หนึ่ง........................	34
4.10	การอ่านรหัสบัตรใบที่สองที่อ่านได้บนจอ LCD...	35
4.11	สถานะของไฟโซนที่สองที่เปิดเพิ่มขึ้นมา...	35
4.12	การอ่านรหัสบัตรใบที่สามที่อ่านได้บนจอ LCD...	36
4.13	สถานะของไฟโซนที่สามที่เปิดเพิ่มขึ้นมา...	36
4.14	สถานะของ LED หลังจากผู้ใช้คนที่หนึ่งออกจากห้อง.................................	37
4.15	สถานะของ LED หลังจากผู้ใช้คนสุดท้ายออกจากห้อง................................	37
4.16	สัญญาณ Output Controller ของ CPU P89V51 เมื่ออยู่สถานะ Stand by…...	38
4.17	สัญญาณ Output Controller ของ CPU P89V51 เมื่ออยู่สถานะ Operate.......	38
4.18	สัญญาณ Output ของ RFID Module Reviver เมื่ออยู่สถานะ Operate และ อ่าน ID Code จาก Smart Card	39
5.1	สัญญาณที่วัดได้จากเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้า ภายในอาคารโดยใช้บัตรเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ที่สร้างขึ้น.........	41
5.2	สัญญาณที่วัดได้ขณะควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายใน อาคารขณะทำงาน..	42

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

หัวข้อวิจัย : การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารโดยใช้บัตรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

ผู้วิจัย : นางอุมาพร ทองรักษ์

หน่วยงาน : ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

ปีที่พิมพ์ : พ.ศ. 2552

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและการประยุกต์ระบบสื่อสารไร้สาย โดยใช้เทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) มาใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารได้แก่หลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ โดยบัตรอิเล็กทรอนิกส์ใช้คลื่นวิทยุ ภายในบรรจุรหัสประจำตัวสำหรับผู้ใช้แต่ละคน เมื่อผู้ใช้มาถึงหน้าประตูแล้วนำบัตรอิเล็กทรอนิกส์ไปใกล้เครื่องอ่านบัตร บัตรอิเล็กทรอนิกส์จะทำการติดต่อกับเครื่องอ่านบัตร เครื่องอ่านบัตรจะทำการตรวจสอบบัตรอิเล็กทรอนิกส์ว่ามีรหัสตรงกับข้อมูลที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้ารหัสตรงกัน ประตูจะทำการปลดล็อคและอุปกรณ์ไฟฟ้าก็จะทำการเปิด แต่ถ้ารหัสไม่ตรงกับเครื่องอ่านบัตร ประตูจะไม่ปลดล็อคให้ และอุปกรณ์ไฟฟ้าจะไม่เปิด แต่ถ้าผู้ใช้ออกจากห้องอุปกรณ์ไฟฟ้าจะปิดอัตโนมัติ โดยระบบนี้จะช่วยในการประหยัดพลังงาน

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

คำสำคัญ: ฉลากอิเล็กทรอนิกส์, เทคโนโลยีการระบุข้อมูล, เครื่องอ่าน

Research Title : Energy Save Cost Control using RFID Access Card

Name of Researcher : Mrs.Umaphorn Thongrak

Name of Institute : Department of Electrical Engineering

Faculty of Engineering, Sripatum University

Year of Publication : B.E. 2552

ABSTRACT

This research is designing pulpy building of wireless system using Radio Frequency Identification (RFID) Technology to control the opening and closing of the door space and the switching of electrical appliances (light bulbs and air-conditioners) in side the building by using wireless active card. Inside the contains individual code for each user who could open the door by pressing the card to the card reader. If the code in the card matches the programmed code, the door will open and all appliance will be switched on. If the code does not match, nothing will work. When the user leaves the room, very thing will be automatically turned off. Therefore, this project can help save energy.

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

Keywords: Transponder Tags, Radio Frequency Identification, Reader

Name of Researcher : Mrs.Umaphorn Thongrak

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความสำคัญของ RFID จะเริ่มเห็นภาพที่ชัดเจนขึ้นเมื่อองค์การการค้าโลกหรือ WTO ประกาศใช้อย่างจริงจัง โดยสินค้าต่าง ๆ จะกระจายไปทุกที่ทั่วโลก จะมีการแลกเปลี่ยนสินค้าและบริการมากมายชนิดที่เรียกว่าไม่เคยเป็นมาก่อน ในอนาคตสินค้าโอท็อป (OTOP) ของประเทศไทยอาจไปวางขายอยู่ที่ประเทศอเมริกา และสินค้าจากประเทศอื่นที่อาจไม่เคยได้ยินชื่อมาก่อนจะมาวางขายในกรุงเทพฯ สินค้านับล้านล้านชิ้นจะถูกส่งข้ามโลกผ่านเมืองท่าต่างๆ เพราะฉะนั้นไม่ต้องสงสัยเลยว่าผู้ที่จะมีอิทธิพลต่อการค้าถาพประกอบแบบใหม่นี้จะเป็นอื่นไม่ได้ นอกจากผู้ที่สามารถควบคุมระบบขนส่ง (Logistic) และสายการผลิต (Supply chain)ได้ ในเมื่อต่อไปเรื่องต้นทุน ,ความรวดเร็ว และความถูกต้อง จะกลายเป็นปัจจัยที่สำคัญในการแข่งขัน และการอยู่รอดในตลาดโลก เนื่องจากสินค้าจะต้องสามารถตรวจสอบได้ถึงที่มา ทั้งกระบวนการผลิต ตลอดจนถึงวิธีการผลิต โดยไม่เว้นแม้แต่สินค้าการเกษตร เช่น เนื้อวัว เนื้อหมู หรือเนื้อไก่ ที่จะถูกส่งออกสู่ตลาดโลก จะต้องสามารถตรวจสอบถึงวิธีการเลี้ยง การให้วัคซีน การป้องกันโรคระบาด เพื่อผู้บริโภคจะมั่นใจได้ถึงความปลอดภัยและคุณภาพ สิ่งที่จะสามารถตอบโจทย์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการตรวจสอบข้อมูลที่มาของสินค้า ผู้ผลิต สามารถบอกปลายทาง วันหมดอายุ ฯลฯ ทั้งหมดจะรวมอยู่ในเทคโนโลยีที่ถูกคาดการณ์ว่าเป็น 1 ใน 10 เทคโนโลยีที่จะเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของคน นั่นคือ เทคโนโลยีที่เรียกว่า "RFID" ล่าสุดในต่างประเทศทั้งที่อเมริกา และยุโรป ยักษ์ใหญ่ทางด้านการขาย และการผลิตกำลังอยู่ในระหว่างทดสอบระบบดังกล่าว เพื่อใช้ในระบบการผลิต นอกจากนี้ประเทศสิงคโปร์ผู้นำทางด้านการขนส่ง และเทคโนโลยี เตรียมทุ่มเงินประมาณ 2,320 ล้านบาท เพื่อสนับสนุนการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีในประเทศ นอกจากนี้ประเทศสิงคโปร์ยังได้นำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี มาใช้ในการเชื่อมโยงท่าเรือระหว่างท่าเรือในประเทศ กับท่าเรือของสหรัฐอเมริกา ซึ่งถือว่าใหญ่เป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยเป็นรายแรกในทวีปเอเชีย ที่นำระบบดังกล่าวมาทดลองใช้ในการผนึกตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมดที่ส่งไปอเมริกา ตามมาตรฐานของ U.S. Container Security Initiative ด้านการพัฒนาสิงคโปร์ยังได้มีการจัดกลุ่มบริษัท และองค์กรต่างๆภายในประเทศ มาร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มเพื่อศึกษา และพัฒนาระบบดังกล่าว ซึ่งไม่เพียงแต่จะพัฒนาให้เป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิค แต่ยังมุ่งเน้นการพัฒนาบุคลากรด้านการบริหาร และปฏิบัติการด้านดังกล่าวออกมา เพื่อรองรับการนำไปใช้ในภาคธุรกิจในอนาคต ลองหันกลับมามองที่ประเทศไทยบ้าง เทคโนโลยีRFID ถือว่ายังเป็นที่รู้จักไม่แพร่หลายมากนัก โดยจะมีแค่เพียงกลุ่มเฉพาะที่ดำเนินธุรกิจ และมีส่วนเกี่ยวข้องที่ต้องใช้เทคโนโลยีดังกล่าวเท่านั้นที่รู้จัก นอกนั้นแทบจะไม่มีใครทราบ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

เลยว่าเทคโนโลยีดังกล่าวคืออะไร ทั้งๆที่ในต่างประเทศกระแสดังกล่าวตื่นตัวอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการเกษตรซึ่งเป็นสินค้าของประเทศไทย ปัจจุบันมีความตื่นตัวอย่างมากในการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช่ในการลงทะเบียนสัตว์ ไม่แน่เทคโนโลยี RFID อาจจะได้รับการตอบรับอย่างแพร่หลายในประเทศไทยก็ว่าได้ เป็นเพราะคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.) ได้อนุมัติคลื่นความถี่ย่ายยูเอชเอฟระหว่าง 920-925 เมกะเฮิรตซ์เพื่อนำไปใช้กับ RFID ซึ่งเป็นชิปที่ใช้ติดตัวสินค้าแทนบาร์โค้ด

การนำเอาเทคโนโลยี อาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification: RFID) เข้ามาใช้งานในอุตสาหกรรมต่างๆ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นของการนำเอาประโยชน์จากคลื่นความถี่มาใช้ทางทหาร และงานด้านความมั่นคง ในช่วง ค.ศ. 1970 ที่รัฐบาลประเทศสหรัฐอเมริกาโดยศูนย์วิจัยแห่งชาติ ลอสอลามอส นำ RFID มาใช้ติดตามวัตถุนิวเคลียร์ให้กับกระทรวงพลังงาน ด้วยนำเอาป้าย (Tag) ติดกับรถบรรทุก และติดเครื่องอ่านไว้ที่ประตูทางเข้า-ออกภายในศูนย์วิจัย และจากนั้นทีมวิจัยของลอสอลามอสก็ได้แยกตัวมาเปิดบริษัท และนำไปสู่การพัฒนาระบบเก็บค่าทางด่วนอัตโนมัติในเวลาต่อมา

ประเทศไทยได้มีการนำเอา RFID มาใช้งานค่อนข้างหลากหลาย อาทิ การจัดการด้านห่วงโซ่อุปทาน การกระจายสินค้า โลจิสติกส์ สายพานการผลิตในโรงงาน งานด้านสาธารณสุขสำหรับตรวจสอบเครื่องมือแพทย์ ระบบการจัดเก็บในคลังสินค้าและตรวจฉลากยา การใช้ด้านเกษตรกรรมสำหรับตรวจสอบย้อนหาที่มาของอาหาร หรือ Food Traceability และระบบติดตามตัวสัตว์เลี้ยงในฟาร์ม รวมไปถึงการใช้แทนบัตรเข้า-ออกอาคาร บัตรโดยสารรถไฟฟ้า และกุญแจอิเล็กทรอนิกส์

RFID เป็นเทคโนโลยีที่คนจำนวนมากคาดหวังไว้สูงว่า จะช่วยภาคอุตสาหกรรมและธุรกิจของประเทศไทยได้ ดังนั้นจึงไม่อยากให้ทุกคนมองว่า ตัวเทคโนโลยี RFID เป็นของหรูหรา ใช้แล้วทันสมัย แต่อยากให้มองที่การนำเอาข้อมูลที่ได้จากการอ่านไปใช้ทุกส่วนของธุรกิจ ไม่ใช่ว่ามีระบบ RFID แล้วจะสามารถแข่งขันได้ดี

ด้วยความสามารถและการนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลายของเทคโนโลยี RFID จึงถูกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลืองมาใช้ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจึงได้ประยุกต์ระบบสื่อสารไร้สายโดยใช้เทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) มาใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร ได้แก่หลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อนำ เทคโนโลยี RFID ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร

2. เพื่อประยุกต์ใช้ เทคโนโลยี RFID ในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

คำถามการวิจัย

- วิศวกรไทยสามารถนำเทคโนโลยี RFID มาใช้ในการแก้ไขปัญหาในการลดพลังงานไฟฟ้าได้อย่างไร

สมมุติฐานการวิจัย

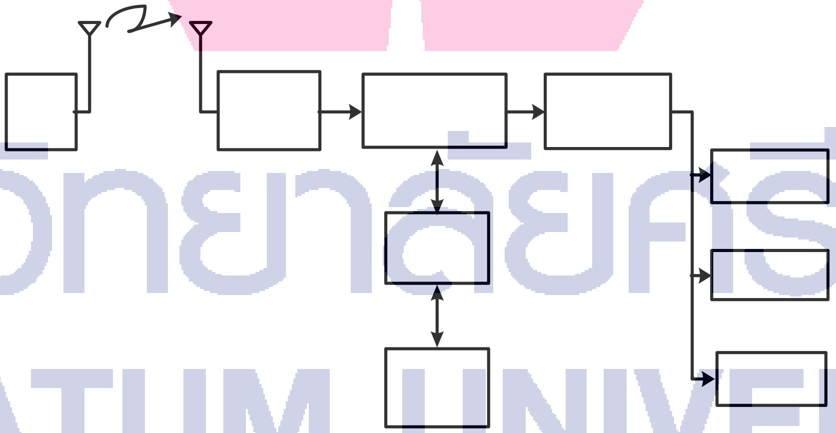
การนำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหา การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลืองควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารและควบคุมการเปิด-ปิดประตู และเพื่อความสะดวกสบายและรวดเร็ว โดยการออกแบบระบบโดยใช้แท็ก (Tag) เป็นตัวควบคุมการเปิด- ปิดประตูและควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร

ขอบเขตของการวิจัย

1. ออกแบบและสร้างชุดอ่านบัตรRFID
2. ออกแบบและสร้างชุดควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

ควบคุมการเปิด- ปิดประตู	1 จุด
ควบคุมการเปิด- ปิดเครื่องปรับอากาศ	1 จุด
ควบคุมการเปิด- ปิด หลอดไฟ	3 จุด

โครงสร้างของงานวิจัย



นิยามศัพท์

1. Radio Frequency Identification (RFID) คือ ระบบเก็บข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการคำนวณ และการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ซึ่งส่งกำลังด้วยคลื่นแม่เหล็ก หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แทนการสัมผัสทางกายภาพ โดยใช้เทคโนโลยี RFID เข้ามามี

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทบาทในการดำเนินธุรกิจ และการใช้ชีวิตประจำวันในระดับเดียวกับเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์, อี-คอมเมิทสร์ (E-commerce) หรือแม้กระทั่งระบบสื่อสารไร้สาย

2. Transponder Tags เป็นแผงวงจรขนาดเล็กที่บรรจุสายอากาศสำหรับการรับและส่งคลื่นความถี่วิทยุและสำหรับการสร้างพลังงานป้อนให้กับส่วนของไมโครชิปที่ถูกบรรจุไว้ด้วยกันในขณะที่ไมโครชิปจะเป็นตัวเก็บข้อมูลที่จำเป็นเกี่ยวกับวัตถุ

3. Reader เป็นอุปกรณ์ในการสร้างความถี่สัญญาณวิทยุ โดยอุปกรณ์จะสร้างความถี่ในขนาดที่เท่ากับความถี่ที่ Tags สามารถตอบสนองได้เพื่อให้ Reader และ Tags สามารถเชื่อมต่อกันได้ ภายใน Reader จะประกอบด้วยสายอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดง ภาครับและส่งสัญญาณวิทยุ (Transceiver) ภาคสร้างสัญญาณพาห์ (Carrier) วงจรจูนสัญญาณ (Tuner) นอกจากนี้ Reader จำเป็นต้องมีหน่วยประมวลผลข้อมูลและภาคติดต่อกับคอมพิวเตอร์ (Processing Unit) ที่มีส่วนประกอบของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการอ่านและเขียนข้อมูล เพื่อให้สามารถสื่อสารข้อมูลกับผู้ใช้งานได้

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. สามารถลดพลังงานไฟฟ้าในอาคารได้
2. สามารถการแก้ไขปัญหา การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลืองโดยควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารได้
3. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ในอาคารหรือบ้านเรือนได้

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การทำวิจัยเรื่องการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารโดยใช้บัตรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี ตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- RFID (Radio Frequency Identification)
- องค์ประกอบของ RFID
- ฉลากอิเล็กทรอนิกส์
- เครื่องอ่าน
- ประเภทของระบบ RFID
- คุณสมบัติของระบบ RFID
- การประยุกต์ใช้ RFID

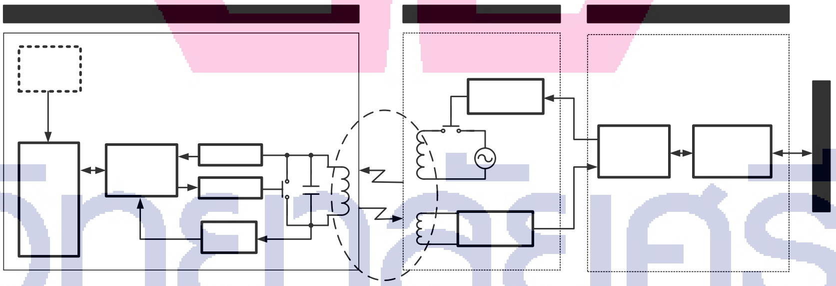
ระบบบ่งชี้อัตโนมัติ (Automatic Identification Auto:ID) เป็นคำเรียกรวม ๆ ของเทคโนโลยีที่ช่วยให้อุปกรณ์ เครื่องมือหรือเครื่องจักรสามารถบ่งบอกวัตถุ สิ่งของหรือแม้แต่คนหรือสัตว์ได้โดยอัตโนมัติ มีการนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลายมากที่สุดคือ ระบบบาร์โค้ด (Barcode System) ถูกนำมาใช้งานมากที่สุด ได้แก่ บนหีบห่อสินค้า หนังสือ หรือบนตัวสินค้าเพราะมีต้นทุนต่อหน่วยที่ต่ำ บาร์โค้ดมีข้อจำกัดหลายประการ เช่นจัดเก็บข้อมูลได้จำกัดความเสียหาย หรือมีปัญหาระหว่างการอ่านได้ง่าย ระบบ Auto ID ที่รู้จักรองลงมาจากบาร์โค้ดก็คือระบบสมาร์ทการ์ด (Smart Card System) เป็นระบบที่กำลังมีบทบาทอย่างรวดเร็ว ซึ่งพบเห็นสมาร์ทการ์ดในถาพประกอบแบบของบัตรต่างๆ เช่นบัตรประชาชน บัตรชมภาพยนตร์ ซิมการ์ดของโทรศัพท์เคลื่อนที่ และบัตรสมาชิกตามคลับต่างๆ โดยใช้แถบแม่เหล็กหรือไมโครชิพอ่าน/เขียนข้อมูล มีข้อดีคือสามารถเก็บได้มากปลอดภัย แต่เนื่องจากเป็นแถบแม่เหล็ก วิธีการอ่านข้อมูลจากสมาร์ทการ์ดจะต้องใช้วิธีสัมผัส ทำให้เกิดการสึกหรอของเครื่องอ่าน เมื่อใช้ไปนานๆ ในระบบ Auto ID อีกชนิดหนึ่งที่จะกล่าวถึงนี้เป็นระบบที่ขจัดข้อเสียของระบบบาร์โค้ดและสมาร์ทการ์ด เรียกว่าเทคโนโลยีการระบุข้อมูล (**Radio Frequency Identification : RFID)** เป็นระบบ Auto ID ที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นความถี่วิทยุ เป็นพาหะในการสื่อสารข้อมูล

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

RFID (Radio Frequency Identification) คืออะไร

R-F-ID (**R**adio **F**requency **Id**entification) เป็นเทคโนโลยีการระบุข้อมูลที่แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุหรือบุคคลด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่ได้ถูกนำมาพัฒนา RFID มีลักษณะใกล้เคียงกับสมาร์ทการ์ดมากที่สุดคือข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในการ์ดหรือ Tags ข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือการอ่าน/เขียนข้อมูลสามารถทำได้โดยไม่ต้องสัมผัสเหมือนกับสมาร์ทการ์ด ซึ่งจะอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่วิทยุ (Radio Frequency) ในการติดต่อสื่อสารจึงเป็นสาเหตุให้ RFID ได้เปรียบระบบ Auto ID ทุกชนิดและมีแนวโน้มจะถูกนำมาใช้มากขึ้นเรื่อย ๆ

RFID ต่างจากระบบอ่านข้อมูลอื่นเช่น Barcode หรือ Smart Card ตรงที่ระบบบันทึกข้อมูลอื่นต้อง “สัมผัส” แต่ RFID เป็น Contact less แถมระยะไกลพอสมควรอีก นอกจากนั้นตัว Tags ของระบบ RFID ที่ติดตามตัวสินค้าสามารถบรรจุ ไมโครชิพ เพื่อเก็บข้อมูล มีหน่วยความจำมากกว่า รหัสแถบสี ของ บาร์โค้ดมากนัก จะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีบันทึกข้อมูลสินค้าอื่น RFID นอกจากเก็บข้อมูลได้เยอะกว่า ป้องกันขโมยได้ แถมคิดเงินได้รวดเร็ว เพียงเท่านี้ RFID ก็สามารถมาดทดแทนเทคโนโลยี บาร์โค้ด ได้แล้วเพียงแต่ว่า ราคาต่อชิ้นของ Tags ยังแพงมากอยู่ยังไม่คุ้มกับการติดสินค้าที่ราคาไม่แพง เพราะอย่าลืมว่า ต้นทุน บาร์โค้ด นั้นคือหมึกที่พิมพ์ลงไปบนภาชนะสินค้าเท่านั้น แต่หากวันหนึ่ง ตัว Tags มีราคาต่อชิ้นเท่า บาร์โค้ด เมื่อไหร่ RFID คือว่าเป็น Radical Technology ที่มาทดแทนระบบ บาร์โค้ด ทันทีและพลิกโฉมภาคอุตสาหกรรมทั้งปวงในโลกก็ว่าได้ ด้วยการประยุกต์ RFID ใช้ประโยชน์มากมาย



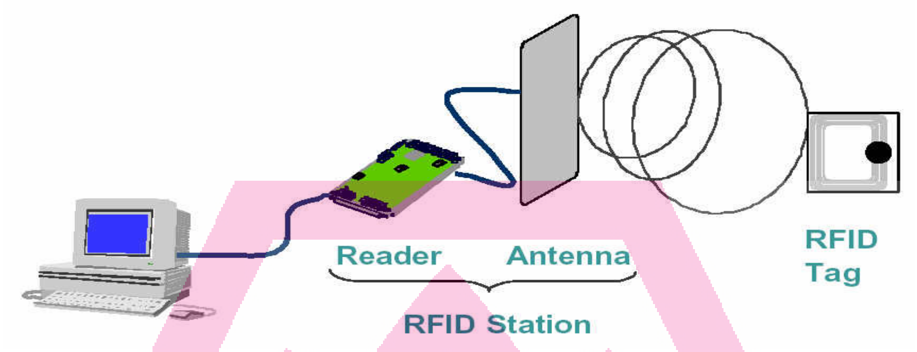
ภาพประกอบ 2.1 วงจรเทียบเคียงของระบบ RFID

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

องค์ประกอบของ RFID

องค์ประกอบของ RFID มีอยู่ 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนฉลาก (ป้ายขนาดเล็ก) ที่จะถูกผลึกอยู่กับวัตถุที่สนใจ โดยฉลากที่ว่าจะบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ เอาไว้ ฉลากดังกล่าวมีชื่อเรียกอย่างเป็นทางการว่า ทรานสพอนเดอร์ (Transponder, Transmitter & Responder) หรือจะเรียกว่า

แทกส์ (Tags) ส่วนที่สองมีชื่อเรียกว่า ทรานสซิฟเวอร์ (Transceiver, Transmitter & Receiver) หรือเรียกว่า เครื่องอ่าน (Reader) ดังแสดงในภาพประกอบ 2.2



ภาพประกอบ 2.2 องค์ประกอบของ RFID

จุดเด่นของระบบ RFID

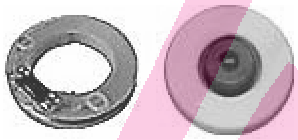
1. สามารถการอ่านข้อมูลของฉลากที่ได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัส
2. สามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพทัศนะวิสัยไม่ดี
3. ทนทานต่อความเปียกชื้นแรงสั่นสะเทือนและการกระแทก
4. สามารถอ่านข้อมูลได้ถูกต้องรวดเร็ว

ปัจจุบันมีการนำระบบ RFID มาใช้งานในงานหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นในบัตรชนิดต่างๆ เช่น บัตรประจำตัวประชาชน บัตรเอทีเอ็ม บัตรสำหรับผ่านเข้าออกสำนักงาน บัตรโดยสารของสายการบิน บัตรจอดรถ จนกระทั่ง ฉลากสินค้าต่างๆ หรือแม้แต่ฝังลงในตัวสัตว์เพื่อบันทึกประวัติ เป็นต้น การนำระบบ RFID มาใช้งานก็เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบการผ่านเข้าออกบริเวณใดบริเวณหนึ่งหรือเพื่ออ่านหรือเก็บข้อมูลบางอย่างเอาไว้ ยกตัวอย่างในกรณีที่เป็นฉลากสินค้า ระบบ RFID ก็จะถูกนำมาไปใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า เพื่อให้สามารถทราบที่มาที่ไปของสินค้าชิ้นนั้นๆ ได้ สำหรับภาพประกอบแบบของเทคโนโลยี RFID ที่ใช้ในการดังกล่าวก็มีทั้งแบบสมาร์ตการ์ดที่สามารถถูกเขียนหรืออ่านข้อมูลออกมาได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับเครื่องอ่านบัตร หรือคอมแทคเลสสมาร์ตการ์ด (Contract less smartcard) เหรียญ (Coin) ป้าย (Tags) หรือฉลากซึ่งมีขนาดเล็กจนสามารถแทรกลงระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษหรือฝังเอาไว้ในตัวสัตว์ได้เลยที่เดียว

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

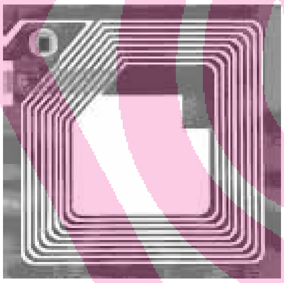
ฉลากอิเล็กทรอนิกส์ (Transponder :Tags) หรือ Data Carrier

Tags เป็นส่วนของการเก็บข้อมูลและถูกติดตั้งอยู่กับวัตถุที่เราต้องการชี้บ่ง (Identify) โดยโครงสร้างภายในของ Tag ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ ขดลวดขนาดเล็กทำหน้าที่เป็นสายอากาศ รับ-ส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุและสร้างพลังงานป้อนให้ส่วนของไมโครชิพที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของวัตถุเช่นรหัสสินค้า โดยทั่วไปตัว Tags อาจอยู่ในชนิดทั้งเป็น กระดาษ แผ่นฟิล์ม พลาสติก มีขนาดและภาพประกอบร่างต่าง ๆ กันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะนำเอาไปติด และมีหลายภาพประกอบแบบดังภาพประกอบ 2.3



RFID ด้านในใช้สำหรับติดหูสกรู

โครงสร้างภายใน RFID ชนิดเป็นบัตร



โครงสร้างภายใน RFID ใช้สำหรับติดสินค้า

ป้าย RFID ประเภทติดสินค้า

RFID สำหรับฉีดฝังในผิวหนัง

ป้าย RFID

ป้าย RFID ติดบัตร

ภาพประกอบ 2.3 ชนิดของ RFID Tags

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

โครงสร้างภายในของ Tags ประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ ส่วนของไอซีหรือชิป และส่วนที่สองคือขดลวดซึ่งทำหน้าที่เป็นสาอากาศสำหรับรับส่งสัญญาณ แทกส์ที่มีการใช้งานอยู่นั้นจะมีอยู่ 2 ชนิดใหญ่ ๆ โดยแต่ละชนิดก็จะมีความแตกต่างกันในแง่ของการใช้งานโครงสร้างและหลักการทำงาน สามารถแบ่งป้ายที่ใช้งานกันอยู่ได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ ได้แก่ Tags แบบพาสซิฟและแบบแอ็กทิฟโดยแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันตามการใช้งานดังนี้

ภาพประกอบ 2.4 RFID Tags

Passive RFID Tags

Tags ชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องรับแหล่งจ่ายไฟใด ๆ เพราะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายไฟในตัวอยู่แล้ว ระยะการสื่อสารข้อมูลที่ทำได้สูงสุด 1.5 เมตร มีหน่วยความจำขนาดเล็ก (ทั่วไปประมาณ 32 – 128 บิต) มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วยต่ำ

ไอซีของ Tags ชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและภาพประกอบร่างเป็นได้ตั้งแต่แท่งหรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเป็นไปจนถึงขนาดใหญ่จนสะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดงานที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปโครงสร้างภายในส่วนที่เป็นไอซีของ Tags นั้นก็จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ ส่วนของหน่วยความจำ, ส่วนควบคุมภาคลอจิก และส่วนของควบคุมการทำงานของภาครับส่งสัญญาณวิทยุ

Active RFID Tags

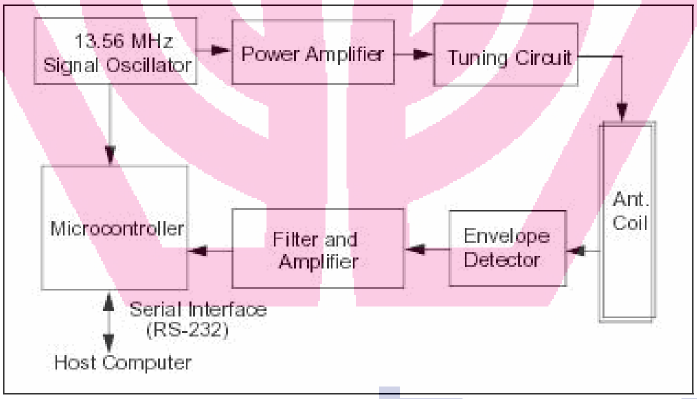
Tags ชนิดนี้จะใช้แหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ขนาดเล็ก มีหน่วยความจำภายใจขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์มีระยะการสื่อสารข้อมูลที่ทำได้สูงสุดถึง 6 เมตรแม้ว่า Tags ชนิดนี้จะมีข้อดีอยู่หลายข้อแต่ก็มีข้อเสียอยู่ด้วยเหมือนกัน เช่น มีราคาต่อหน่วยแพง มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีระยะเวลาในการทำงานที่จำกัด

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

นอกจากการแบ่งจากชนิดที่ว่ามาแล้ว Tags ก็ยังถูกแบ่งประเภทจากถาพประกอบแบบในการใช้งานได้เป็น 3 แบบ คือ แบบที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างอิสระ (Read – write) แบบเขียนได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้นแต่อ่านได้อย่างอิสระ (Write-Once, Read-Many หรือ WORM) และแบบอ่านได้เพียงอย่างเดียว (Read-only) ด้วยอย่างไรก็ตามเนื่องจากในการใช้งานเพื่อเป็นฉลากนิยมใช้ Tags ชนิดพาสซีฟมากกว่า

เครื่องอ่าน (Reader)

เครื่องอ่านประกอบด้วยภาครับ/ส่งสัญญาณวิทยุ ส่วนควบคุมและสายอากาศ ทำหน้าที่คล้องสัญญาณกับ Tags และส่วนของการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ควบคุมภายนอก ขึ้นอยู่กับการติดต่อสื่อสารที่ต้องการ โดยหน้าที่ของเครื่องอ่านก็คือ การเชื่อมต่อเพื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลลงใน Tags ด้วยสัญญาณความถี่วิทยุ ภายในเครื่องอ่านจะประกอบด้วย เสาอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดง เพื่อใช้รับส่งสัญญาณ ภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุ และวงจรควบคุมการอ่าน-เขียนข้อมูล จำพวกไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ ดังภาพประกอบ 2.5



ภาพประกอบ 2.5 โครงสร้างภายในเครื่องอ่าน RFID

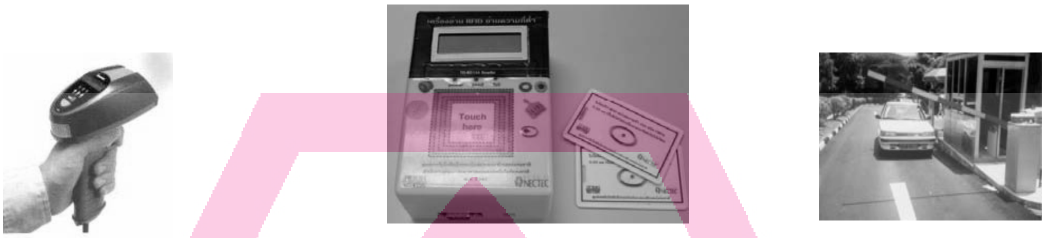
เครื่องอ่านนอกจากจะอ่านได้แล้วยังสามารถเขียนข้อมูลได้ด้วยโดยทั่วไปมีส่วนหลักดังนี้

- ภาครับและส่งสัญญาณวิทยุ
- ภาคสร้างสัญญาณพาหะ
- ขดลวดที่ทำหน้าที่เป็นสายอากาศ
- วงจรจูนสัญญาณ
- หน่วยประมวลผลข้อมูล และภาคติดต่อกับคอมพิวเตอร์

หน่วยประมวลข้อมูลที่อยู่ภายในเครื่องอ่านมักใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งอัลกอริทึมที่อยู่ภายในโปรแกรม จะทำหน้าที่ถอดรหัสข้อมูล (Decoding) ที่ได้รับ และทำหน้าที่ติดต่อกับ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

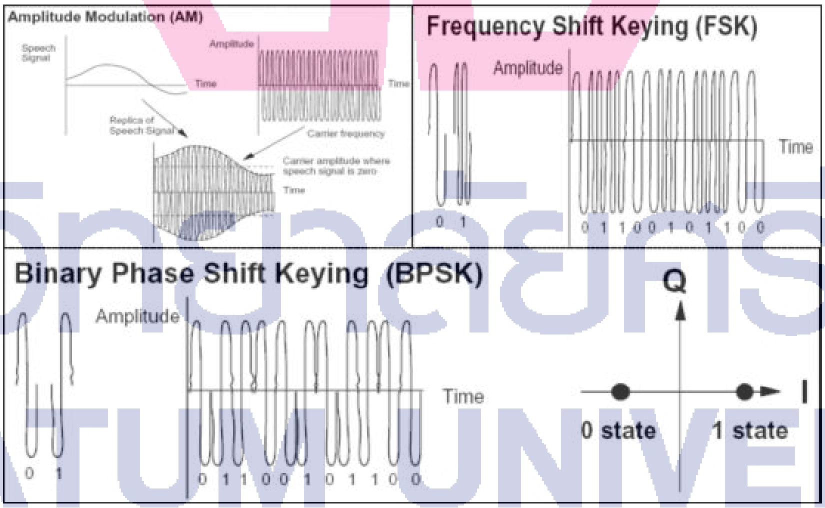
คอมพิวเตอร์ โดยลักษณะ ขนาดและถาพประกอบร่างของเครื่องอ่านจะแตกต่างกันไปตามประเภทของการใช้งาน เช่น แบบมือถือขนาดเล็กหรือ ติดผนัง จนไปถึงขนาดใหญ่เท่าประตู (Gate size) เป็นต้น ดังแสดงในภาพประกอบ 2.6



ภาพประกอบ 2.6 เครื่องอ่าน RFID แบบต่างๆ

วิธีการรับและส่งข้อมูลระหว่าง Tags และเครื่องอ่าน

วิธีการรับและส่งข้อมูลระหว่างTagsและเครื่องอ่าน โดยมากมักจะใช้การมอดูเลตทางแอมปลิจูดหรือใช้การมอดูเลตทางแอมปลิจูดบวกกับการเข้ารหัสแมนเชสเตอร์ (Manchester encoded AM) แต่ทว่าในปัจจุบันก็มีTagsที่ใช้การมอดูเลตแบบอื่น ๆ ด้วย เช่น การมอดูเลชั่นแบบเฟสชิฟคีย์อิ้ง (Phase Shift Keying: PSK), ฟรีเควนซี่ชิฟคีย์อิ้ง (Freqeuecy Shift Keying: FSK) หรือการใช้การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation: FM)



ภาพประกอบ 2.7 การมอดูเลชั่นแบบ Phase Shift Keying และ Freqeuecy Shift Keying:

การรับส่งข้อมูลหรือสัญญาณวิทยุระหว่าง Tags กับเครื่องอ่านจะทำได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อเมื่อสายอากาศมีความยาวที่เหมาะสมกับความถี่พาหะที่ใช้งาน ความถี่ที่ใช้งานมีค่า 13.56 MHz และความยาวของเสาอากาศที่เหมาะสมคือ 22.12 เมตร ในทางปฏิบัติไม่สามารถนำเสาอากาศที่

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

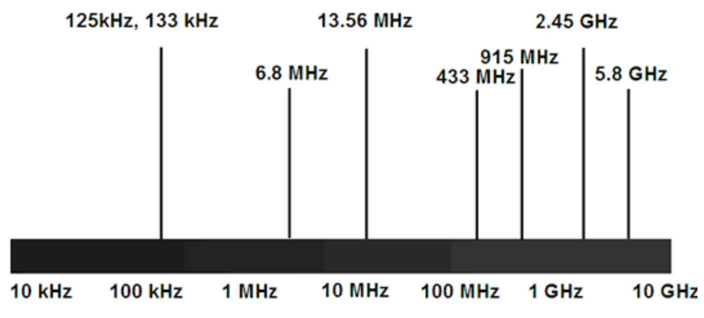
ใหญ่มาใช้งานกับ Tags ขนาดเล็กได้ สายอากาศที่ใช้ร่วมกับ Tags มากที่สุดก็คือสายอากาศที่เป็นขดลวดขนาดเล็กหรือที่มีชื่ออย่างเป็นว่า สายอากาศแบบแมกเนติกไดโพล (Magnetic dipole Antenna) ถาพประกอบแบบของสายอากาศแบบนี้จะมีอยู่หลากหลายทั้งแบบที่เป็นขดลวดพันแกนเฟอร์ไรต์, แบบที่เป็นวงลูปทำขึ้นจากลายทองแดงบนแผ่นวงจรพิมพ์ ทั้งที่เป็นลูปแบบวงกลมและแบบสี่เหลี่ยม ทั้งนี้ความเหมาะสมในการใช้งานก็แตกต่างกันไปตามความถี่พาหะและประเภทของงานด้วย

นอกจากการรับส่งข้อมูลแล้ว สายอากาศก็ยังทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับ Tags ด้วย โดยอาศัยหลักการทำงานตามแนวคิดของไมเคิล ฟาราเดย์ เรื่องแรงดันเหน่ยวนำในขดลวดที่เกิดขึ้นจากเส้นแรงแม่เหล็ก (จากเครื่องอ่าน) ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา พุ่งผ่านสายอากาศของ Tags เมื่อTagsและเครื่องอ่านตั้งอยู่ห่างกันในระยะ 0.16 เท่าของความยาวคลื่นพาหะ เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่า Transformer-type Coupling ซึ่งเป็นปรากฏการณ์แบบเดียวกับการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นระหว่างขดลวดปฐมภูมิ (Primary) และขดลวดทุติยภูมิ (Secondary) ในทรานสฟอร์เมอร์ (Transformer) จะเป็นวงจรพื้นฐานสำหรับอธิบายกลไกที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูลของ Tags

กลไกในการส่งข้อมูลของ Tags จะเกิดขึ้นโดยมีมอสเฟต T_1 (ที่ Tags) ซึ่งทำงานเป็นสวิตซ์ในการเปิด/ปิด ที่มอสเฟต T_1 จะทำให้ค่าความต้านทานของโหลดเกิดการเปลี่ยนแปลงส่งผลให้ค่าแรงดันตกคร่อมเสาอากาศเปลี่ยนตามไปด้วย ถ้าหากว่าการเปิด/ปิด ที่มอสเฟต T_1 ถูกควบคุมด้วยข้อมูลที่ต้องการส่งจะทำให้เกิดการส่งข้อมูลด้วยการมอดูเลตทางแอมปลิจูดขึ้น กรรมวิธีในการส่งข้อมูลแบบนี้เรียกว่าโหลดมอดูเลชั่น (Load Modulation) เป็นการส่งด้วยการมอดูเลตทางแอมปลิจูด เมื่อรับข้อมูลจึงต้องใช้ด้วย วงจรพีคดีเท็กเตอร์ (Peak Detector) เพื่อดึงเอาส่วนขอบของสัญญาณที่ได้รับกลับออกมา

คลื่นพาหะที่ใช้งานในระบบ RFID จะอยู่ในย่านความถี่ ISM (Industrial-Scientific-Medical) เป็นย่านความถี่ที่กำหนดในการใช้งานในเชิงอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ สามารถใช้งานได้โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้งานในการสื่อสารโดยทั่วไป โดยมี 3 ย่านความถี่ใช้งาน คือสำหรับคลื่นพาหะที่ใช้กันในระบบ RFID อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ย่านหลักได้แก่

- ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency: LF) ต่ำกว่า 150 kHz
- ย่านความถี่สูง (High Frequency: HF) 13.56 MHz
- ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF) 433/868/915 MHz



ภาพประกอบ 2.8 ความถี่ย่านที่ระบบ RFID ถูกใช้งาน

ถ้าเปรียบเทียบคลื่นความถี่ที่ใช้งานในแต่ละย่านในด้านของระยะการอ่าน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คลื่นความถี่และระยะการอ่านที่ใช้งาน

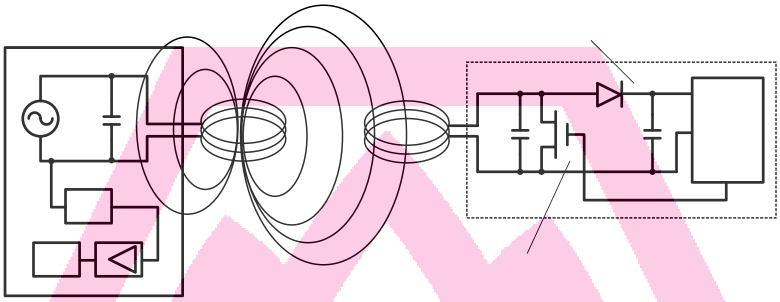
ความถี่	**ระยะที่อ่านได้**
125-134 KHz	น้อยกว่า 1 เมตร
13.56 MHz	น้อยกว่า 1.5 เมตร
860- 960 MHz	2-5 เมตร 1-100 เมตร (Tag แบบแอ็คทิฟ)
2.45 GHz	น้อยกว่า 1 เมตร (Tag แบบพาสซิฟ) 1-15 เมตร (Tag แบบแอ็คทิฟ)

หลักการทำงานของ RFID

วงจรเทียบเคียงส่วนควบคุมและติดต่อสื่อสาร (Control and Interface) จะได้รับคำสั่ง (Command) จากส่วนควบคุมที่สูงกว่า (Host) เช่น คอมพิวเตอร์หรือ PLC (Programmable Logic Controller) จากนั้นตัวควบคุมจะทำการประมวลผลคำสั่งว่า Host ต้องการให้ทำอะไร จากนั้นก็จะสั่งให้ส่วนของภาครับ/ส่งวิทยุที่มีส่วนของวงจรเข้ารหัส (Coding) ทำการเข้ารหัสเป็นดิจิตอลในภาพประกอบแบบของ Line code จากนั้นส่วนของวงจรผสมสัญญาณ (Modulation) ทำการผสมข้อมูลเข้ากับคลื่นพาหะแล้วทำการส่งออกไปทางสายอากาศ ขนาดของพื้นที่ ที่มีสัญญาณอยู่นี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของสายอากาศและพลังงาน (Watt) ของสายอากาศ เมื่อ Tags เข้ามาในพื้นที่ที่มีสัญญาณแล้วเสาอากาศภายใน Tags จะได้รับการคล้องสัญญาณทำให้ Tags ทำงานได้ตามที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อก่อน วงจรถอดรหัส (Demodulation) จะทำการแยกสัญญาณข้อมูล ที่ถูกผสมมาจากเครื่องอ่าน ออกจากคลื่นพาหะแล้วทำการแปลงรหัส (Decoding) จากนั้น CPU ของ Tags จะรับ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

คำสั่งไปประมวลผลถ้าเป็นคำสั่งเขียน Tags จะบันทึกข้อมูลที่ส่งมา ลงในหน่วยความจำที่ระบุไว้จากคำสั่ง แล้วทำการผสมข้อมูลที่วงจรผสมข้อมูลภายใน Tags กับคลื่นพาหะ แล้วส่งออกไปทางสายอากาศเหมือนกัน เมื่อเครื่องอ่านได้รับสัญญาณจาก Tags วงจรถอดรหัสของเครื่องอ่านก็จะถอดเอาข้อมูลออกจากคลื่นพาหะและส่งไปที่ Host Unit



ภาพประกอบ 2.9 การติดต่อสื่อสารระหว่างบัตรกับหัวอ่าน

ประเภทของระบบ RFID

RFID สามารถจำแนกประเภทได้ตามขนาดของหน่วยความจำ เช่น ความถี่ที่ใช้งาน ชนิดของTag หรือขนาดของหน่วยความจำของ Tag ที่ใช้ RFID ดังนี้

RFID ชนิด 1 บิต (1 Bit Type)

RFID ชนิดนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Electronic Article Surveillmce: EAS เป็น RFID ที่ใช้ Tags ที่ไม่มีไมโครชิพ RFID ระบบนี้จะตรวจสอบเฉพาะว่ามี Tags อยู่ในพื้นที่สัญญาณหรือไม่ ดังสถานะจึงแสดงเพียงแค่มีหรือไม่มี (รหัสดิจิตอล 0 หรือ 1)

การทำงานของ RFID ระบบไม่ซับซ้อนและมีราคาถูกมาก ระบบจึงถูกนำมาใช้กับการป้องกันสินค้าถูกขโมยในห้างร้านต่าง ๆ โดย Tags จะติดอยู่กับตัวสินค้าหรือซ่อนไว้ข้างหลังบาร์โค้ดอีกที เครื่องอ่านจะออกแบบเป็นโครงสายอากาศสูงประมาณ 1-1.2 เมตร สามารถพบเห็นระบบ EAS มากในซุปเปอร์มาร์เก็ตต่างๆ ช่วงความถี่ที่ใช้งานจะเป็นช่วงความถี่ Microwave เนื่องจากระยะในการสื่อสารค่อนข้างไกล

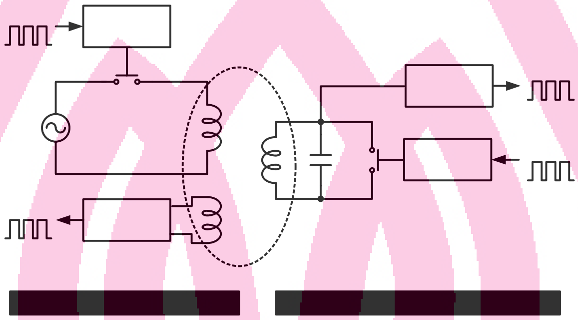
RFID ชนิดหน่วยความจำมากกว่า 1 บิต (Data Carrier Type)

RFID ชนิดนี้จะใช้ Tags ที่มีไมโครชิพและหน่วยความจำเป็นส่วนประกอบสำคัญมีราคาสูงกว่า Tags ชนิด EAS บางชนิดสามารถเก็บข้อมูลได้สูงสุดถึง 64 กิโลไบต์ ใช้ในงานอุตสาหกรรมหรืองานทั่วไปที่ต้องใช้ Tags ในการเก็บข้อมูล

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

RFID ที่จำแนกโดยลักษณะการคล้องของสัญญาณ

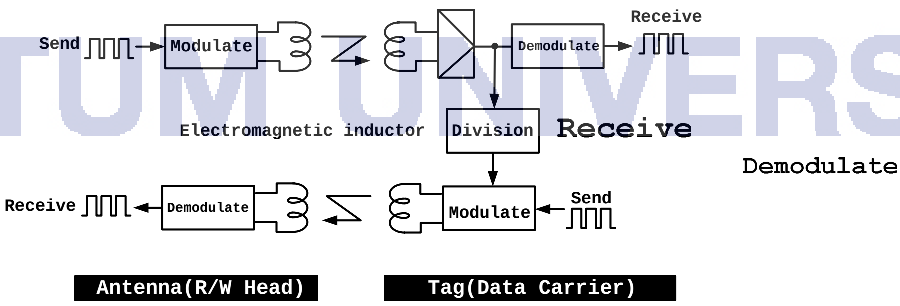
ระบบคัปปลิ้งแบบปิด (Close-Coupling) เป็น RFID ที่มีระยะในการอ่าน/ เขียนข้อมูลสั้นมากประมาณ 1 เซนติเมตร ดังนั้น Tags จะต้องอยู่ใกล้หรือวางอยู่บนเครื่องอ่าน Close Coupling นี้จะสามารถใช้คลื่นความถี่ได้ตั้งแต่ 0-50 MHz เนื่องจากการทำงานของTagไม่อาศัยการส่งพลังงานจากการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องอ่านแต่อาศัยการเหนี่ยวนำเหมือนหลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า ทำให้เกิดพลังงานที่ทำให้วงจรภายใน Tags ทำงานได้ ระบบ Close –Coupling นิยมใช้งานที่ต้องการความปลอดภัยค่อนข้างสูง แต่ไม่ต้องการติดต่อในระยะไกล ดังภาพประกอบ 2.10 แสดงวงจรเทียบเคียงคัปปลิ้ง



ภาพประกอบ 2.10 วงจรเทียบเคียงคัปปลิ้งแบบปิด

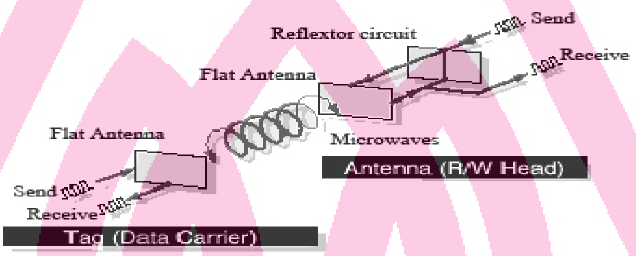
ระบบคับปลิ้งแบบรีโมท (Remote Coupling) เป็นระบบที่มีระยะการอ่าน/เขียนสูงถึง 1 เมตร ระบบนี้จะใช้หลักการคล้องสัญญาณแบบ การคับปลิ้งโดยอาศัยการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็ก ระหว่างเครื่องอ่านกับ Tags ประมาณ 90-95% ของระบบ RFID ในปัจจุบันใช้หลักการคับปลิ้งแบบรีโมทนี้ โดยความถี่ที่ใช้งานหลายความถี่ตั้งแต่ต่ำกว่า 135 KHz หรือ 13.56 MHz และ 27.125 MHz พลังงานไฟฟ้าจะถูกส่งโดยหลักการแผ่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปให้ Tag ทำให้ Tags ได้รับพลังงานสามารถทำงานได้ระบบคับปลิ้งแบบรีโมทนี้พบมากในงานอุตสาหกรรม เช่น รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือ อิเล็กทรอนิกส์ ในภาพประกอบ 2.11

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



ภาพประกอบ 2.11 วงจรเทียบเคียงของการคับปลิ้งแบบรีโมทหรือ การคับปลิ้งโดยการเหนี่ยวนำ

ช่วงระยะไกล (Long Range) ระบบนี้จะมีระยะการอ่าน/เขียนอยู่ระหว่าง 1-10 เมตรหรือบางระบบอาจสูงกว่านี้ ความถี่ที่ใช้ในระบบนี้จะเป็นย่านที่มีความถี่สูงมากหรือ ไมโครเวฟ (Microwave rang) ซึ่งปกติที่ความถี่ 2.45 GHz หรือบางครั้งจะพบที่ 915 MHz , 5.8 GHz และ 24.125 GHz แต่การส่งพลังงานจากตัวเครื่องอ่านไปยัง Tags ทำได้ยากดังนั้น Tags ที่ใช้งานจะเป็นชนิดที่ที่มีแบตเตอรี่ในตัวซึ่งจะใช้สำหรับเป็นไฟเลี้ยงที่ทำให้ไมโครชิพทำงานและเก็บรักษาข้อมูล ลักษณะงานที่พบเห็นจะเป็นลักษณะงานที่ต้องการการสื่อสารระยะไกลเช่น ในกระบวนการผลิตรถยนต์ ระบบชำระเงินอัตโนมัติของทางด่วน ดังภาพประกอบ 2.12



ภาพประกอบ 2.12 วงจรเทียบเคียงในช่วงระยะไกล

RFID ที่จำแนกตามความสามารถของระบบ

ระบบอ่านอย่างเดียว (Read Only System) เป็นระบบที่เทคโนโลยีต่ำที่สุด Tagมีข้อมูลซึ่งจะอยู่ในถาพประกอบของ ซีเรียลนัมเบอร์ และไม่สามารถเขียนข้อมูลใหม่ลงไปได้เหมาะกับงานที่ต้องการอ่านอย่างเดียว เพื่อแยกแยะความแตกต่างของสินค้าหรือบุคคล ระบุชนิดของสินค้า หรือตู้คอนเทนเนอร์มีราคาต่ำกว่า ความถี่ที่ใช้งานจะอยู่ที่ต่ำกว่า 135 KHz หรือ 2.45 GHz

ระบบอ่านเขียน (Read-Write System) จะจัดอยู่ในระยะช่วงกลาง ของระบบ RFID Tags สามารถเขียนข้อมูลซ้ำได้โดยความจุจะยู่ที่ 16 ไบต์จนถึงมากกว่า 16 กิโลไบต์ หน่วยความจำที่ใช้จะเป็นชนิด EEPROM หรือ SRAM ความถี่ที่ใช้งานจะเป็น 135 KHz , 13.56 MHz , 27.125 MHz และ 2.45 GHz

ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor System) ระบบนี้จะจัดอยู่ประเภทเทคโนโลยีสูง เพราะมีตัวไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวประมวลผลในTag สามารถประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายและมีฟังก์ชันการสร้างรหัสลับ (Cryptological Functions) สามารถนำไปใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการรักษาความปลอดภัยส่วนมากระบบนี้จะใช้ย่านความถี่ที่ 13.56 MHz หน่วยความจำที่ใช้งานจะมีขนาดตั้งแต่น้อยๆ จนถึง 16 กิโลไบต์ และหน่วยความจำจะเป็นชนิด EEPROM

คุณสมบัติของระบบ RFID

สามารถแยกคุณสมบัติได้ดังนี้

1. อ่าน/เขียนโดยไม่ต้องสัมผัส เครื่องอ่านกับ Tags สามารถสื่อสารกันได้โดยไม่ต้องสัมผัสซึ่งทำให้ไม่เกิดส่วนของการสึกหรอเหมือนการ์ดแถบแม่เหล็ก ทำให้ต้นทุนในการดูแลรักษาต่ำ อายุการใช้งานยาวนานสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน

2. ทนต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งสกปรก อุปสรรคในการอ่าน/เขียนข้อมูลในระบบ Auto ID ที่แก้ไขลำบากก็คือ สิ่งแวดล้อมในโรงงาน หรืออาคาร การใช้งานระบบ Auto ID ที่มีปัญหามากที่สุด คือ ระบบบาร์โค้ด เพราะถ้าแถบบาร์โค้ดสกปรกหรือฉีกขาดก็จะไม่สามารถอ่านข้อมูลได้ แต่ด้วยลักษณะเทคโนโลยีของ RFID ที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นพาหะนำข้อมูลไปจะพบว่าปัญหาดังกล่าวจะไม่มีผลกระทบต่อระบบ RFID ดังนั้น RFID จึงเป็นอุปกรณ์ Auto ID ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม

3. สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลได้สะดวก มีระบบ Auto ID น้อยชนิดที่สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลได้ง่ายหรือบางระบบต้องใช้เครื่องอ่าน/เขียนแยกจากกัน เช่น บาร์โค้ด ต้องมีเครื่องพิมพ์และเครื่องอ่านแยกจากกัน

4. สื่อสารได้ทุกทิศทาง จากคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าการอ่าน/เขียนในระบบ RFID จึงไม่ต้องคำนึงถึงทิศทางว่า Tags จะต้องอยู่ใกล้เครื่องอ่านเสมอ Tags สามารถอยู่ด้านหลังด้านข้าง หรือแม้กระทั่งถูกทับอยู่ แต่ถ้าเข้ามาอยู่ในพื้นที่สัญญาณแล้วก็จะสามารถอ่าน/เขียนข้อมูลได้ตามปกติ

5. Tags สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ด้วยลักษณะโครงสร้างและความสามารถในการเขียนข้อมูลซ้ำทำให้ Tags สามารถนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตได้มากกว่า 100,000 ครั้งต่อ 1Tag คุณสมบัติข้อนี้เป็นจุดแข็งอีกจุดหนึ่งที่ระบบ Auto ID ชนิดอื่นไม่สามารถทำได้

6. Tags RFID มีหลากหลายแบบให้ประยุกต์ใช้งาน Tags ของระบบ RFID จะถูกออกแบบให้มีถาพประกอบร่างขนาดโครงสร้างความจุของหน่วยความจำและลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป เช่น มีลักษณะเป็นสมาร์ทการ์ด กระดุม เหรียญ ทรงสี่เหลี่ยมหรือแม้กระทั่งเป็นแผ่นบาง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ตามความต้องการ

7. ความสามารถในการทะลุทะลวงของสัญญาณ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถทะลุผ่านวัตถุที่ไม่ใช่โลหะหรือมีโลหะเป็นส่วนผสมอยู่ได้ เช่น พลาสติก ผิวหนัง ไม้ ปูนซิเมนต์ ฯลฯ ดังนั้น Tags จึงสามารถถูกติดตั้งแบบฝัง หรือซ่อนลงไปในเนื้อวัตถุตามที่ต้องการได้

8. สื่อสารได้ระยะไกล ระยะในการอ่าน/เขียนข้อมูลของระบบ RFID นั้นทำได้ตั้งแต่ 0-10 เมตร ซึ่งถือว่าไกลที่สุดในบรรดาระบบ Auto ID ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน และระยะในการอ่าน/เขียนข้อมูลจะขึ้นอยู่กับกำลังส่งของสายอากาศและช่วงความถี่ที่ใช้งาน สำหรับกำลังส่งของสายอากาศ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

จะถูกกำหนดโดยกฎหมายของแต่ละประเทศ ทำให้ RFID ที่ผลิตในบางประเทศมีระยะในการอ่าน/เขียนต่างกันทั้งที่ความถี่ใช้งานเท่ากัน

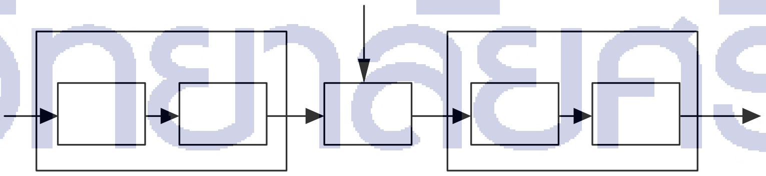
9. หน่วยความจำขนาดใหญ่ หน่วยความจำที่ใช้ในระบบ RFID มีตั้งแต่ขนาด 1bit (EAS) ถึง 8 Kbyte หน่วยความจำที่เป็น RAM จะสามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าหน่วยความจำแบบ 16 ข้อมูล ในกระบวนปฏิบัติงานสามารถบันทึกลงใน Tags ได้ทั้งกระบวนการ หรือแม้กระทั่งข้อมูลส่วนบุคคลก็สามารถบันทึกลงใน Tags ได้

10. อ่าน/เขียนข้อมูลได้ครั้งละมากกว่า 1 Tag พร้อมกันเมื่อ Tags เข้ามาอยู่ในพื้นที่สัญญาณมากกว่า 1 Tag พร้อมกันเครื่องอ่านสามารถอ่านข้อมูล ซึ่งมาพร้อมกันได้ทั้งหมดหรือจะสามารถเลือกอ่านเฉพาะ Tags ที่ระบุก็ได้

11. สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่ เครื่องอ่านกับ Tags สามารถสื่อสารกันได้แม้ขณะฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง กำลังเคลื่อนที่โดยความเร็วของการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับชนิดของการสื่อสาร หน่วยความจำและปริมาณข้อมูลที่ใช้อ่าน/เขียน

เทคโนโลยีการเข้ารหัส/ถอดรหัสของระบบ RFID (Coding and Modulation)

กระบวนการสื่อสารแบบดิจิตอลซึ่ง คือการส่งข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านกับTagsในระบบ RFID นั่นเอง กระบวนการสื่อสารจะอาศัยหลักการดังนี้ การเข้ารหัสข้อมูล (Signal Coding) การผสมรหัสข้อมูลเข้ากับคลื่นพาหะ (Modulation) การส่งคลื่นสัญญาณออกไป (Transmission) การถอดข้อมูลออกจากคลื่นพาหะ (Demodulation) การแปลงรหัสสัญญาณข้อมูล (Signal decoding) ดังแสดงในภาพประกอบ 2.13



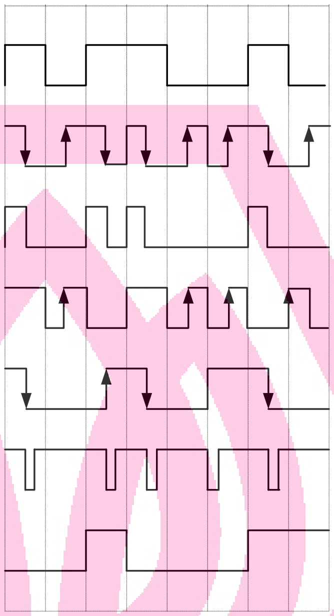
ภาพประกอบ 2.13 การไหลของสัญญาณและข้อมูลในระบบการสื่อสารแบบดิจิตอล

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

การเข้ารหัส (Coding)

การส่งข้อมูลแบบตรงไปตรงมาจะทำให้ข้อมูลที่ส่งและรับนั้นมีความยาวเกินไปจึงมีการคิดค้นวิธีการเข้ารหัส ซึ่งการใช้รหัสจะช่วยการส่งและรับสิ้นสุดลงและไม่ถูกรบกวนจากสิ่งรบกวนภายนอก การเข้ารหัสมักเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการสื่อสารแบบดิจิตอล

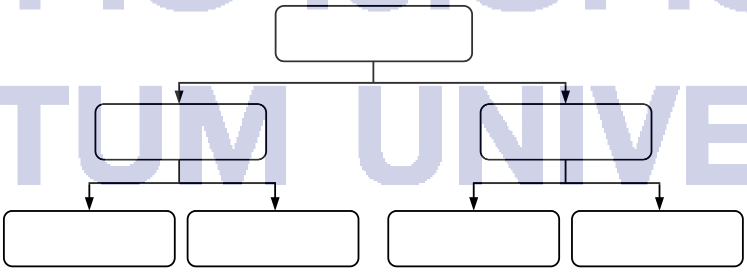
ในระบบการสื่อสารแบบดิจิตอลนั้นจะใช้สัญลักษณ์ 0 กับ 1 แทนข้อมูล โดยความแตกต่างของข้อมูลจะเป็นตัวกำหนดค่า 0 กับ 1 ของแต่ละบิตข้อมูล ข้อมูลจะถูกจัดเรียงเป็นแนวนอนหรือเส้นตรง (Line Code) ซึ่งมาตรฐานของรหัสข้อมูลที่เป็นเส้นตรง จะมีหลายมาตรฐานดังแสดงในภาพประกอบ 2.14



ภาพประกอบ 2.14 การเข้ารหัสแบบต่าง ๆ ใน RFID

สถาปัตยกรรมของ Tags

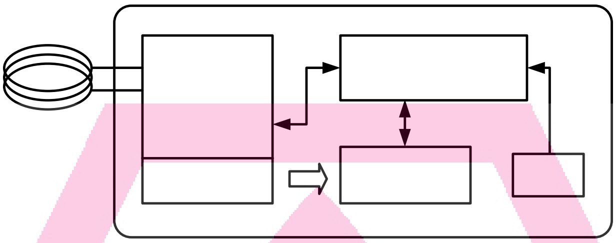
Tags หรือ Data Carriers ที่ใช้ในระบบ RFID แบ่งตามโครงสร้างภายในได้เป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ Tags แบบใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Circuit) กับแบบที่ไม่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์หรือชนิดที่ทำหน้าที่ตอบสนองต่อคลื่นสัญญาณเท่านั้น (Physical effect) โดยที่แต่ละชนิดจะแบ่งออกเป็นชนิดย่อยตามแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2.15 สถาปัตยกรรมพื้นฐานของ Tags RFID

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

Tags ที่มีเฉพาะหน่วยความจำอย่างเดียว (Memory function Transponder) Tags ชนิดนี้จะมีตั้งแต่ชนิดที่ใช้อ่านอย่างเดียวจนถึงมีความสามารถสูง (High end Tran-sponder) โดยหน่วยความจำที่ใช้จะมีตั้งแต่ RAM, ROM, EEPROM หรือ FRAM และส่วนของ การเชื่อมต่อทาง HF สำหรับสร้างพลังงานเพื่อใช้งานใน Tags

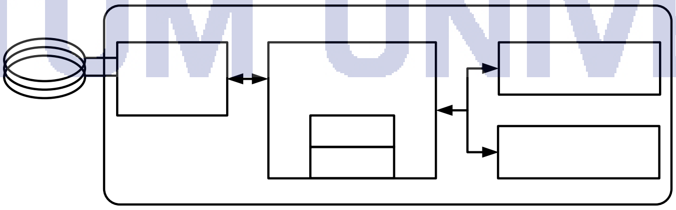


ภาพประกอบ 2.16 สถาปัตยกรรมของ Tags ชนิดมีหน่วยความจำ

ในภาพประกอบ 2.16 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ การเชื่อมต่อทาง HF จะมีวงจรคล้องสัญญาณเรคติ-ไฟเออร์ สัญญาณนาฬิกาและวงจรผสม/ถอดข้อมูล Modulation/Demodulation)วงจรของการเชื่อมต่อทาง ความถี่สูง(HF) จะเป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับเครื่องอ่านและเป็นวงจรในการสร้างพลังงานที่เป็นแรงดันไฟฟ้า (VCC) ขึ้นมาเพื่อใช้ในการทำงานของTagในส่วนของแอดเดรส และซีเคียวริตี้ลอจิก จะเป็นส่วนในการคำนวณทางตรรก (logic) ในส่วนนี้จะมีหัวใจสำคัญคือ สเตทแมชชีน ทำหน้าที่ประมวลผลในการคำนวณเหมือนไมโครโปรเซสเซอร์แต่มีขีดจำกัดในการทำงาน ไม่สามารถทำฟังก์ชั่นที่ซับซ้อนได้ และในส่วนนี้ยังทำหน้าที่ในการติดต่อกับหน่วยความจำเพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูลที่ได้รับมาจากเครื่องอ่านได้ นอกจากนี้ยังมีฟังก์ชั่นรักษาข้อมูลความลับ (Security) โดยสามารถกำหนดรหัสส่วนตัวเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตสามารถอ่านข้อมูลจาก Tags ได้

Tags ชนิดไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor Transponder)

Tags ชนิดนี้จะมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหัวใจในการประมวลผลสามารถทำฟังก์ชั่นที่ซับซ้อนได้ ดังนั้นจึงสามารถถูกนำไปประยุกต์ใช้งานที่กว้างขวางและเป็นTagชนิดที่ใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน

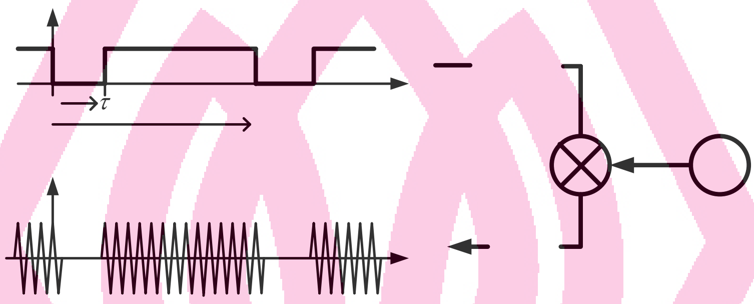


ภาพประกอบ 2.17 บล็อกไดอะแกรมของ Tag ชนิดไมโครโปรเซสเซอร์

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

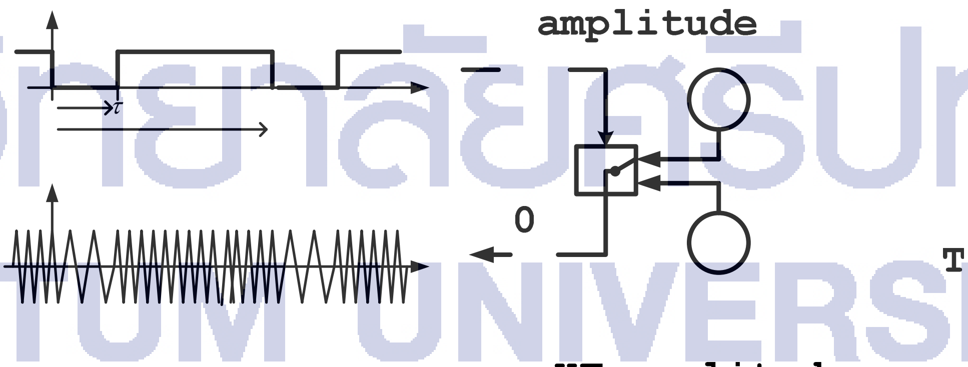
การผสมข้อมูลแบบดิจิตอล (Digital Modulation Procedure) จากหลักการพื้นฐานของ RFID คือใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการสื่อสารรับส่งข้อมูล ก่อนการสื่อสารจะต้องมีกระบวนการการผสมข้อมูลที่เข้ารหัสไว้แล้วไปกับคลื่นพาหะ (Modulation) แต่เนื่องจากลักษณะข้อมูลเป็นดิจิตอลจึงต้องใช้วิธีการผสมแบบดิจิตอลซึ่งจะแตกต่างจากการผสมแบบอนาล็อกที่ใช้กันอยู่หลายระบบในปัจจุบัน เช่น FM และ AM การผสมข้อมูลแบบดิจิตอลมี 3 วิธีดังนี้

1. Amplitude Shift Keying (ASK) เป็นการผสมข้อมูลโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงของยอดคลื่นพาหะ (Amplitude) เป็นตัวแสดงลักษณะข้อมูลโดยความถี่ของคลื่นพาหะไม่เปลี่ยนแปลง ดังแสดงนภาพประกอบ 2.19



ภาพประกอบ 2.18 การเปลี่ยนแปลงสถานะความถี่ข้อมูลของ ASK

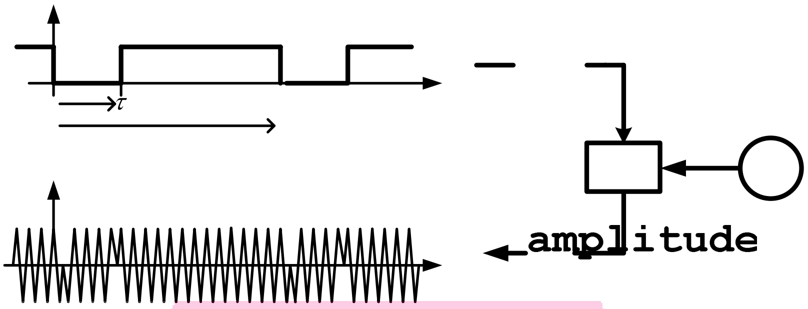
2. Frequency Shift Keying (2 FSK) วิธีนี้จะอาศัยหลักการการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นพาหะระหว่าง 2 ความถี่ขึ้นอยู่กับสถานะข้อมูล 0 กับ 1 โดยความสูงของยอดคลื่น (Amplitude) ไม่เปลี่ยนแปลง ดังแสดงในภาพประกอบ 2.19



ภาพประกอบ 2.19 การเปลี่ยนแปลงสถานะความถี่ของคลื่นข้อมูลของ 2FSK

2 Phase Shift Keying (2PSK) วิธีนี้จะใช้หลักการการเปลี่ยนเฟสของลูกคลื่นเป็นตรงกันข้าม เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะของข้อมูลดังแสดงในภาพประกอบ 2.20

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



ภาพประกอบ 2.20 การเปลี่ยนแปลงสถานะความถี่ของคลื่นข้อมูลของ PSK

ความถี่ของคลื่นพาหะที่นิยมใช้งานในย่านความถี่ต่ำ ย่านความถี่ปานกลาง และย่านความถี่สูงก็คือ 125 kHz, 13.56 MHz และ 2.45 GHz ตามลำดับดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ความถี่ของคลื่นพาหะที่นิยมใช้งานในย่านต่าง ๆ

ย่านความถี่	**คุณลักษณะ**	**การใช้งาน**
1. ย่านความถี่ต่ำ 100-500 kHz ความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไปคือ 125 kHz	-ระยะการรับส่งข้อมูลใกล้ -ต้นทุนไม่สูง -ความเร็วในการอ่านข้อมูลต่ำ -ความถี่ในย่านนี้เป็นที่แพร่หลายทั่วโลก	-Access Control -ปศุสัตว์ -ระบบคงคลัง -รถยนต์
2. ย่านความถี่กลาง 10-15 MHz ความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไปคือ 13.56 MHz	-ระยะการรับส่งข้อมูลปานกลาง -ราคามีแนวโน้มถูกลงในอนาคต -ความเร็วในการอ่านข้อมูลปานกลาง -ความถี่ในย่านนี้เป็นที่แพร่หลายทั่วโลก	-Access Control -สมาร์ทการ์ด
3. ย่านความถี่สูง 850-950 MHz 2.4-5.8 GHz ความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไปคือ 2.45 GHz	-ระยะการรับส่งข้อมูลไกล (10 เมตร) -ความเร็วในการอ่านข้อมูลสูง -ราคาแพง	-รถไฟ -ระบบเก็บค่าผ่านทาง

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศูนย์วิจัยแห่งชาติ ลอส อลามอส ประเทศสหรัฐอเมริกา นำ RFID มาใช้ติดตามวัตกรรมนิวเคลียร์ให้กับกระทรวงพลังงาน ด้วยนำเอาป้าย (Tag) ติดกับรถบรรทุก และติดเครื่องอ่านไว้ที่ประตูทางเข้า-ออกภายในศูนย์วิจัย และจากนั้นทีมวิจัยของลอส อลามอสก็ได้แยกตัวมาเปิดบริษัทและนำไปสู่การพัฒนาระบบเก็บค่าทางด่วนอัตโนมัติ

ดร.พงษ์ชัย อธิคมรัตนกุล ผู้อำนวยการศูนย์ความเป็นเลิศด้านโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี อธิบายถึงการจัดการโลจิสติกส์สมัยใหม่ว่า ภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพึ่งพา ระบบเคลื่อนย้าย จัดเก็บ รวบรวม และกระจาย หรือเรียกว่า "โลจิสติกส์" โดยการจัดการในเรื่องนี้เป็นปัญหากันมานาน ระบบ RFID เป็นนวัตกรรมใหม่ที่ช่วยบริหารงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวดเร็ว และทำให้ผู้ประกอบการสามารถแข่งขันได้ ในสภาวะการที่ตลาดเปลี่ยนแปลงไป เพราะลูกค้ามีความหลากหลาย ไม่ซื้อของคราวละมาก ๆ อีกทั้งมีโอกาสเลือกมากขึ้นเหนือกว่าผู้ผลิต

ดร.ชยกฤต เจริญศิริวัฒน์ ผู้อำนวยการโรเซ็ตต้าเน็ต ประเทศไทย เนคเทค ให้ความเห็นว่า จากสถานการณ์ของต้นทุนด้านโลจิสติกเมืองไทยแม้จะมีแนวโน้มที่ลดลงจาก 21% เหลือ 16% ของราคาสินค้า แต่ก็ยังสูงกว่าสหภาพยุโรป ญี่ปุ่น อินเดีย และสหรัฐฯ ผนวกกับการที่ไทยเข้าสู่องค์การค้าโลก ทำให้ผู้ประกอบการส่งออกเริ่มถูกมาตรการณ์กีดกันทางการค้า อาทิ ภาษีนำเข้า มาตรการด้านความปลอดภัย จึงจำเป็นที่ต้องนำเอาเทคโนโลยี RFID เข้ามาใช้ เพื่อเปิดโอกาสให้ต่างชาติตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability) หาที่มาสินค้าเท่ากับว่าเป็นการเพิ่มการมองเห็น หรือ Visibility ของผู้นำเข้าสินค้า

ระบบเก็บค่ารถโดยสารไฟฟ้ามหานครด้วยตั๋ว RFID

รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) และบริษัทไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ได้นำเทคโนโลยี RFID มาเก็บค่ารถโดยสารไฟฟ้ามหานคร ในรูปแบบบัตรอเนกประสงค์ชนิดไร้สัมผัส หรือเรียกว่าเหรียญโดยสารของรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล หรือสายสีน้ำเงินระยะแรกหัวลำโพง-บางซื่อ คนทั่วไปเรียกว่า รถไฟฟ้าใต้ดิน

ระบบห้องสมุอัจฉริยะ

หอสมุด ป๋วย อึ๊งภากรณ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ได้ใช้เทคโนโลยีระบุข้อมูล (RFID) มาช่วยในการตรวจสอบหนังสือ ยืม-คืนและการจัดวางหนังสือบนชั้น ทำให้ผู้ใช้ได้รับการบริการที่รวดเร็วและสะดวกขึ้น

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ระบบการจัดฟาร์มเลี้ยงสัตว์อัตโนมัติ

บริษัท SPM Feed Mill จำกัด อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี ได้นำระบบ RFID มาใช้จัดการในระบบควบคุมการให้อาหารแม่พันธ์หมูในฟาร์ม เพื่อลดต้นทุนและทำให้แม่พันธ์หมูมีสุขภาพที่ดีไม่อ้วนหรือผอมเกินไป

ระบบที่จอดรถ

ศูนย์การค้าฟิวเจอร์พาร์ครังสิต อ.ธัญญบุรี จ.ปทุมธานี นำระบบ RFID มาช่วยควบคุมการเข้า ออกอาคารของรถลูกค้าที่เข้าไปใช้บริการในห้าง ทำให้สะดวกและรวดเร็วแล้วยังป้องกันการโจรกรรมรถยนต์อีกด้วย

ระบบควบคุมการเข้า-ออกอาคารสำนักงาน

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ มีการนำ RFID มาเป็นอุปกรณ์ช่วยควบคุมการเข้า-ออกอาคารเนคเทค ทำให้สะดวก รวดเร็วและปลอดภัยในการเข้า-ออกอาคารสามารถตรวจสอบได้ว่าใครเข้า-ออกอาคารเวลาใดบ้างและในแต่ละวันมีคนเข้า-ออกเท่าไร

ระบบการตรวจสอบติดตามและตรวจสอบย้อนกลับสินค้า

บริษัท Westem Digital (ประเทศไทย) จำกัด ผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน อ.บางปะอิน จ.อยุธยา ได้ร่วมกับเขตปลอดอากร (Free Zone Division) กรมศุลกากร นำป้าย RFID มาใช้ในการปิดล็อกประตูสินค้าเก็บข้อมูลและบันทึกความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดเส้นทางการขนส่ง และสินค้าที่ได้รับการยกเว้นภาษีเพื่อการส่งออกจากกรมศุลกากรต้องมีการควบคุมเส้นทางการขนส่งอย่างข้มงวด ทำให้มั่นคงและสะดวกปลอดภัยในกระบวนการขนส่ง

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมีนโยบายที่จะพัฒนาทะเบียนรถอัจฉริยะที่ติดตั้งเทคโนโลยี RFID โดยเป็นความร่วมมือระหว่างเนคเทค ซอฟต์แวร์ปาร์ค ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) และบริษัท ไอแดนทิไฟ ร่วมกันพัฒนาต้นแบบชิพติดเครื่องยนต์เพื่อใช้กับระบบทางด่วนแบบใหม่ ที่สามารถคำนวณราคาร่วมค่าบริการทางด่วน โดยใช้บัตรเงินสดติดชิป RFID โดยไม่ต้องต่อจอดรถต่อคิวเสียค่าทางด่วน

กรอบแนวคิดการวิจัย

RFID กำลังกลายเป็นสิ่งที่คนทั้งโลกต้องติดตาม เมื่อมีการประยุกต์ใช้ในการค้าระหว่างประเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านความมั่นคงปลอดภัย โดยเฉพาะเมื่อธุรกิจค้าปลีกรายใหญ่ของ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

โลกหลายรายได้มีการใช้งาน RFID อย่างจริงจัง รวมทั้งรัฐบาลสหรัฐและหลายๆประเทศได้ผลักดันให้มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เพื่อให้เกิดมาตรฐานกลางขึ้น สามารถใช้งานร่วมกันได้ทั่วโลก

การพัฒนามาตรฐานระหว่างประเทศสำหรับการใช้งาน RFID มีหลายองค์กร หลายกลุ่ม ได้พยายามพัฒนามาตรฐานระหว่างประเทศขึ้น ได้แก่ ISO (http://www.iso.org) EPCglobal (http://www.epcglobalinc.org) AIM Global (http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/) Global Data Synchronization Network (http://www.uccnet.org/PressRoom/GDSN.html) และ Ubiquitous ID Centre (http://www.uidcenter.org) โดยที่มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับ RFID มีการกำหนดไว้ 4 ด้าน ดังนี้

- มาตรฐานด้านเทคโนโลยี (Technology)
- มาตรฐานรูปแบบของข้อมูล (Data format)
- มาตรฐานวิธีการทดสอบ (Conformance)
- มาตรฐานการใช้งาน (Applications)

จากแนวคิดเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงศึกษาในการนำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลืองโดยการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร เพื่อเป็นประหยัดพลังงานไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ ออกแบบระบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารโดยใช้บัตรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1) เพื่อนำ เทคโนโลยี RFID ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร

2) เพื่อประยุกต์ใช้ เทคโนโลยี RFID ในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

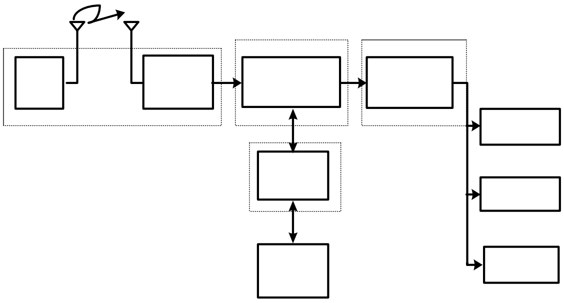
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและวิธีการที่มีผู้เสนอไว้แล้ว
2. ออกแบบและประยุกต์การใช้ชุดอ่านบัตร RFID
3. ออกแบบวงจร Control Switch ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า
4. ออกแบบวงจรควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าโดย RFID ACCESS CARD
5. ทดสอบโปรแกรมด้วย RFID ACCESS CARD
6. วิเคราะห์ข้อมูล
7. สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ออกแบบโครงสร้างของระบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารโดยใช้บัตรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ มีส่วนประกอบ 4 ส่วนดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.1

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



ภาพประกอบ 3.1 โครงสร้างของระบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารโดยใช้บัตรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

โครงสร้างของระบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารโดยใช้บัตรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ดัง ภาพประกอบ 3.1 มีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ชุดอ่านบัตร RFID ประกอบด้วย ตัวส่ง (Tag) และ ตัวรับ (RFID Reader)

ส่วนที่ 2 ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

ส่วนที่ 3 อุปกรณ์ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์

ส่วนที่ 4 สวิตช์ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

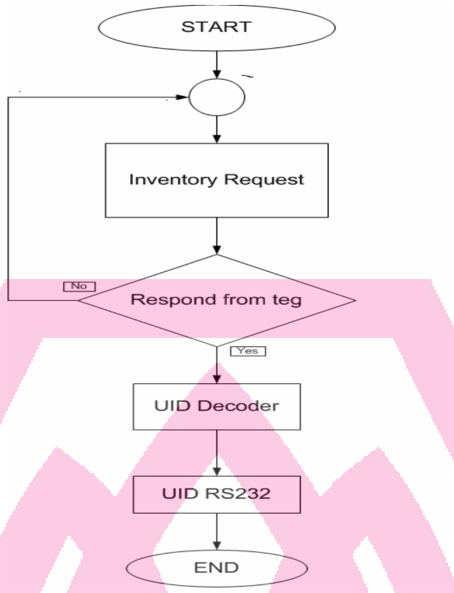
การออกแบบและการประยุกต์ใช้ชุดอ่านบัตร RFID

ชุดอ่านบัตร RFID เป็นชุดที่ใช้ในการอ่านรหัสประจำตัวบัตรแล้วส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการประมวลผลและทำการสั่งงานไปยังชุดควบคุมสวิตช์ เพื่อตรวจสอบรหัสประจำตัวบัตรว่ารหัสถูกต้องหรือไม่ มีส่วนแสดงผลคือ LED และ Display ให้ทราบผลการทำงาน หัวอ่านบัตร RFID ใช้ชุดหัวอ่าน ProxID GP-8

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ภาพประกอบ 3.2 หัวอ่านบัตร RFID รุ่น ProxID GP-8

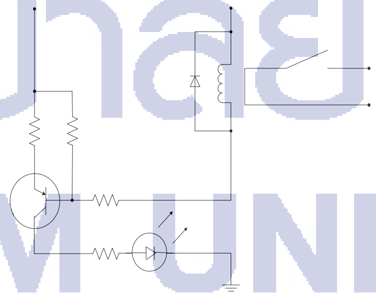
ผังการทำงานของชุดอ่านบัตร



ภาพประกอบ 3.3 โครงสร้างการทำงานการสื่อสารระหว่างเครื่องอ่าน (Reader) กับ Tags

วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า (Control Switch)

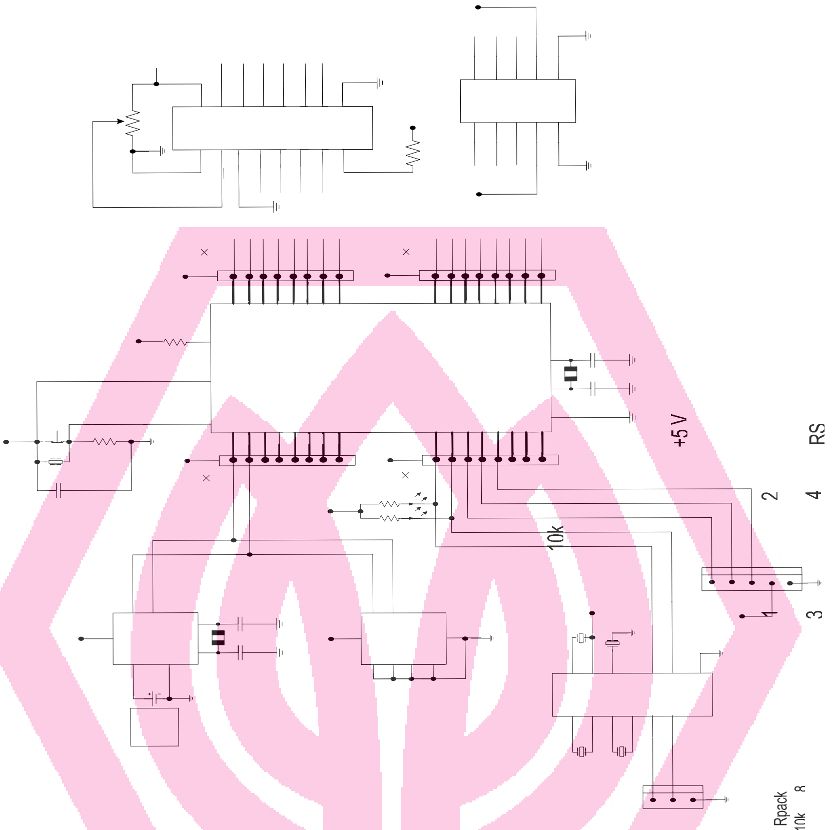
เมื่อไมโครคอนโทรเลอร์ทำการประมวลผลแล้วก็จะทำการส่งข้อมูลไปยังวงจร Control Switch โดยวงจร Control Switch ทั้ง 5 ชุด จะทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด-ปิดประตู หลอดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศ ดังแสดงในภาพประกอบ 3.4 สำหรับควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อสั่งให้วงจร Control Switch ทำงาน โดยที่ Relay$_1$จะถูกต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ Relay$_2$ จะถูกต่อเข้ากับ P2.1, Relay$_3$ จะถูกต่อ เข้า P2.2, Relay$_4$ จะถูกต่อเข้าที่ P2.3 และRelay$_5$ จะถูกต่อเข้าที่ P2.4



ภาพประกอบ 3.4 วงจรควบคุมสวิตช์การเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

วงจรควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าโดย RFID ACCESS CARD



ภาพประกอบ 3.5 วงจรควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าโดย RFID Access Card

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ชุดอ่านบัตร RFID
- RFID Access Card
- ตัวส่ง (Tag)
- ตัวรับ (RFID Reader)
- ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
- เครื่องคอมพิวเตอร์
- เครื่องวัด Spectrum Analyzer Anritsu Model: S332D

การรวบรวมข้อมูล

ผลการทดลองของวงจรและการทดสอบ จากเครื่องวัด Spectrum Analyzer Anritsu Model: S332D โดยแสดงผลเป็นรูปความถี่และแสดงผลการทำงานในการปิด-เปิดประตู-เครื่องปรับอากาศ ด้วย จอ LCD

มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้โปรแกรม RFID ACCES CARD และภาษา C โดยวิเคราะห์จาก

1. แสดงการอ่านรหัสบัตรที่อ่านได้บนจอ LCD
2. แสดงสถานะการปลดล็อคประตูโดยแสดงผลทาง LED

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

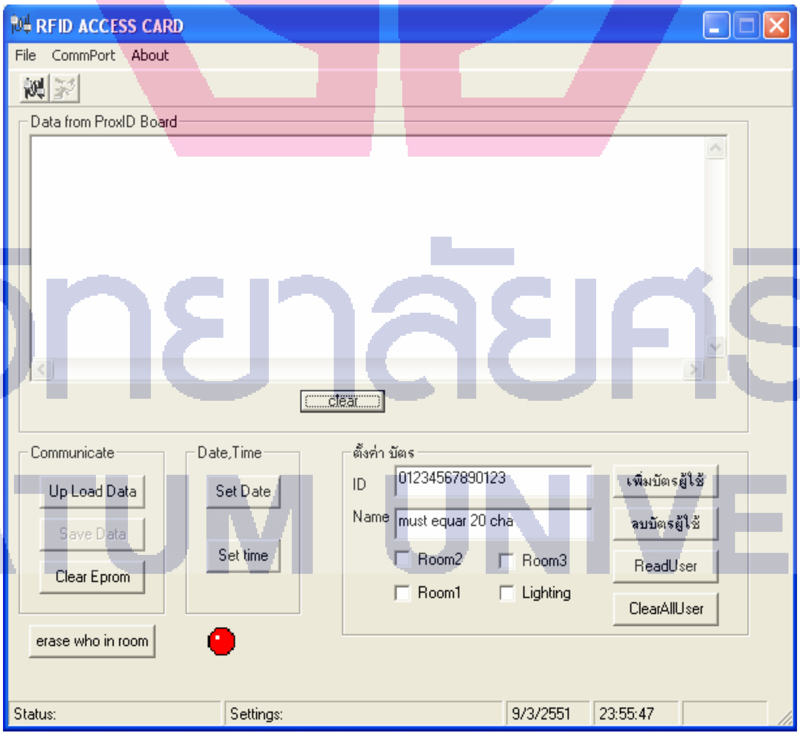
บทที่ 4
การวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) นำเทคโนโลยี RFID ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร 2) ประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID ในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังกล่าว ดังนี้

1. การทดสอบชุดอ่านบัตร RFID
2. ขั้นตอนการทดสอบการควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้า
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การทดสอบชุดอ่านบัตร RFID

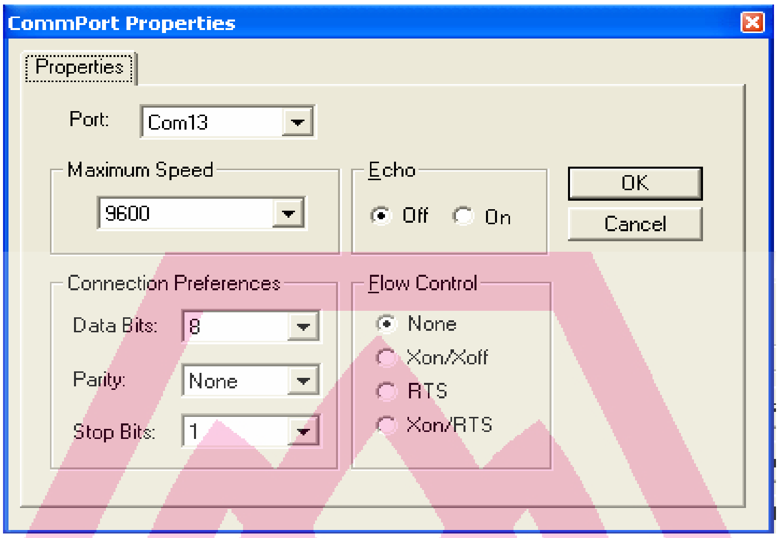
1) เปิดโปรแกรม RFID ACCES CARD



ภาพประกอบ 4.1 โปรแกรม RFID ACCESS CARD

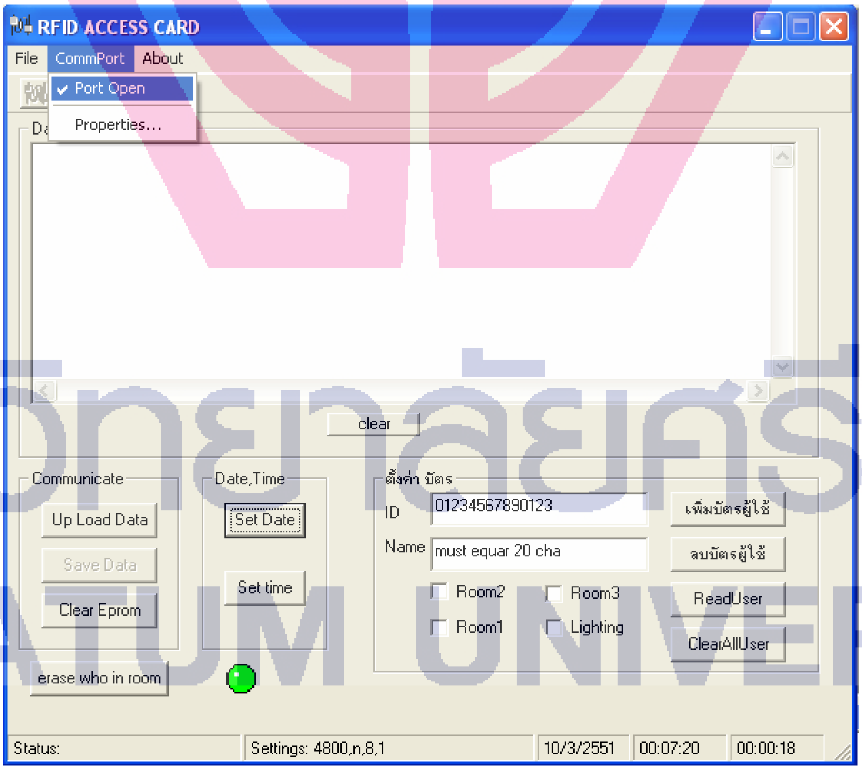
มหาวิทยาลัยศรีปทุม SRIPATUM UNIVERSITY

2) เลือกพอร์ทและเลือกความเร็วในการติดต่อสื่อสาร



ภาพประกอบ 4.2 การเลือกพอร์ทและความเร็วในการติดต่อสื่อสาร

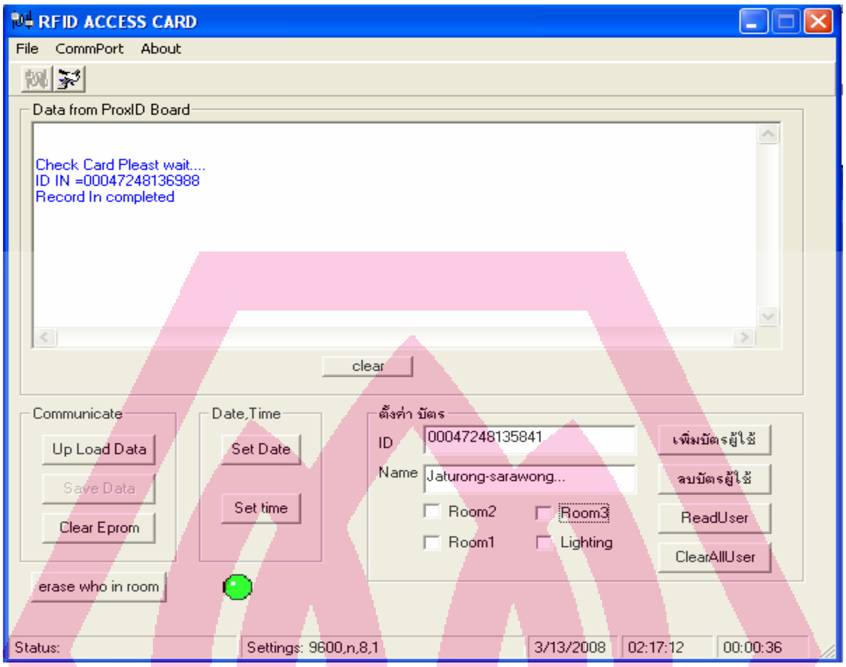
3) เปิดพอร์ทในการติดต่อสื่อสาร



ภาพประกอบ 4.3 การเปิดพอร์ทในการติดต่อสื่อสาร

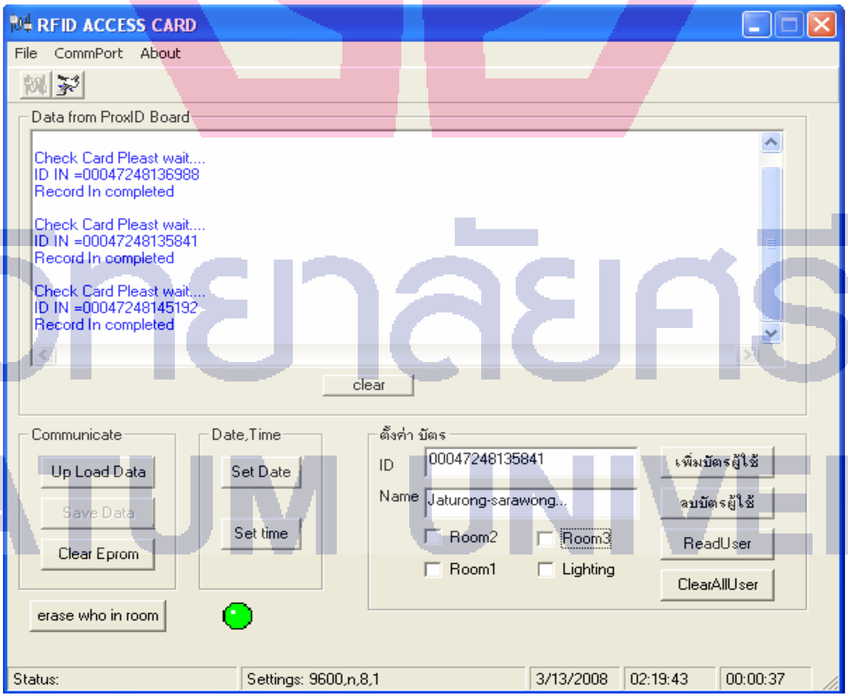
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

4) ทาบบัตร RFID จะเห็นรหัสบัตร



ภาพประกอบ 4.4 รหัสบัตรที่รับเข้าที่คอมพิวเตอร์

5) ทาบบัตรอีกสองใบจะเห็นข้อมูลรหัสบัตรที่ทาบอีกสองใบ



ภาพประกอบ 4.5 รหัสบัตรที่ทาบเข้ามาอีกสองใบ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ขั้นตอนการทดสอบการควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้า

1) ทำการเปิดสวิทซ์จะแสดงสถานะพร้อมใช้งานของชุดควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้าดังภาพประกอบ 4.6

ภาพประกอบ 4.6 ชุดควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้า สถานะพร้อมใช้งาน

2) ทำการทาบบัตรใบที่หนึ่ง โดยให้ผู้ใช้ในโซนที่หนึ่งเป็นผู้ทาบบัตร หลังจากการทาบบัตรแล้ว LCD จะแสดงผลโดยจะแสดงรหัสบัตรดังภาพประกอบ 4.7 และ LED ที่แสดงสถานะเปิด-ปิดประตูจะแสดงผล ON โดยจะแสดงผลประมาณ 3 วินาที ดังภาพประกอบ 4.8 หลังจากนั้น LED ที่แสดงสถานะของไฟและเครื่องปรับอากาศ ส่วนกลางและ LED ที่แสดงสถานะไฟของโซนที่หนึ่งจะ ON ดังภาพประกอบที่ 4.7

ภาพประกอบ 4.7 การอ่านรหัสบัตรที่อ่านได้บนจอ LCD

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ภาพประกอบ 4.8 สถานะการปลดล็อคประตูโดยแสดงผลทางLED

ภาพประกอบ 4.9 การเปิดไฟ - เครื่องปรับอากาศส่วนกลางและไฟโซนที่หนึ่ง

3) ทำการทาบบัตรใบที่สอง โดยให้ผู้ใช้ในโซนที่สองเป็นผู้ทาบบัตรที่หน้าจอ LCD จะแสดงผลโดยจะแสดงรหัสบัตรดังภาพประกอบ 4.10 และ LED ที่แสดงสถานะเปิด-ปิดประตูจะแสดงผล ON ประมาณ 3 วินาทีแล้ว LED จะดับ หลังจากนั้นLEDที่แสดงสถานะไฟของโซนที่สองจะ ON เพิ่มขึ้นมาดังภาพประกอบที่ 4.11

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ภาพประกอบ 4.10 การอ่านรหัสบัตรใบที่สองที่อ่านได้บนจอ LCD

ภาพประกอบ 4.11 สถานะของไฟโซนที่สองที่เปิดเพิ่มขึ้นมา

4) ทำการทาบบัตรใบที่สาม โดยให้ผู้ใช้ในโซนที่สามเป็นผู้ทาบบัตรที่หน้าจอ LCD จะแสดงผลโดยจะแสดงรหัสบัตรดังภาพประกอบ 4.12 และ LED ที่แสดงสถานะเปิด-ปิดประตูจะแสดงผล ON ประมาณ 3 วินาทีแล้ว LED จะดับ หลังจากนั้น LED แสดงสถานะไฟของโซนที่สามจะ ON ดังภาพประกอบที่ 4.13

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ภาพประกอบ 4.12 การอ่านรหัสบัตรใบที่สามที่อ่านได้บนจอ LCD

ภาพประกอบ 4.13 สถานะของไฟโซนที่สามที่เปิดเพิ่มขึ้นมา

5) เมื่อผู้ใช้คนที่หนึ่งต้องการที่จะออกจากห้องโดยนำบัตรมาทาบ LED ที่แสดงสถานะ การปลดล็อคประตูจะ ON แล้วก็จะดับ และจากนั้นไฟของโซนที่หนึ่งก็จะดับดังภาพประกอบ 4.14 โดยที่ไฟและเครื่องปรับอากาศส่วนกลางและไฟของโซนที่สองและโซนที่สามยังติดอยู่

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ภาพประกอบ 4.14 สถานะของ LED หลังจากผู้ใช้คนที่หนึ่งออกจากห้อง

6) เมื่อผู้ใช้คนสุดท้ายออกจากห้องไฟก็จะดับหมด โดยที่ไฟและเครื่องปรับอากาศส่วนกลางจะดับเมื่อผู้ใช้คนสุดท้ายออกจากห้องดังภาพประกอบที่ 4.15

ภาพประกอบ 4.15 สถานะของ LED หลังจากผู้ใช้คนสุดท้ายออกจากห้อง

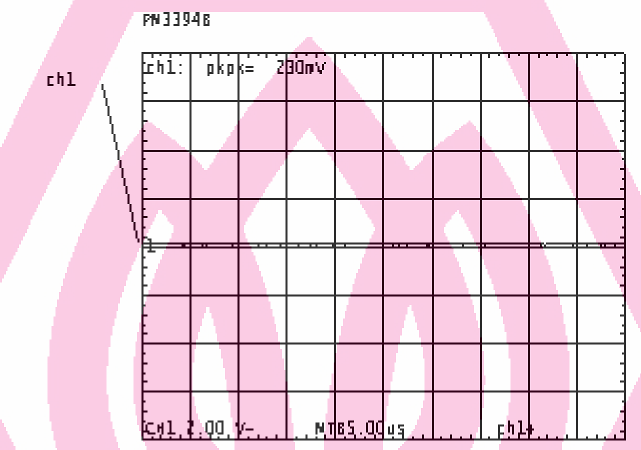
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวัดการกระจายคลื่น RFID ในการควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร โดยเครื่องวัด Spectrum Analyzer Anritsu Model : S332D ดังนี้

1. การรอการอ่าน ID Code จาก Smart Card

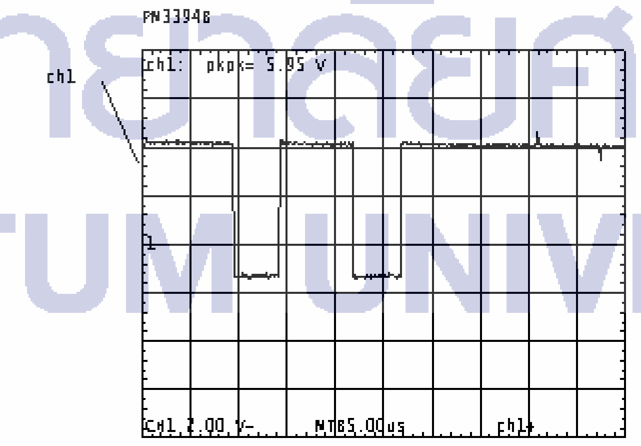
สามารถวัดสัญญาณ Output Controller ของ CPU P89V51 เมื่ออยู่สถานะ Stand by รอการอ่าน ID Code จาก Smart Card ดังภาพประกอบ 4.16



ภาพประกอบ 4.16 สัญญาณ Output Controller ของ CPU P89V51 เมื่ออยู่สถานะ Stand by

2. การอ่าน ID Code จาก Smart Card

สามารถวัดสัญญาณ Output Controller ของ CPU P89V51 เมื่ออยู่สถานะ Operate และอ่าน ID Code จาก Smart Card ดังภาพประกอบ 4.17

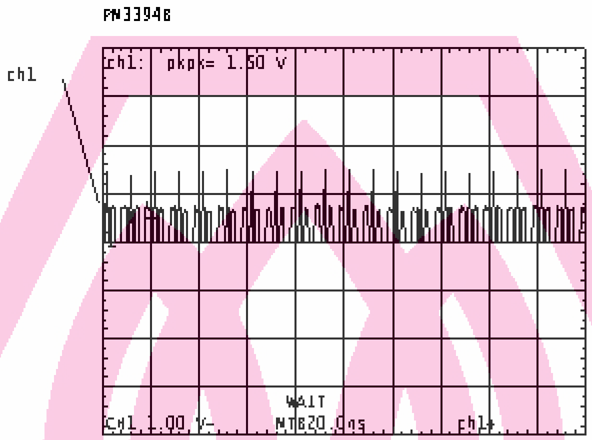


ภาพประกอบ 4.17 สัญญาณ Output Controller ของ CPU P89V51 เมื่ออยู่สถานะ Operate

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

3. การอ่าน ID Code จาก Smart Card

สามารถวัดสัญญาณ Output ของ RFID Module Reviver เมื่ออยู่สถานะ Operate และอ่าน ID Code จาก Smart Card ซึ่งเมื่ออ่านได้แล้วจะส่งค่าที่ได้เข้าทำการประมวลผลที่ CPU P89V51 และเมื่อประมวลผลเสร็จแล้วจะส่ง output Logic ให้กับชุด Interface เพื่อนำไปควบคุมอุปกรณ์ที่ต้องการต่อไป ดังภาพประกอบ 4.18



ภาพประกอบ 4.18 สัญญาณ Output ของ RFID Module Reviver เมื่ออยู่สถานะ Operate และอ่าน ID Code จาก Smart Card

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) นำเทคโนโลยี RFID ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร 2) ประยุกต์ใช้ เทคโนโลยี RFID ในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ คือ

- ชุดอ่านบัตร RFID
- RFID Access Card
- ตัวส่ง (Tag)
- ตัวรับ (RFID Reader)
- ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
- เครื่องคอมพิวเตอร์
- เครื่องวัด Spectrum Analyzer Anritsu Model : S332D

ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบสนองตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังกล่าว ดังนี้

1. สามารถนำเทคโนโลยี RFID ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารได้
2. สามารถประยุกต์ใช้ เทคโนโลยี RFID ในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารได้

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้โปรแกรม RFID ACCES CARD เขียนด้วยภาษา C และผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวัดสัญญาณด้วยเครื่องวัด Spectrum Analyzer Anritsu Model : S332D แสดงผลเป็นรูปความถี่ และแสดงผลการทำงานในการปิด-เปิดประตูหรือเครื่องปรับอากาศด้วยจอ LCD ซึ่งแสดงผลการทำงานในแต่ละโซนด้วย LED

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผลของการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังนี้

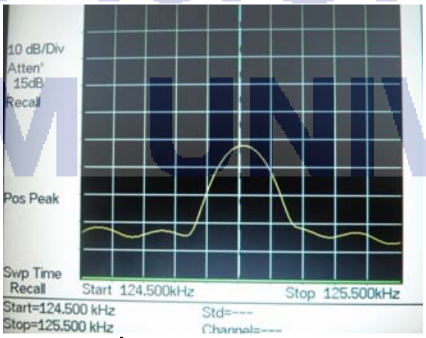
ในระบบชี้เฉพาะอัตโนมัติแบบไร้สาย ระบบนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์สองส่วน คือ ส่วนเครื่องอ่าน (Reader) และส่วนป้ายชื่อ (Tag) โดยการทำงานนั้นเครื่องอ่านจะทำหน้าที่จ่ายกำลังงานคลื่นความถี่วิทยุให้กับตัวบัตร ยังผลให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในสามารถส่งข้อมูลจำเพาะที่แสดงถึง "Identity" กลับมาประมวลผลที่ตัวอ่านได้

ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้ RFID มีหลักการทำงานโดยเริ่มจาก Tags จะทำการติดต่อกับเครื่องอ่านบัตร RFID และเครื่องอ่านบัตร RFID จะนำค่าที่ได้ไปผ่านชุดไมโครคอนโทรเลอร์จะทำการประมวลผล ถ้าได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง ชุดไมโครคอนโทรเลอร์จะทำการแสดงผลทางหน้าจอ LCD และไปสั่งงานให้ รีเลย์ทำงาน ให้ LED แสดงผลแทนการเปิดประตู เปิดไฟ เปิดเครื่องปรับอากาศ และระบบจะทำการเก็บข้อมูลของผู้ใช้ที่เข้าและออกเอาไว้ ในการออกแบบระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้ RFID ต้องการที่จะสร้าง เครื่องควบคุม RFID ให้มีการติดต่อสื่อสารในระยะที่ไกล ๆ

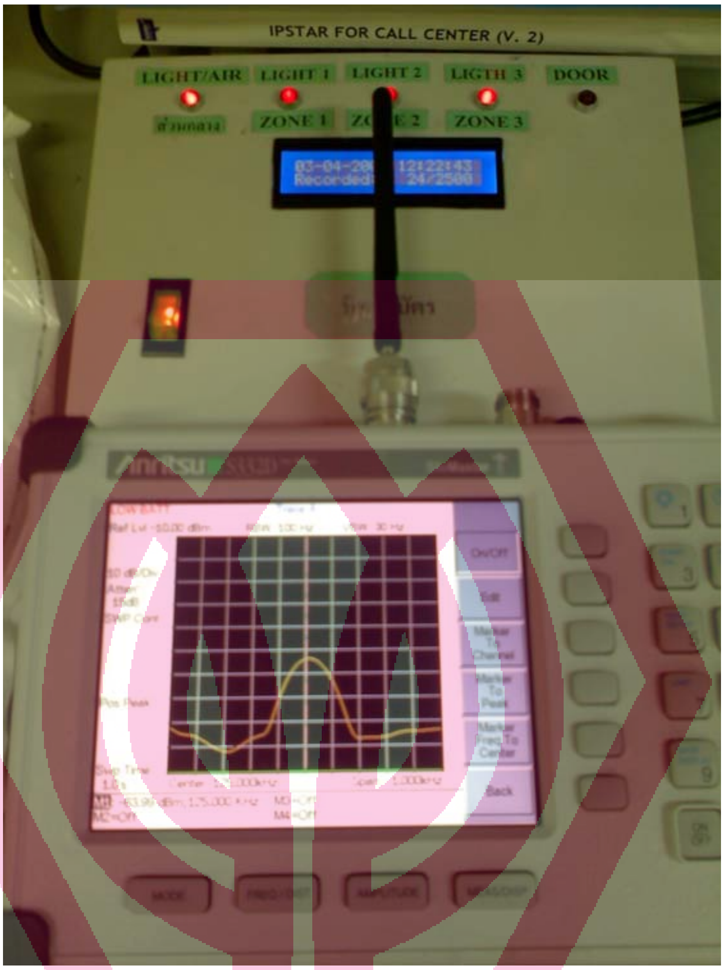
เครื่องอ่านบัตร RFID ที่สามารถติดต่อสื่อสารได้ระยะไกล ๆนั้นมีข้อจำกัด มีราคาค่อนข้างสูงมาก จึงจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องอ่านบัตร RFID ที่สามารถติดต่อได้ในระยะใกล้ลง ซึ่งเครื่องอ่านบัตรRFID ที่สร้างขึ้นนี้มีราคาที่ถูกกว่า เครื่องอ่านบัตร RFIDแบบที่ติดต่อสื่อสารได้ระยะไกล ประมาณ 5 เท่า

ผลการตรวจวัดการกระจายคลื่น RFID จากเครื่องวัด Spectrum Analyzer Anritsu Model : S332Dโดยวัดระดับสัญญาณผ่านสายอากาศของเครื่องวัด Spectrum Analyzer ที่ Gain : 5 dB ของเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารโดยใช้บัตรเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ที่สร้างขึ้นขณะอุปกรณ์ RFID ทำงานมีคุณสมบัติและ Gain ดังภาพประกอบที่ 5.1 และสัญญาณที่วัดได้ขณะควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารขณะทำงานดังภาพประกอบที่ 5.2

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY



ภาพประกอบ 5.1 สัญญาณที่วัดได้จากเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารโดยใช้บัตรเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ที่สร้างขึ้น



ภาพประกอบที่ 5.2 สัญญาณที่วัดได้ขณะควบคุมการเปิด-ปิดประตูและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารขณะทำงาน

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

การอภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานในการนำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหา การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลือง ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร เปิด-ปิดประตู เพื่อการประหยัดพลังงานนั้น ในการออกแบบระบบ RFID จะใช้ Tags เป็นตัวควบคุมการเปิด- ปิดประตูและควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารนั้น ผู้วิจัยได้ค้นพบหลังจากที่ได้ทดสอบตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ พบว่า การนำระบบ RFID มาใช้ในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารและควบคุมการเปิด-ปิดประตู นั้น เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อนำผลมาวิเคราะห์หาแนวทางการประหยัดพลังงานในอาคาร โดยการวิเคราะห์การเปิด- ปิดประตูและควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร จากผู้อาศัยในอาคาร ซึ่งจะต้องพิจารณาจากเครื่องอ่านบัตร RFID ดังนี้

1. ตัวอ่านข้อมูลจะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาตลอดเวลา และคอยตรวจจับว่ามี Tags เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือไม่ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือการคอยตรวจจับว่ามีการมอดูเลตสัญญาณเกิดขึ้นหรือไม่

2. เมื่อมี Tags เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้า Tags ได้รับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อให้ Tags เริ่มทำงานและจะส่งข้อมูลในหน่วยความจำที่ผ่านการมอดูเลตกับคลื่นพาหะแล้วออกมาทางสายอากาศที่อยู่ภายใน Tags อย่างไร

3. คลื่นพาหะที่ถูกส่งออกมาจาก Tags จะเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูด, ความถี่ หรือเฟส ขึ้นอยู่กับวิธีการใด

4. ตัวอ่านข้อมูลจะตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของคลื่นพาหะที่แปลงออกมาเป็นข้อมูลแล้ว ทำการถอดรหัสเพื่อนำข้อมูลไปใช้งานต่อไปได้หรือไม่

นอกจากระบบบาร์โค้ดพัฒนามาเป็นสมาร์ทการ์ดจนมาถึงระบบ ID Tags ระบบการสื่อสารระหว่าง Controller RFID กับอุปกรณ์ Host ก็ถูกพัฒนาให้ใช้งานได้ง่ายและสะดวกขึ้นมาก ไม่ว่าจะต่อกับ Personal Computer ก็สามารถใช้ Software ในการสื่อสาร โดยตรงกับตัว RFID หรือจะสื่อสารผ่าน PLC โดย PLC จะต่ออยู่กับ RFID Controller ยังสามารถใช้ Software SCADA ดึงค่าผ่านเข้าสู่ระบบการจัดการด้านต่าง ๆ รวมถึงระบบ EPR (Enterprise Resource Planning) ทำให้ผู้ใช้งานสามารถพัฒนาและขยายการใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เช่น รุ่น V720S-CD1D หรือ V720S-CD2D สามารถนำมาใช้งานกับ PLC Omron รุ่น CSI Services หรือ CSI Services โดยผ่านทาง Serial Communicate Unit ในการสั่งอ่านและเขียนค่าจาก Tag จากการสื่อสารของ Tags กับตัวเสาอากาศ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

ในการสร้างชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร โดยใช้บัตรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ผู้วิจัยต้องการสร้างชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถติดต่อสื่อสารที่ไกล แต่เครื่องอ่านบัตร RFID มีข้อจำกัดในการใช้งานในแต่ละย่านความถี่ ไม่สามารถนำไปใช้ในระบบความถี่อื่นได้และ เครื่องอ่านบัตร RFID ที่สามารถอ่านได้ในระยะไกลนั้นมีราคาค่อนข้างสูงมาก และมีแห่งเดียวในประเทศไทยที่มีเครื่องอ่าน RFID ซึ่งสามารถอ่านได้ไกลถึง 10 เมตร คือสถาบันอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติเท่านั้น จึงทำให้การวิเคราะห์กาวิจัยในครั้งนี้ใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารได้ในระยะใกล้เท่านั้น

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ปัญหาที่ยังต้องการพัฒนาต่อไปของระบบ RFID ก็คือ เครื่องอ่านของระบบ RFID ในปัจจุบันสามารถอ่านแผ่นป้ายได้เพียงครั้งละแผ่น ซึ่งหมายความว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าจำนวนมากต้องใช้เครื่องอ่านมากกว่า 1 เครื่อง

ในการเลือกใช้คลื่นสัญญาณความถี่ของ RFID เช่นเดียวกัน เนื่องจากหากเลือกใช้ความถี่ช่วง UHF จะทำให้เกิดการใช้งานซ้ำซ้อนกับแบนด์ GSM และหากหลีกเลี่ยงไปใช้ความถี่ในย่าน 2.4 GHz ซึ่งเป็น Free Band ปัญหาเรื่องการใช้ ความถี่ซ้ำซ้อนอาจจะน้อยลง แต่ขณะเดียวกันก็อาจจะทำให้เกิดปัญหากับการใช้งานในส่วนของ Wi-Fi Technology ได้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

สิ่งที่ควรพิจารณาปรับปรุงเกี่ยวกับระบบ RFID อีกประการหนึ่งที่สำคัญคือเกี่ยวกับมาตรฐานของระบบ ปัจจุบันผู้ผลิตต่างก็มีมาตรฐานเป็นของตัวเอง ไม่ว่าจะเป็นความถี่ที่ใช้งานหรือโปรโตคอล (Protocol) ที่ยังไม่สามารถนำแทกส์จากผู้ผลิตรายหนึ่งมาใช้กับตัวอ่านข้อมูลของผู้ผลิตอีกรายหนึ่งหรือในทางกลับกันได้ นี่เป็นอุปสรรคที่สำคัญของการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางอุมาพร ทองรักษ์
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 19 พฤษภาคม 2506
สถานที่เกิด	อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 123/27 ต. บางกระสอ อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ประจำ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ประวัติการศึกษา	คอ.บ. จาก สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศร์ วศ.ม. จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY