

เทคโนโลยี RFID



Radio Frequency Identification Technology
นวัตกรรมแห่งการเพิ่มผลผลิต



OMRON

คำนำ

ในโลกปัจจุบันระยะเวลาของสินค้าที่อยู่ในตลาดมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นผลมาจากความต้องการของผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วเช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่จะมีรุ่นใหม่ ๆ ออกมาตลอดเวลาในโลกของอุตสาหกรรมการผลิตจำเป็นต้องปรับตัวให้ทันกับความเปลี่ยนแปลงต่างๆ เหล่านี้

กระบวนการผลิตในโรงงานจึงมีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนมากขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการผลิตที่บ่อยขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของสินค้าที่หลากหลาย ดังนั้นปัญหาในกระบวนการผลิตมักเกิดปัญหาด้านการใช้ชิ้นส่วนประกอบผิดรุ่น ส่งชิ้นส่วนประกอบผิดไปยังสายการผลิต ติดตามข้อมูลการทดสอบของสินค้าไม่ได้ ขาดข้อมูลในการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

ระบบ RFID จึงเป็นทางออกของปัญหาดังกล่าวได้เป็นอย่างดี และความสามารถของระบบ Radio Frequency ที่มีความสามารถมากกว่าระบบ BarCode จึงทำให้ระบบ RFID เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในแถบประเทศ ยุโรป อเมริกาและญี่ปุ่น

สำหรับประเทศไทย มีบริษัทผู้ผลิตหลายแห่งได้นำเทคโนโลยีนี้ มาใช้งานแล้วเช่น อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุตสาหกรรมรถยนต์ เป็นต้น ทางออมนอนจึงได้จัดทำเอกสารฉบับนี้ขึ้นเพื่อเผยแพร่ความรู้ให้กับผู้สนใจเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานและปรับปรุงระบบการผลิตของท่านในอนาคตต่อไป

บริษัท ออมนอน อิเลคทรอนิกส์ จำกัด

หมายเหตุ: เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของบริษัท ออมนอน อิเลคทรอนิกส์ จำกัด ห้าม
ทำการลอกเลียนแบบหรือเผยแพร่ส่วนหนึ่งส่วนใด เว้นแต่จะได้รับอนุญาต
จากทางบริษัทเป็นลายลักษณ์อักษร

1. บทนำ	4
1.1 ระบบบาร์โค้ด	6
1.2 บาร์โค้ด 2 มิติ (2D code)	7
1.3 Optical Character Recognition (OCR)	8
1.4 Biometric procedure	9
1.5 Smart cards	9
1.6 RFID (Radio frequency identification system)	11
2. ประเภทของระบบ RFID	15
2.1 RFID ที่จำแนกโดยขนาดของหน่วยความจำ	16
2.2 RFID ที่จำแนกโดยลักษณะการคล่องสัญญาณ	18
2.3 RFID ที่จำแนกตามความสามารถของระบบ	20
3. เทคโนโลยีการเข้ารหัสของระบบ RFID (Coding and modulation)	22
3.1 การเข้ารหัส (Coding)	23
3.2 การผสมข้อมูลแบบดิจิทัล (Digital modulation procedure)	25
4. สถาปัตยกรรมของ Tags	27
4.1 Electronic data carriers	28
5. ย่านความถี่ที่ใช้งานและมาตรฐานของ RFID	32
6. คุณสมบัติของระบบ RFID	38
6.1 อ่าน/เขียนโดยไม่ต้องสัมผัส (Contactless)	39
6.2 ทนต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งสกปรก	40
6.3 สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลได้สะดวก	40
6.4 สื่อสารได้ทุกทิศทาง	41
6.5 Tags สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้	42
6.6 RFID Tags มีหลากหลายให้ประยุกต์ใช้งาน	42

6.7 ความสามารถในการทะลุทะลวงของสัญญาณ	44
6.8 สื่อสารได้ระยะไกล	44
6.9 หน่วยความจำขนาดใหญ่	45
6.10 อ่าน/เขียนข้อมูลได้ครั้งละมากกว่า 1 Tags พร้อมกัน	46
6.11 สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่	47
7. RFID กับระบบการสอบกลับ (Traceability control)	48
8. การประยุกต์ใช้งาน RFID	53
8.1 ระบบผสมและตรวจสอบยาอัตโนมัติ	54
8.2 การชั่งน้ำหนักรถบรรทุก	56
8.3 การบริหารสินค้าในคลังสินค้า	56
8.4 การจัดการการใช้งานแม่พิมพ์	57
8.5 การใช้งานการจัดการกระบวนการผลิตของเซมิคอนดักเตอร์	58
8.6 ระบบ Automatic Guided Vehicle	59
8.7 การควบคุมระบบจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลในอุตสาหกรรม TV และ Montitor	60
8.8 การควบคุมและบันทึกข้อมูลในแต่ละขั้นตอนการผลิต (Progress control)	61
8.9 ลีดคอนโทรลและคอนดิชันคอนโทรลในกระบวนการชุบโลหะ	63

ตอนที่ 1
บทนำ

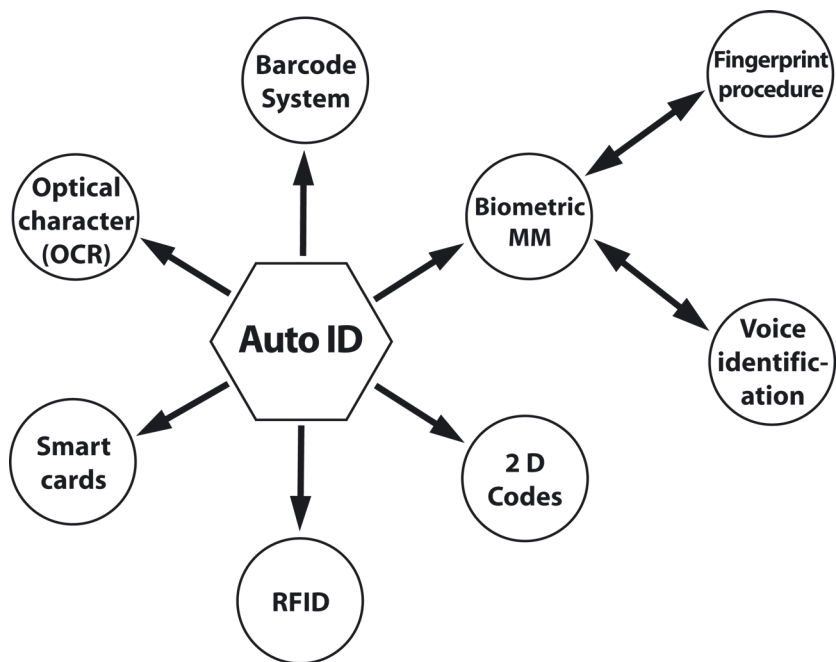
REFID

OMRON ELECTRONIC CO., LTD.

1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้ระบบบ่งชี้อัตโนมัต (Automatic Identification) หรือ Auto ID ถูกนำมาใช้งานและพัฒนาไปอย่างมากทั้งในภาคอุตสาหกรรม โลจิสติกส์ กระบวนการผลิต การขนถ่ายวัตถุดิบ ฯลฯ ระบบ Auto ID จะนำมาใช้ในการจัดเก็บข้อมูล ระบุสถานะของคน สัตว์ สิ่งของ เช่น สินค้า ที่เราให้ความสนใจ

ระบบ Auto ID ที่เป็นที่รู้จักและใช้งานกันแพร่หลายที่สุดคือ ระบบบาร์โค้ด (Barcode System) ซึ่งสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น บนหีบห่อสินค้า หนังสือ หรือบนตัวสินค้า เนื่องจากมีต้นทุนต่อหน่วยที่ต่ำง่ายต่อการใช้งานจึงเป็นเหตุผลให้บาร์โค้ด ถูกนำมาใช้งานมากที่สุด แต่บาร์โค้ดก็มีข้อจำกัดหลายประการได้แก่ จัดเก็บข้อมูลได้จำกัด เสียหาย หรือมีปัญหาระหว่างการอ่านได้ง่าย ระบบ Auto ID ที่เรารู้จัก รองลงมาจากบาร์โค้ดก็คือระบบสมาร์ทการ์ด (Smart Card System) เป็นระบบที่กำลังมีบทบาทอย่างรวดเร็วในปัจจุบันเราจะพบเห็นสมาร์ทการ์ดในรูปแบบของบัตรต่างๆ เช่น บัตรชม ภาพยนตร์ ชิมการ์ดของโทรศัพท์มือถือและบัตรสมาชิกตามคลับต่างๆ โดยใช้แถบแม่เหล็กหรือไมโครชิปในการอ่าน/เขียนข้อมูล มีข้อดีคือสามารถเก็บข้อมูลได้มาก ปลอดภัย แต่เนื่องจากเป็นแถบแม่เหล็ก วิธีการอ่านข้อมูลจากสมาร์ทการ์ดจะต้องใช้วิธีสัมผัสทำให้เกิดการสึกหรอของเครื่องอ่านเมื่อใช้ไปนานๆ ระบบ Auto ID อีกชนิดหนึ่งที่เราจะกล่าวถึงนี้เป็นระบบที่ขจัดข้อเสียของทั้งระบบบาร์โค้ดและสมาร์ทการ์ด เราเรียกระบบนี้ว่า **RFID (Radio Frequency Identification)** เป็นระบบ Auto ID ที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นความถี่วิทยุ เป็นพาหนะในการสื่อสารข้อมูล ในหนังสือเล่มนี้จะเป็นเนื้อหาของระบบ RFID ตั้งแต่พื้นฐาน โครงสร้างการทำงานและการประยุกต์ใช้งาน โดยส่วนแรกจะเป็นการแนะนำระบบ Auto ID ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับ RFID ให้เป็นที่รู้จักกันเสียก่อน



ระบบ Auto ID ที่ใช้ในปัจจุบัน

1.1 ระบบบาร์โค้ด

บาร์โค้ดเป็นระบบ Auto ID ที่ถูกนำมาใช้งานมากที่สุดเมื่อเทียบกับระบบ Auto ID ชนิดอื่น ๆ ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา บาร์โค้ดเป็นระบบไบนารีโค้ด (Binary Code) ประกอบด้วยแท่งสีดำและช่องว่างระหว่างแท่งจะเป็นสีขาวหรือสีพื้น วางขนานกันไปในลักษณะแนวตั้ง การจัดเรียงความกว้างของช่องและความหนาของแท่งสีดำขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลที่ถูกบันทึกลงไปทั้งตัวเลขและตัวอักษรแถบบาร์โค้ดจะถูกอ่านโดยเครื่องอ่านแบบเลเซอร์ (Optical Laser Scanning) ซึ่งอาศัยหลักการการสะท้อนกลับเมื่อยิงแสงเลเซอร์ไปที่แถบบาร์โค้ด โดยการสะท้อนจะแตกต่างกันตามความหนาของแท่งสีดำและความกว้างของช่องว่างระหว่างแท่งนั้น ๆ ในปัจจุบันบาร์โค้ดจะมีชนิดแตกต่างกันอยู่ประมาณ 10 ชนิดแต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดจะเป็นชนิด EAN Code (European - Article Number) ซึ่งญี่ปุ่นก็ใช้มาตรฐานนี้ด้วย



บาร์โค้ดชนิดต่างๆ

1.2 บาร์โค้ด 2 มิติ (2D Codes)

เป็นระบบ Auto ID ใหม่ที่พัฒนามาจากระบบบาร์โค้ดเนื่องจากบาร์โค้ดมีข้อจำกัดในการจัดเก็บข้อมูล และขนาดของแถบบาร์โค้ดมีขนาดใหญ่กินพื้นที่มาก (ในกรณีที่มีข้อมูลมาก) 2D Codes จะมีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิตสี่เหลี่ยมโดยประกอบขึ้นจากเซลล์ (Cells) เล็กๆ สีสลับกับช่องว่างสีขาววางสลับกันทั้งแนวตั้งและแนวนอน สามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าบาร์โค้ด และขนาดของ 2D Codes เมื่อเทียบกับบาร์โค้ดจะเล็กกว่ามาก เพราะข้อมูลถูกเข้ารหัสได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน (2 Dimensions) การอ่าน 2D Codes จะใช้หลักการจับภาพ (Image Processing) ไม่ใช่เลเซอร์สแกนแบบบาร์โค้ด โดยอุปกรณ์ที่ใช้อ่านจะเป็นกล้องจับภาพ 2D codes ขึ้นมาแล้วทำการถอดรหัสจากลักษณะการจัดเรียงเซลล์กับช่องว่างสีขาว 2D Codes นั้นเริ่มใช้กันมากในวงจรอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เพราะมีขนาดเล็ก และยังสามารถเขียนลงไปที่ชิ้นงานโดยตรงได้ (Direct Printing) เช่น ใช้เลเซอร์เจาะลงไปบนผิวเหล็กตามรูปร่างของ 2D Codes ที่ต้องการเพราะจะไม่มีปัญหาจากการอ่าน เนื่องจากใช้วิธีจับภาพไม่ใช่สแกนด้วยแสงเลเซอร์

Date Matrix



QR Code



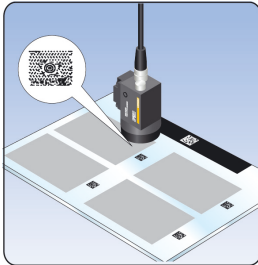
MAXI Code



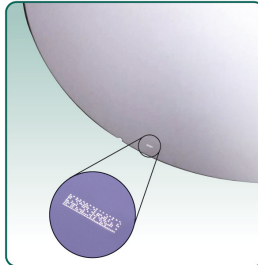
AZTEC Code



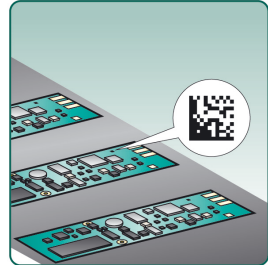
PDF417



LCD glass substrates



Wafers (Data Matrix T7)



Substrates (Data Matrix)

บาร์โค้ด 2 มิติ ชนิดต่าง ๆ และการอ่านรหัสโดยใช้กล้อง

1.3 Optical Character Recognition (OCR)

OCR เป็นอีกระบบ Auto ID หนึ่งโดยจะใช้ตัวอักขระพิเศษที่ถูกออกแบบมาให้สามารถอ่านได้ทั้งตาเปล่าและเครื่องอ่าน จุดเด่นของ Auto ID ระบบนี้คือสามารถบันทึกข้อมูลได้มาก และสามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยตาเปล่าในกรณีเครื่องอ่านมีปัญหา ในปัจจุบันนี้ OCR ถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิต บริการ ซึ่งสามารถพบเห็นได้ ตัวอย่างเช่น ในธนาคารเราจะพบตัวอักษร OCR อยู่บนบัตร貸貸貸貸貸ของเช็ค อย่างไรก็ตามระบบ OCR ไม่เป็นที่แพร่หลายเพราะราคาสูงและระบบค่อนข้างจะซับซ้อนกว่าระบบ Auto ID ชนิดอื่น ๆ

"9497545"

1000 11

1000 26 2196"

ตัวอักษร OCR ที่อยู่บนบัตร貸貸貸貸貸ของเช็ค

1.4 Biometric Procedure

Biometric เป็นระบบ Auto ID ที่ใช้ตรวจสอบลักษณะเฉพาะของบุคคล เช่น เสียง ลายนิ้วมือหรือ แม้กระทั่งม่านตา เพื่อระบุว่าคน ๆ นั้นเป็นใครเป็นสมาชิกที่ถูกต้องหรือไม่

Voice Identification ระบบนี้ใช้เสียงเป็นตัวแยกแยะความแตกต่างของบุคคล โดยผู้พูดจะพูดผ่านไมโครโฟนซึ่งจะส่งสัญญาณต่อไปที่คอมพิวเตอร์ ระบบจะมีเครื่องมือในการแปลงสัญญาณเสียงเป็นดิจิทัล ซึ่งจะถูกรวบรวมจากซอฟต์แวร์ภายในอีกทีหนึ่ง โดยจะทำการตรวจสอบคุณสมบัติของเสียงเทียบกับข้อมูลของบุคคลที่ถูกจัดเก็บในระบบไว้แล้ว

Finger printing procedures ใช้หลักการเหมือนกับการตรวจสอบลายนิ้วมือในกระบวนการอาชญากรรม โดยใช้ลายนิ้วมือเป็นเครื่องระบุว่าคน ๆ นั้นเป็นใครโดยมีเครื่องสแกนลายนิ้วมือแล้วนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของบุคคล

1.5 Smart Cards

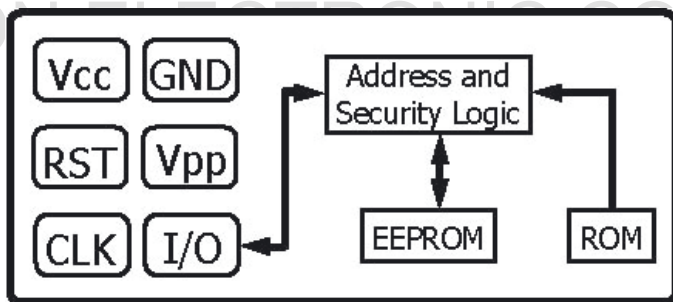
สมาร์ทการ์ดเป็น Auto ID ที่ใช้ระบบการจัดเก็บข้อมูลแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีฟังก์ชันการประมวลผลหรือการคำนวณเพิ่มขึ้น (ไมโครโปรเซสเซอร์ การ์ด) เพื่อความสะดวกและคุ้นเคยกับการใช้งาน สมาร์ทการ์ดจะถูกออกแบบให้มีลักษณะเหมือนบัตรเครดิต สมาร์ทการ์ดแบบแรกที่ถูกนำมาใช้งานคือบัตรโทรศัพท์ที่ตั้งแต่ ค.ศ. 1984 การอ่านข้อมูลจากสมาร์ทการ์ดทำได้โดยวางหรือสอด สมาร์ทการ์ดกับเครื่องอ่านซึ่งจะใช้สปริงเป็นตัวสัมผัสกับแถบแม่เหล็กในสมาร์ทการ์ดพลังงานและสัญญาณนาฬิกา (Energy and Clock pulse) จะถูกส่งจากเครื่องอ่านเพื่อใช้ในการทำงานภายในสมาร์ทการ์ด สมาร์ทการ์ดสามารถแบ่งตามลักษณะของวงจรภายในได้ 2 ชนิดคือ **Memory Card** กับ **Microprocessor Card** ข้อดีที่เห็นได้ชัดประการหนึ่งของสมาร์ทการ์ดก็คือ ข้อมูลที่ถูกบรรจุอยู่ภายในสามารถถูกป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่มีหน้าที่หรือได้รับอนุญาตในการเข้าไปอ่านข้อมูลได้ ดังนั้นสมาร์ทการ์ดจึงถูกนำไปใช้ในระบบการเงิน การชำระเงิน และข้อมูลที่ต้องการความปลอดภัยในการเก็บรักษา เช่น บัตรประจำตัวพนักงาน บัตรเข้าออกสถานที่ต่าง ๆ ดังนั้นระยะหลังมานี้การเติบโตของตลาดสมาร์ทการ์ดเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก เนื่องจากความ

สะดวกในการพกพา และการใช้งานในชีวิตประจำวัน แต่สมาร์ทการ์ดก็มีข้อเสีย ก็คือ ต้องอาศัยการสัมผัสในการอ่านข้อมูลทำให้เกิดการสึกหรอของเครื่องอ่าน การบำรุงรักษาทำได้ยากและราคาสูง



สมาร์ทการ์ดของโทรศัพท์มือถือใช้เทคโนโลยีของสมาร์ทการ์ด

สมาร์ทการ์ดแบบ **Memory Cards** หน่วยความจำจะใช้เป็น EEPROM สมาร์ทการ์ดชนิดนี้จะใช้กับงานเฉพาะทางเพราะมีข้อจำกัดหลายอย่างมักจะเป็นลักษณะผลิตสำเร็จมาจากโรงงานเลย ทำให้ราคาค่อนข้างถูกเหมาะสำหรับงานที่ใช้ปริมาณมากและต้องแข่งขันด้านราคา ไม่มีหน่วยประมวลผลภายใน



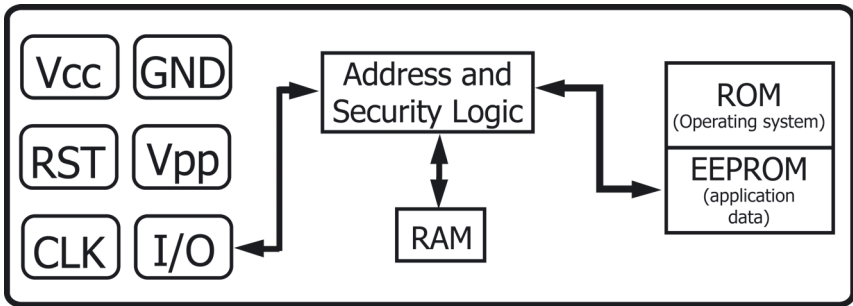
วงจรภายในของสมาร์ทการ์ดแบบ Memory Card

สมาร์ทการ์ดแบบ **Microprocessor Cards** สมาร์ทการ์ดชนิดนี้จะมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวประมวลผลซึ่งถูกเชื่อมเข้ากับหน่วยความจำในส่วน การทำงานต่างๆ (ROM, RAM และ EEPROM)

ROM จะบรรจุอยู่ด้วยระบบปฏิบัติการของการ์ด (Operating System : OS) ซึ่งจะถูกเขียนมาจากโรงงานตั้งแต่ขั้นตอนการผลิต

EEPROM จะเป็นหน่วยความจำที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและโปรแกรมการใช้งาน การเขียน/อ่านกับ EEPROM จะถูกควบคุมโดย OS ภายใน ROM

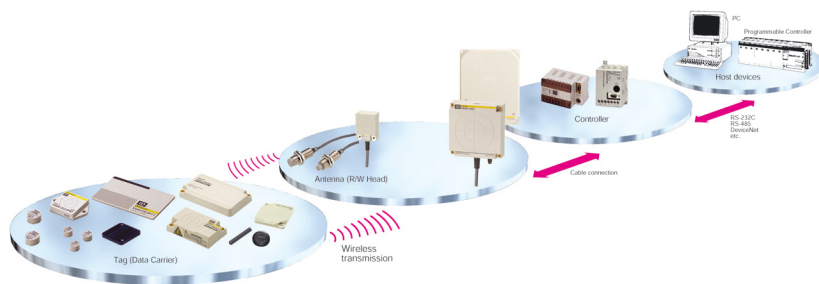
RAM จะเป็นพื้นที่ในการทำงานและจัดเก็บข้อมูลชั่วคราวไมโครโปรเซสเซอร์การ์ดสามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายเพราะสามารถเปลี่ยนแปลงโปรแกรมการใช้งานภายในหน่วยความจำ EEPROM ได้ ในสมาร์ทการ์ดรุ่นใหม่ ๆ ลักษณะการใช้งานหลายๆ อย่างสามารถบรรจุลงในสมาร์ทการ์ดเดียวกันได้ ไมโครโปรเซสเซอร์ของการ์ดจะถูกใช้กับงานที่คำนึงถึงการรักษาข้อมูลเป็นอย่างมาก เช่น ระบบซิมของโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น



วงจรภายในของสมาร์ทการ์ดแบบ Microprocessor Card

1.6 RFID (Radio Frequency Identification System)

RFID จะมีลักษณะใกล้เคียงกับสมาร์ทการ์ดที่สุดคือข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในการ์ดหรือ Tags เหมือนกันแต่ข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือการอ่านเขียนข้อมูลสามารถทำได้โดยไม่ต้องสัมผัสเหมือนกับสมาร์ทการ์ด ซึ่งจะอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่วิทยุ (Radio Frequency) ในการติดต่อสื่อสารจึงเป็นสาเหตุให้ RFID ได้เปรียบระบบ Auto ID ทุกชนิดที่กล่าวมาแล้ว และมีแนวโน้มจะถูกใช้มากขึ้นเรื่อยๆ



ระบบ RFID

ส่วนประกอบของระบบ RFID

โดยทั่วไประบบ RFID จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนสำคัญคือ

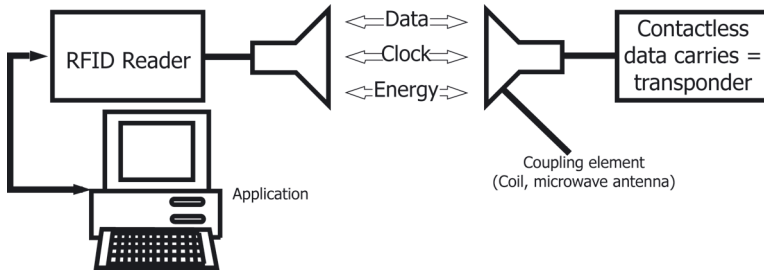
ฉลากอิเล็กทรอนิกส์ (Transponder) หรือ Data Carrier หรือเรียกง่ายๆ ว่า Tags จะเป็นส่วนของการเก็บข้อมูลและถูกติดตั้งอยู่กับวัตถุที่เราต้องการชี้บ่ง (Identify)

* เครื่องอ่าน (Reader) จะประกอบไปด้วยภาครับ/ส่งสัญญาณวิทยุ ส่วนควบคุมและเสาอากาศ (Antenna) ทำหน้าที่คล้องสัญญาณกับ Tags และส่วนของการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ควบคุมภายนอก (RS232C, RS485 หรือ RS422) ขึ้นอยู่กับลักษณะการสื่อสารที่เราต้องการ

* หมายเหตุ เครื่องอ่านในความหมายของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะสามารถอ่านข้อมูลได้แล้วยังสามารถเขียนข้อมูลได้ด้วย

Tags

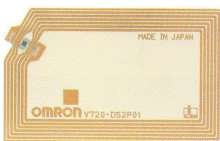
Tags จะประกอบไปด้วยเสาอากาศทำหน้าที่คล้องสัญญาณที่ส่งมาจาก เครื่องอ่าน และส่วนของไมโครชิพ ในกรณีที่ Tags ไม่มีแบตเตอรี่ในตัวอยู่นอกพื้นที่ที่มีสัญญาณจะไม่มีการทำงานเกิดขึ้น Tags จะทำงานก็ต่อเมื่อ Tags เข้ามาในพื้นที่ที่มีสัญญาณซึ่ง Tags จะได้รับพลังงานจากการคล้องของ สัญญาณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและสร้างแรงดันไฟฟ้าขึ้นจำนวนหนึ่ง ปริมาณเพียงพอที่จะใช้ในการทำงานของ Tags



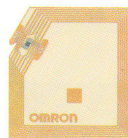
การสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านกับ Tags



การใช้งานจริงของ RFID ในระบบ Access Control



V720-D52P01
V720S-D13P01



V720-D52P02
V720S-D13P02

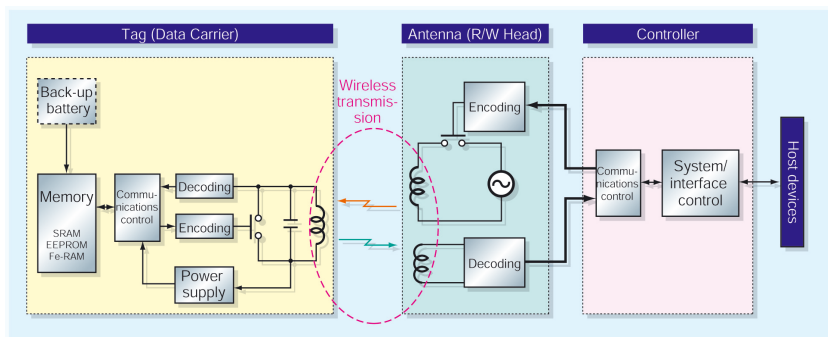


V720-D52P03



V720-D52P04

วงจรภายในของ Tags



วงจรเทียบเคียงของระบบ RFID

จากวงจรเทียบเคียงส่วนควบคุมและติดต่อสื่อสาร (Control and Interface) จะได้รับคำสั่ง (Command) จากส่วนควบคุมที่สูงกว่า (Host) เช่น คอมพิวเตอร์หรือ PLC (Programmable Logic Controller) จากนั้นตัวควบคุมจะทำการประมวลผลคำสั่งว่า Host ต้องการให้ทำอะไร จากนั้นก็จะสั่งให้ส่วนของภาครับ/ส่งวิทยุที่มีส่วนของวงจรเข้ารหัส (Coding) ทำการเข้ารหัสเป็นดิจิตอลในรูปของ Line code จากนั้นส่วนของวงจรผสมสัญญาณ (Modulation) ทำการผสมข้อมูลเข้ากับคลื่นพาหะแล้วทำการส่งออกไปทางเสาอากาศ ขนาดของพื้นที่ที่มีสัญญาณอยู่นั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของเสาอากาศและพลังงาน (Watt) ของเสาอากาศ เมื่อ Tags เข้ามาในพื้นที่ที่มีสัญญาณแล้วเสาอากาศภายใน Tags จะได้รับการคล้องสัญญาณทำให้ Tags ทำงานได้ตามที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อก่อน วงจรถอดรหัส (Demodulation) จะทำการแยกสัญญาณข้อมูล ที่ถูกผสมมาจากเครื่องอ่าน ออกจากคลื่นพาหะแล้วทำการแปลงรหัส (Decoding) จากนั้น CPU ของ Tags จะรับคำสั่งไปประมวลผลถ้าเป็นคำสั่งเขียน Tags จะบันทึกข้อมูลที่ส่งมาลงในหน่วยความจำของ Tags แต่ถ้าเป็นคำสั่งอ่าน Tags จะดึงข้อมูลจากหน่วยความจำที่ระบุไว้จากคำสั่ง แล้วทำการผสมข้อมูลที่วงจรผสมข้อมูลภายใน Tags กับคลื่นพาหะ แล้วส่งออกไปทางเสาอากาศเหมือนกัน เมื่อเครื่องอ่านได้รับสัญญาณจาก Tags วงจรถอดรหัสของเครื่องอ่านก็จะถอดเอาข้อมูลออกจากคลื่นพาหะและส่งไปที่ Host Unit

ตอนที่ 2

ประเภทของระบบ RFID

RFID

OMRON ELECTRONIC CO., LTD.

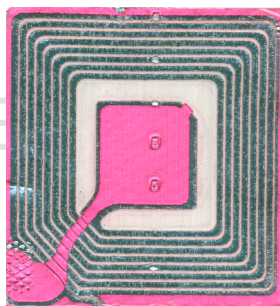
2. ประเภทของระบบ RFID

RFID ถูกจำแนกออกเป็นประเภทได้หลายอย่างขึ้นอยู่กับว่าจะถูกจำแนกจากคุณสมบัติอะไรเช่น ความถี่ที่ใช้งาน ชนิดของ Tags หรือขนาดของหน่วยความจำของ Tags ที่ใช้

2.1 RFID ที่จำแนกโดยขนาดของหน่วยความจำ

2.1.1 RFID ชนิด 1 บิต (1 Bit Type)

RFID ชนิดนี้หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า EAS (Electronic Article Surveillance) เป็น RFID ที่ใช้ Tags ที่ไม่มีไมโครชิพ RFID ระบบนี้จะตรวจสอบเฉพาะว่ามี Tags อยู่ในพื้นที่สัญญาณหรือไม่ ดังนั้นสถานะจึงแสดงเพียงแคมีหรือไม่มีซึ่งเป็นรหัสดิจิทัล 0 หรือ 1 นั่นเอง



Tags ของระบบ EAS จะมีเฉพาะเสาอากาศอย่างเดียว

เนื่องจากการทำงานของ RFID ระบบนี้ง่ายไม่ซับซ้อนและ Tags มีราคาถูกมาก ระบบจึงถูกนำมาใช้กับการป้องกันสินค้าถูกขโมยในห้างร้านต่างๆ โดย Tags จะติดอยู่กับตัวสินค้าหรือซ่อนไว้ข้างหลังบาร์โค้ดอีกที เครื่องอ่านจะออกแบบเป็นโครงเสาอากาศสูงประมาณ 1-1.2 ม. อยู่ที่ทางออกของห้างร้านนั้นๆ เมื่อสินค้าที่มี Tags ติดอยู่ผ่านบริเวณเสาอากาศนี้ก็จะถูกตรวจจับได้จากการคล่องสัญญาณจากเสาอากาศและ Tags จึงสามารถตรวจจับสินค้าที่ถูกนำออกไปได้ Tags จะถูกดึงออกหรือใช้เครื่องทำลายความเป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่คาน์เตอร์แคชเชียร์เมื่อสินค้าถูกนำมาชำระเงิน ซึ่งเราจะพบเห็นระบบ

EAS มากในซูเปอร์มาร์เก็ตหรือดีสเคาน์สโตร์ต่างๆ เช่น คาร์ฟูร์ โลตัส Big C หรือร้านขายเสื้อผ้า CD ต่างๆ เช่น TEN&CO, แมงป่อง ฯลฯ ช่วงเวลาที่ใช้งานจะเป็นช่วงเวลาที่ Microwave เนื่องจากระยะในการสื่อสารค่อนข้างไกล (ขนาดระหว่างเสาอากาศ)



V720S-HS71



สินค้าที่ติด Tags เพื่อป้องกันการขโมยและเสาอากาศของระบบ EAS

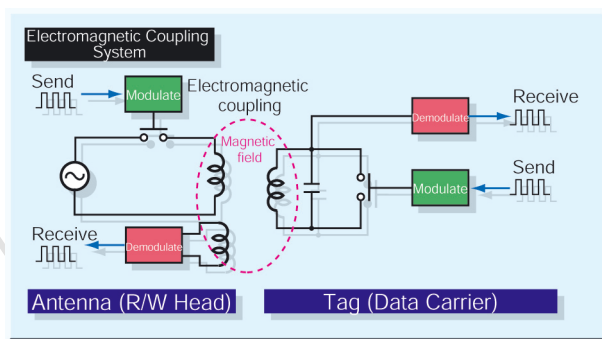
2.1.2 RFID ชนิดหน่วยความจำมากกว่า 1 บิต (Data Carrier Type)

RFID ชนิดนี้จะใช้ Tags ที่มีไมโครชิพและหน่วยความจำเป็นส่วนประกอบสำคัญ มีราคาสูงกว่า Tags ชนิด EAS โดยบางชนิดสามารถเก็บข้อมูลได้สูงสุดถึง 64 กิโลไบต์ ใช้ในงานอุตสาหกรรมหรืองานทั่วไปที่ต้องใช้ Tags ในการเก็บข้อมูล ในหนังสือเล่มที่จะอ้างอิงถึงระบบ RFID ที่ใช้ Tags ที่มีหน่วยความจำมากกว่า 1 บิตเท่านั้นทั้งทฤษฎีและการนำไปใช้งานยังมีอธิบายในหัวข้อต่อไป

2.2 RFID ที่จำแนกโดยลักษณะการคล่องของสัญญาณ

2.2.1 Close Coupling

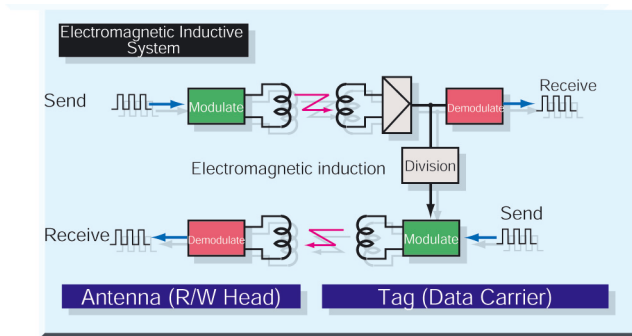
เป็น RFID ที่มีระยะในการอ่าน/เขียนข้อมูลสั้นมากประมาณ 0-1 เซนติเมตร ดังนั้น Tags จะต้องอยู่ใกล้หรือวางอยู่บนเครื่องอ่าน Close Coupling นี้จะสามารถใช้คลื่นความถี่ได้ตั้งแต่ 0 Hz จนถึง 50 MHz เนื่องจากการทำงานของ Tags ไม่อาศัยการส่งพลังงานจากการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องอ่านแต่อาศัยการเหนี่ยวนำเหมือนหลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า ทำให้เกิดพลังงานที่ทำให้วงจรภายใน Tags ทำงานได้ ระบบ Close-Coupling จะนิยมนำมาใช้งานที่ต้องการความปลอดภัยค่อนข้างสูง แต่ไม่ต้องการติดต่อกับไอเท็มเช่นประตูอัตโนมัติหรือสมาร์ทการ์ด ไร้สัมผัส (Contactless Smart Cards)



วงจรเทียบเคียงของ Close-Coupling

2.2.2 Remote Coupling

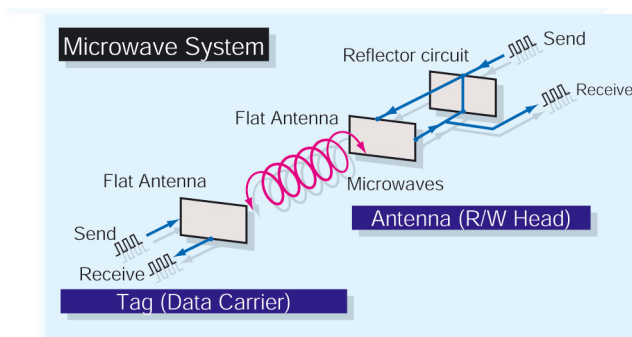
เป็นระบบที่มีระยะการอ่าน/เขียนสูงถึง 1 เมตร ระบบนี้จะใช้หลักการคล่องสัญญาณแบบ Inductive (Magnetic) Coupling ระหว่างเครื่องอ่านกับ Tags ประมาณ 90-95% ของระบบ RFID ในปัจจุบันใช้หลักการ Remote Coupling นี้โดยความถี่ที่ใช้งานมีหลายความถี่ตั้งแต่ต่ำกว่า 135 KHz หรือ 13.56 MHz และ 27.125 MHz พลังงานไฟฟ้าจะถูกส่งโดยหลักการแผ่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปให้ Tags ทำให้ Tags ได้รับพลังงานสามารถทำงานได้ ระบบ Remote Coupling นี้จะพบมากในลักษณะงานอุตสาหกรรมเช่น รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือ อิเล็กทรอนิกส์



วงจรเทียบเคียงของ *Remote Coupling* หรือ *Inductive Coupling*

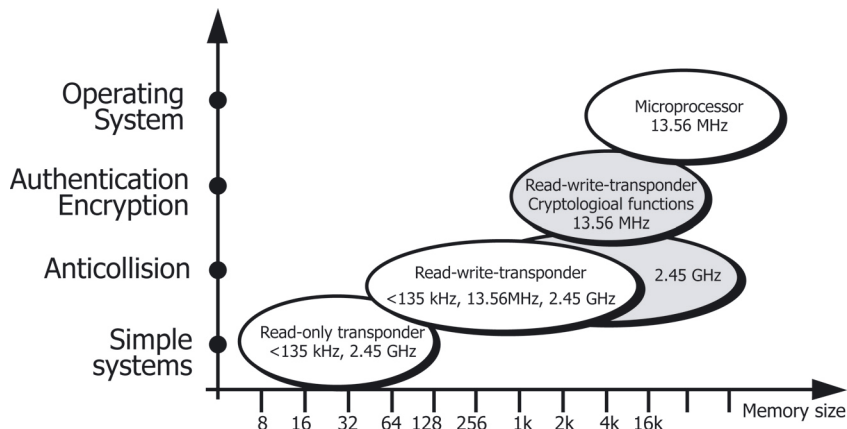
2.2.3 Long Range (Backscatter)

ระบบนี้จะมีระยะการอ่าน/เขียนอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 เมตรหรือบางระบบอาจสูงกว่านี้ ความถี่ที่ใช้ในระบบนี้จะเป็นย่านที่มีความถี่สูงมากหรือ ไมโครเวฟ (Microwave rang) ซึ่งปกติที่ความถี่ 2.45 GHz หรือบางครั้งจะพบที่ 915 MHz, 5.8 GHz และ 24.125 GHz อาศัยหลักการเหมือนกับเรดาร์ คือใช้การสะท้อนกลับ (Reflection) จาก Tag ในการส่งข้อมูลกลับมา ส่งผลให้การส่งพลังงานจากตัวเครื่องอ่านไปยัง Tags ทำได้ยากดังนั้น Tags ที่ใช้งานจะเป็นชนิดที่มีแบตเตอรี่ในตัวซึ่งจะใช้สำหรับเป็นไฟเลี้ยงที่ทำให้ไมโครชิปทำงานและเก็บรักษาข้อมูล ลักษณะงานที่พบเห็นจะเป็นลักษณะงานที่ต้องการการสื่อสารระยะไกลเช่น ในกระบวนการผลิตรถยนต์ ระบบชำระเงินอัตโนมัติของทางด่วน



วงจรเทียบเคียง Long Range

2.3 RFID ที่จำแนกตามความสามารถของระบบ



รูปที่ 2.6 ระบบ RFID ที่แบ่งตามฟังก์ชันของระบบ

2.3.1 ระบบอ่านอย่างเดียว(Read Only System)

ถือว่าเป็นระบบที่ Low end ที่สุด Tags มีข้อมูลซึ่งจะอยู่ในรูปของ Serial Number และไม่สามารถเขียนข้อมูลใหม่ลงไปได้เหมาะกับงานที่ต้องการอ่านอย่างเดียว เพื่อแยกแยะความแตกต่างของสินค้าหรือบุคคล ระบบชนิดของสินค้า Pallets หรือตู้คอนเทนเนอร์มีราคาต่ำความถี่ที่ใช้งานจะอยู่ที่ต่ำกว่า 135 KHz หรือ 2.45 GHz

2.3.2 ระบบอ่านเขียน(Read-Write System)

จะจัดอยู่ Mid-range ของระบบ RFID Tags สามารถเขียนข้อมูลซ้ำได้ โดยความจุจะอยู่ที่ 16 ไบต์จนถึงมากกว่า 16 กิโลไบต์ หน่วยความจำที่ใช้จะเป็นชนิด EEPROM หรือ SRAM ความถี่ที่ใช้งานจะเป็น 135 KHz, 13.56 MHz, 27.125 MHz และ 2.45 GHz

2.3.3 ระบบไมโครโปรเซสเซอร์(Microprocessor System)

ระบบนี้จะจัดอยู่ประเภท High end เพราะมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวประมวลผลใน Tags สามารถประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายและมีฟังก์ชันการสร้างรหัสลับ (Cryptological Functions) สามารถนำไปใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการรักษาความปลอดภัย ส่วนมากระบบนี้จะใช้ย่านความถี่ที่ 13.56 MHz หน่วยความจำที่ใช้งานจะมีขนาดตั้งแต่ น้อยๆ จนถึง 16 กิโลไบต์ และหน่วยความจำจะเป็นชนิด EEPROM

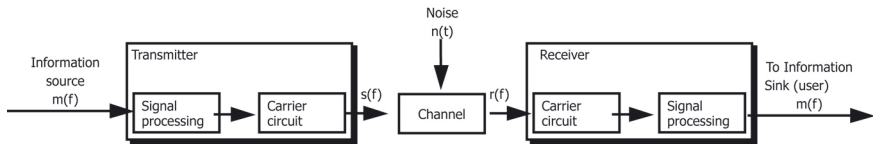
OMRON ELECTRONIC CO., LTD.

ตอนที่ 3

เทคโนโลยีการเข้ารหัส/ถอดรหัสของระบบ RFID (Coding and Modulation)

OMRON ELECTRONIC CO., LTD.

3. เทคโนโลยีการเข้ารหัสของระบบ RFID (Coding and Modulation)



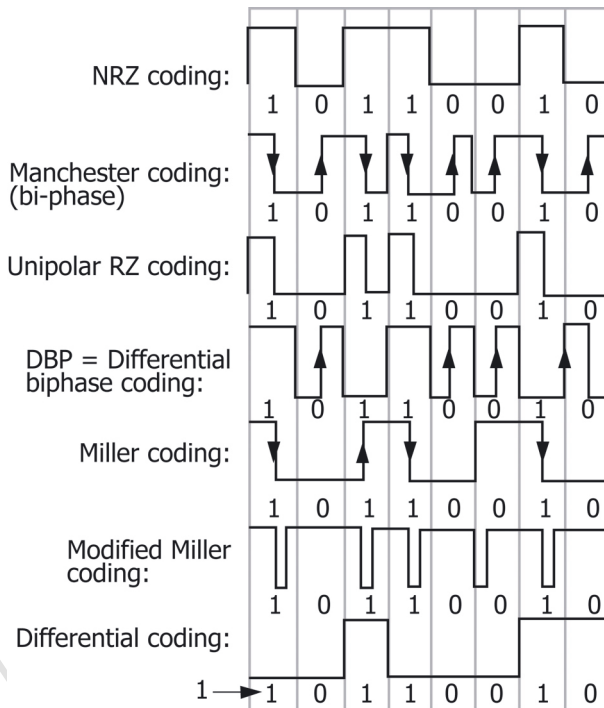
การไหลของสัญญาณและข้อมูลในระบบการสื่อสารแบบดิจิทัล

จากรูปแสดงกระบวนการสื่อสารแบบดิจิทัลซึ่ง คือการส่งข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านกับ Tags ในระบบ RFID นั้นเอง กระบวนการสื่อสารจะอาศัยหลักการดังนี้ การเข้ารหัสข้อมูล (Signal Coding) การผสมรหัสข้อมูลเข้ากับคลื่นพาหะ (Modulation) การส่งคลื่นสัญญาณออกไป (Transmission) การถอดข้อมูลออกจากคลื่นพาหะ (Demodulation) การแปลงรหัสสัญญาณข้อมูล (Signal decoding)

3.1 การเข้ารหัส (Coding)

การส่งรับข้อมูลแบบตรงไปตรงมาจะทำให้ข้อมูลที่ส่งและรับนั้นมีความยาวเกินไป จึงมีการคิดค้นวิธีการเข้ารหัส ซึ่งการใช้รหัสจะช่วยให้การส่งและรับข้อมูลสิ้นสุดลงและไม่ถูกรบกวนจากสิ่งรบกวนภายนอก การเข้ารหัสมักเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการสื่อสารแบบดิจิทัล

ในระบบการสื่อสารแบบดิจิทัลนั้นจะใช้สัญลักษณ์ 0 กับ 1 แทนข้อมูลโดยความแตกต่างของข้อมูลจะเป็นตัวกำหนดค่า 0 กับ 1 ของแต่ละบิตข้อมูล ข้อมูลจะถูกจัดเรียงเป็นแนวนอนหรือเส้นตรง (Line Code) ซึ่งมาตรฐานของ Line Code จะมีหลายมาตรฐานดังนี้



ชนิดของ Line Code ที่ใช้ในระบบ RFID

จากรูปเราจะพบว่ามาตรฐานของ Line Code มีอยู่หลายชนิดความแตกต่างของมันก็คือลักษณะการแสดงค่า 0 กับ 1 ที่ให้ลักษณะสัญญาณแตกต่างกัน Line Code ที่พบบ่อยและที่นิยมใช้ก็คือ NRZ และ Manchester Coding

NRZ Coding: สัญญาณแทนค่า “1” คือช่วงสัญญาณเป็น “High” สัญญาณแทนค่า “0” คือช่วงสัญญาณเป็น “Low”

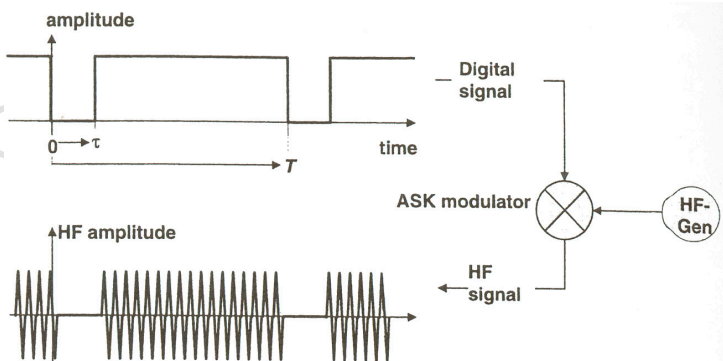
Manchester Coding: สัญญาณ “1” จะแทนด้วยช่วงขอบล่างของสัญญาณ สัญญาณ “0” จะแทนด้วยขอบบนของสัญญาณ

3.2 การผสมข้อมูลแบบดิจิตอล (Digital Modulation Procedure)

เนื่องจากหลักการพื้นฐานของ RFID คือใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการสื่อสารรับส่งข้อมูล ดังนั้นก่อนการสื่อสารจะต้องมีกระบวนการผสมข้อมูลที่เข้ารหัสไว้แล้วไปกับคลื่นพาหะ (Modulation) แต่เนื่องจากลักษณะข้อมูลเป็นดิจิตอลจึงต้องใช้วิธีการผสมแบบดิจิตอลซึ่งจะแตกต่างจากการผสมแบบอนาล็อกที่ใช้กันอยู่หลายระบบในปัจจุบันเช่น FM และ AM การผสมข้อมูลแบบดิจิตอลมี 3 วิธีดังนี้

3.2.1 Amplitude Shift Keying (ASK)

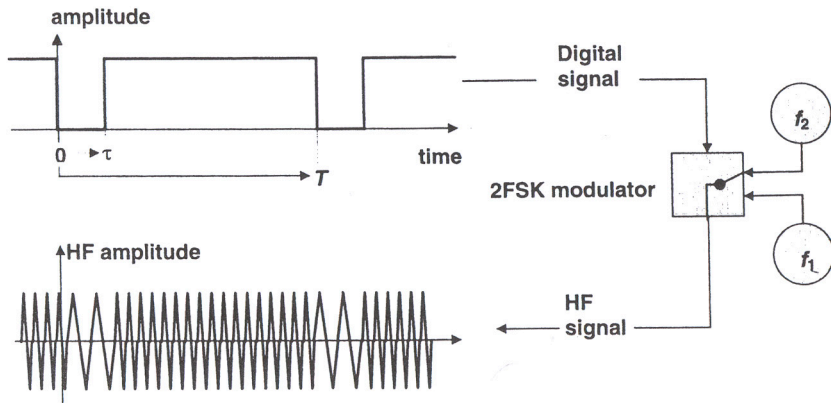
เป็นการผสมข้อมูลโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงของยอดคลื่นพาหะ (Amplitude) เป็นตัวแสดงลักษณะข้อมูลโดยความถี่ของคลื่นพาหะไม่เปลี่ยนแปลงดังรูป



ใน ASK ความสูงของยอดคลื่นจะเปลี่ยนสถานะอยู่ 2 สถานะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ผสมเข้ามา

3.2.2 2 Frequency Shift Keying (2 FSK)

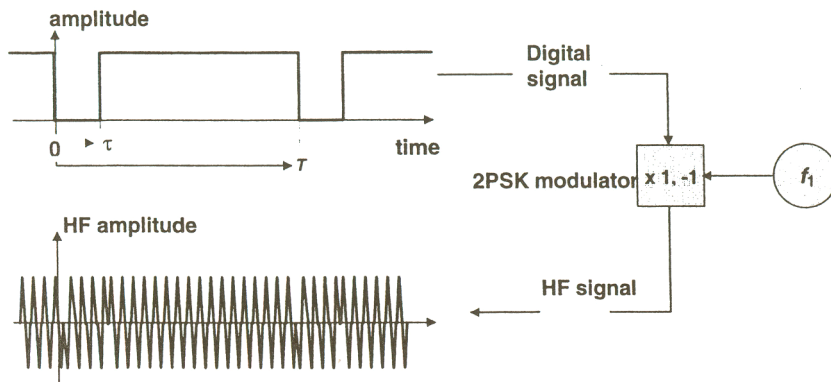
วิธีนี้จะอาศัยการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นพาหะระหว่าง 2 ความถี่ขึ้นอยู่กับสถานะของข้อมูล 0 กับ 1 โดยความสูงของยอดคลื่น (Amplitude) ไม่เปลี่ยนแปลง



2 FSK จะเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นตามข้อมูลที่ผสมเข้ามา

2 Phase Shift Keying (2 PSK)

วิธีนี้จะใช้หลักการเปลี่ยนเฟสของลูกคลื่นเป็นตรงกันข้าม (0 องศา กับ 180 องศา) เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะของข้อมูลดังแสดงในรูป



PSK จะกลับเฟสทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนสถานะของข้อมูล

ตอนที่ 4

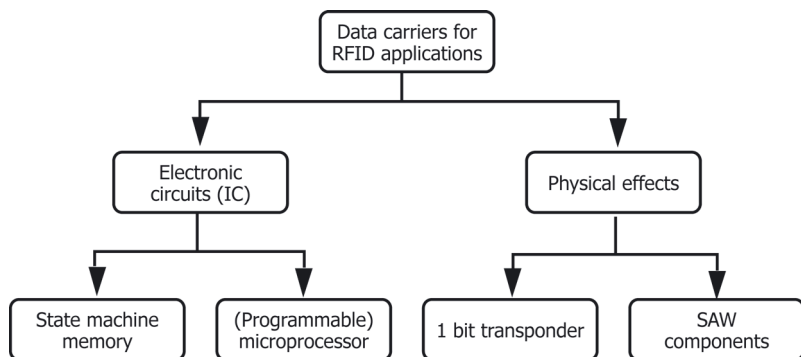
สถาปัตยกรรมของ Tags

REFID

OMRON ELECTRONIC CO., LTD.

4. สถาปัตยกรรมของ Tags

Tags หรือ Data Carriers ที่ใช้ในระบบ RFID แบ่งตามโครงสร้างภายในได้เป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภทคือ Tags แบบใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Circuit) กับแบบที่ไม่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์หรือชนิดที่ทำหน้าที่ตอบสนองต่อคลื่นสัญญาณเท่านั้น (Physical effect) โดยแต่ละชนิดจะแบ่งออกเป็นชนิดย่อยตามแผนภูมิต่อไปนี้

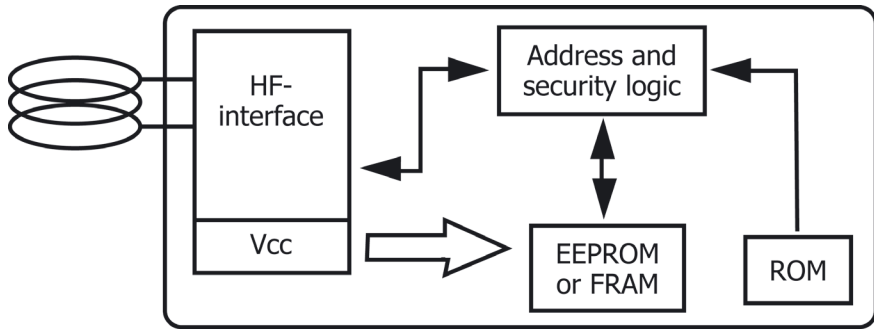


ชนิดของ RFID Tags แบ่งตามสถาปัตยกรรมพื้นฐาน

4.1 Electronic data carriers

4.1.1 Tags ที่มีเฉพาะหน่วยความจำอย่างเดียว (Memory function Transponder)

Tags ชนิดนี้จะมีตั้งแต่ชนิดที่ใช้อ่านอย่างเดียวจนถึงมีความสามารถสูง (High end transponder) โดยหน่วยความจำที่ใช้จะมีตั้งแต่ RAM, ROM, EEPROM หรือ FRAM และส่วนของ HF interface สำหรับสร้างพลังงานเพื่อใช้งานใน Tags

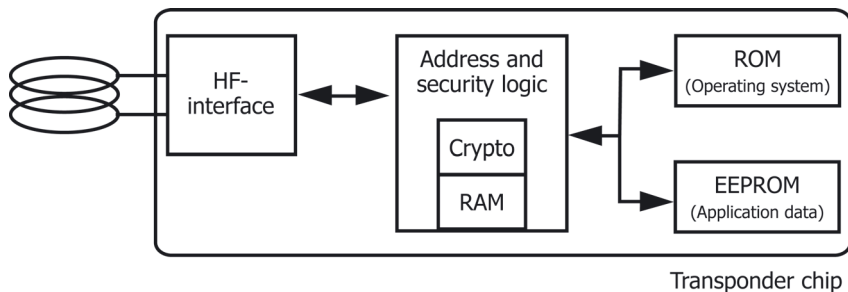


บล็อกไดอะแกรม Tags ชนิดมีหน่วยความจำ

จากบล็อกไดอะแกรมส่วนของ HF interface จะมีวงจรคลอัสสัญญาณเรคตีไฟเออร์ สัญญาณนาฬิกาและวงจรผสม/ถอดข้อมูล (Modulation/Demodulation) วงจรของ HF interface จะเป็นส่วนที่ใช้ติดต่อสื่อสารกับเครื่องอ่านและเป็นวงจรในการสร้างพลังงานที่เป็นแรงดันไฟฟ้า (VCC) ขึ้นมาเพื่อใช้ในการทำงานของ Tags ในส่วนของ Address และ Security logic จะเป็นส่วนในการคำนวณทางตรรก (logic) ในส่วนนี้จะมีหัวใจสำคัญคือ State machine ทำหน้าที่ประมวลผลในการคำนวณเหมือนกับไมโครโปรเซสเซอร์แต่มีขีดจำกัดในการทำงาน ไม่สามารถทำฟังก์ชันที่ซับซ้อนได้ และในส่วนนี้ยังทำหน้าที่ในการติดต่อกับหน่วยความจำเพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูลที่ได้รับมาจากเครื่องอ่านได้ นอกจากนี้ยังมีฟังก์ชันรักษาข้อมูลความลับ (Security) โดยสามารถกำหนดรหัสส่วนตัวเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตสามารถอ่านข้อมูลจาก Tags ได้

4.1.2 Tags ชนิดไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor transponder)

Tags ชนิดนี้จะมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหัวใจในการประมวลผลสามารถทำฟังก์ชันที่ซับซ้อนได้ ดังนั้นจึงสามารถถูกนำไปประยุกต์ใช้งานที่กว้างขวางและเป็น Tags ชนิดที่ใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน



บล็อกไดอะแกรมของ Tags ชนิดไมโครโปรเซสเซอร์

จากบล็อกไดอะแกรมส่วนประกอบสำคัญจะมี HF interface, CPU และพื้นที่ใช้งาน, Operation system ซึ่งใช้หน่วยความจำ ROM และหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูล

เทคโนโลยีของหน่วยความจำ

RAM (Random Access Memory)

เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวข้อมูลจะสูญหายเมื่อไม่มีไฟเลี้ยงดังนั้นหน่วยความจำชนิดนี้จึงจำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองอยู่ภายใน Tags ด้วย ข้อดีของหน่วยความจำชนิดนี้คือสามารถเก็บข้อมูลได้มาก เวลาในการอ่าน/เขียนข้อมูลสั้น Tags ที่ใช้หน่วยความจำที่ต้องมีแบตเตอรี่จะเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Active Tags

EEPROM (Electric Erasable PROM)

เป็นหน่วยความจำที่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่ในการสำรองไฟเพื่อรักษาข้อมูล เพราะภายในวงจรจะมีคาปาซิเตอร์ชนิดพิเศษทำหน้าที่ชาร์ตประจุไฟฟ้าให้กับวงจรของหน่วยความจำซึ่งมีอายุยาวนานถึง 10 ปี จำนวนครั้งในการเขียนข้อมูลมากกว่า 100,000 ครั้ง แต่เวลาในการอ่าน/เขียนข้อมูลนานกว่า RAM และความจุก็น้อยกว่า RAM ด้วย

FRAM (Ferroelectric RAM)

EEPROM มีข้อเด่นคือเป็นหน่วยความจำที่ไม่ต้องมีแบตเตอรี่แต่ข้อเสียคือ ใช้เวลาในการเขียนข้อมูลมากและใช้พลังงานมากในการเขียนข้อมูล FRAM จึงถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อ

แก้ปัญหาข้อบกพร่องของ EEPROM คือสามารถเขียนข้อมูลได้เร็วกว่าใช้พลังงานน้อยกว่า การเขียนข้อมูลซ้ำได้มากกว่า 1,000,000,000 ครั้งและไม่ต้องมีแบตเตอรี่เหมือนกัน เทคโนโลยีของ FRAM นั้น ชับซ้อนจึงไม่ขอล่าวไว้ ณ ที่นี้ และเนื่องจากการพัฒนา FRAM ยังมีปัญหาอยู่บางประการทำให้หน่วยความจำชนิดนี้ยังไม่ถูกนำมาใช้งานแพร่หลายนัก Tags ที่ใช้หน่วยความจำที่ไม่ต้องมีแบตเตอรี่เรียกว่า Passive Tags



Tags ที่มีหน่วยความจำชนิดต่างๆ

ตอนที่ 5

ย่านความถี่ที่ใช้งานและมาตรฐานของ RFID

OMRON ELECTRONIC CO., LTD.

5. ย่านความถี่ที่ใช้งาน และมาตรฐานของ RFID

RFID มีย่านความถี่ที่ใช้งานกว้างตั้งแต่ประมาณ 125 kHz ไปจนถึง 2.45 GHz โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็นย่านต่าง ๆ ดังนี้

5.1 ย่านความถี่ต่ำ (Low frequency, LF)

5.2 ย่านความถี่สูง (High frequency, HF)

5.3 ย่านความถี่สูงมาก (Ultra high frequency, UHF)

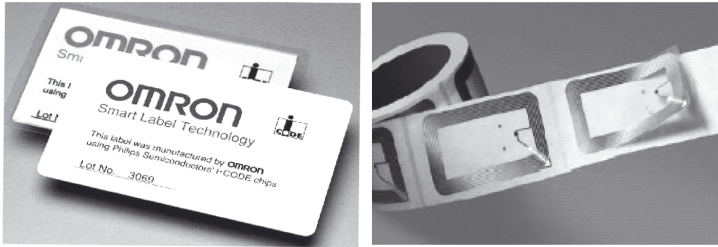
5.4 ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave)

5.1 ย่านความถี่ต่ำ (Low frequency, LF)

ช่วงความถี่จะอยู่ที่ 125 kHz จนถึง 134 kHz เป็น RFID ที่มีระยะในการอ่าน/เขียนสูงสุดประมาณ 10 cm ใช้เทคโนโลยีการคล้องของสัญญาณระหว่างเครื่องอ่านกับ tag ทำให้สามารถใช้กับ tag ทั้งที่มี และไม่มีแบตเตอรี่ได้ และยังสามารถทะลุผ่านวัตถุได้หลายชนิด (ยกเว้นโลหะ) แต่มีความไวในการอ่าน/เขียนต่ำที่สุด นิยมใช้ในงานปศุสัตว์ บัตรเข้าออก หรือในสายการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม

5.2 ย่านความถี่สูง (High frequency, HF)

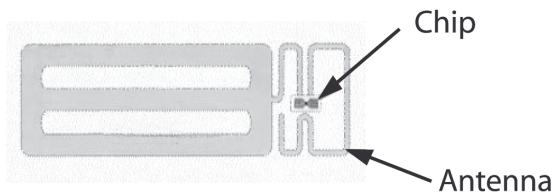
โดยมากความถี่ที่ใช้ในช่วง HF นี้จะเป็นที่ความถี่ 13.56 MHz เป็นช่วงความถี่ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางทั่วโลก เนื่องจากลักษณะการออกแบบ tag จะเป็นในลักษณะบัตร หรือ label ซึ่งบางครั้งถูกเรียกชื่อเป็น Contactless Smart Card บ้าง หรือ Smart label บ้าง RFID ในย่านนี้ยังใช้เทคโนโลยีการคล้องของสัญญาณระหว่างเครื่องอ่านกับ tag ทำให้สามารถใช้กับ tag ทั้งที่มีและไม่มีแบตเตอรี่ได้ แต่ส่วนใหญ่ประมาณ 99% จะพบเห็นเป็น tag ที่ไม่มีแบตเตอรี่เนื่องจากลักษณะงานที่ต้องเป็นฉลากสินค้า หรือบัตรประจำตัว ดังนั้นความบางจึงเป็นสิ่งสำคัญ ระยะในการอ่าน/เขียนสูงสุดประมาณ 1 m. เหมาะกับลักษณะงานเป็นบัตรต่าง ๆ เช่น บัตรเข้า-ออกสถานที่ บัตรประจำตัวบุคคล/องค์กร บัตรสมาชิก หรือเป็นฉลากสินค้าอัจฉริยะ เช่น ฉลากที่ติดกับสัมภาระบนเครื่องบิน เป็นต้น



Contactless Smart Card และ Smart label

5.3 ย่านความถี่สูงมาก (Ultra high frequency, UHF)

RFID ย่านนี้จะอยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 866 – 915 MHz ระยะการอ่าน/เขียนสูงสุดประมาณ 3-7 m. สามารถใช้กับ tag ที่มี และไม่มีแบตเตอรี่ได้ เนื่องจากระยะการอ่าน/เขียน และ tag ที่เป็นฟิล์มบาง ๆ ราคาต่อหน่วยไม่สูง จึงได้รับความนิยมใช้สูงสุดในลักษณะงาน Supply Chain Management, Logistics และในห้างสรรพสินค้าทั่วไป โดยในอนาคตอันใกล้สินค้าจะมี tag ติดทุกชิ้น สามารถตรวจสอบ สอบกลับ หรือบริหารสินค้าคงคลังได้ตลอดเวลา ลูกค้าสามารถได้รับความสะดวกรวดเร็วในการชำระค่าสินค้า เพียงแค่เข็นรถเข็นผ่านเครื่องอ่านที่ออกแบบเป็นประตู หรืออุโมงค์ ราคาสินค้าก็จะถูกอ่านขึ้นมาพร้อมกันได้โดยใช้เวลาไม่ถึงนาที โดยปัจจุบันมีองค์กร Electronic Product Code หรือ EPC Global ได้เป็นตัวกลางในการกำหนดมาตรฐาน RFID ในลักษณะงาน Supply Chain Management หรือ Logistics เพื่อให้ทุกหน่วยงานสามารถใช้ RFID ระบบเดียวกันได้ทั่วโลกในการขนส่งสินค้า โดยได้กำหนดเป็น Class ต่าง ๆ ไว้ เพื่อให้ผู้ผลิต RFID ที่เข้าร่วมกับ EPC ออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับมาตรฐานที่ระบุไว้ใน Class นั้นๆ



ลักษณะของ tag ตามมาตรฐาน EPC Global

5.4 ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave)

RFID ในย่านนี้ส่วนมากจะใช้ความถี่ที่ 2.45 GHz ระยะการอ่าน/เขียนสูงสุดมากกว่า 10 m. มีความเร็วในการอ่าน/เขียนสูงที่สุด แต่การส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับ tag ทำได้ยากเพราะหลักการสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านกับ tag เป็นแบบเดียวกับหลักการของเรดาร์ (Backscatter) คืออาศัยการสะท้อนกลับของสัญญาณจาก tag ดังนั้น tag ที่พบเห็นส่วนมากจะเป็นแบบที่มีแบตเตอรี่ นิยมใช้กับลักษณะงานที่ต้องใช้ระยะทางในการอ่าน/เขียนมากเช่น ระบบการชำระเงินบนทางด่วน สถานีที่จอดรถ logistics หรือสายการผลิตรถยนต์ในโรงงาน จุดอ่อนของ RFID ย่านไมโครเวฟคือสามารถถูกดูดซับ และสะท้อนกลับด้วยน้ำได้ ดังนั้นการใช้งานต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่มีน้ำอยู่ด้วยเป็นสิ่งสำคัญ ข้อควรระวังอีกข้อหนึ่งคือ ความถี่ที่ 2.45 GHz ซึ่งเป็นมาตรฐานของระบบไร้สายต่าง ๆ เช่น Wireless LAN Bluetooth โทรศัพท์ไร้สายที่มีตัวแม่ และตัวลูก อุปกรณ์ดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของ RFID ได้

	LF	HF	UHF	Microwave
ย่านความถี่	125 – 134 kHz	13.56 MHz	866 – 915 MHz	2.45 – 5.8 GHz
ระยะทางในการอ่าน/เขียน*	10 cm.	1 m.	3-7 m.	> 10 m.
วิธีการสื่อสาร	Coupling	Coupling	Backscatter	Backscatter
มาตรฐานที่ใช้ในปัจจุบัน**	ISO 11784, 11785 และ 14223	ISO 18000-3.1, 15693, 14443 A, B และ C	EPC Class0, 1, Class1 Gen2 และ 18000-6	18000-4
ลักษณะงานที่ใช้	ปัสตอร์, การเข้าออกสถานที่, บัตร, อุตสาหกรรม หรือ ตัว	บัตรประจำตัว, ห้องสมุด, บัตร, ขโมย, ระบบ Supply Chain Management ขนาดเล็ก หรือ การขนส่ง	ระบบ Supply Chain Management ขนาดใหญ่, การบ่งชี้ยานพาหนะ หรือ การเข้าออกสถานที่	ระบบ Supply Chain Management ขนาดใหญ่, การบ่งชี้ยานพาหนะ, การชำระค่าผ่านทาง อุตสาหกรรมรถยนต์ หรือ การเข้าออกสถานที่

ตารางสรุปคุณสมบัติ RFID ในย่านความถี่ต่าง ๆ

- * ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของแต่ละภูมิภาค เกี่ยวกับกำลังส่งสูงสุดที่ยอมรับได้
- ** มาตรฐานที่ใช้ อาจมีการเปลี่ยนแปลงควรติดตามข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ อยู่เสมอ

มาตรฐานในระบบ RFID

เพื่อให้ RFID สามารถนำไปใช้ร่วมกันได้ทั่วโลก จึงต้องกำหนดมาตรฐานขึ้นมา เพื่อให้ผู้ผลิต RFID ผลิตภัณฑ์สามารถใช้งานร่วมกันได้ เช่น เครื่องอ่านของบริษัท Omron สามารถอ่าน/เขียนกับ tag ที่ผลิตจาก Hitachi ได้ เป็นต้น มาตรฐานต่าง ๆ จะกำหนดครอบคลุมถึงโครงสร้างภายในของ tag รูปแบบการเข้ารหัส การผสมสัญญาณ ความถี่ที่ใช้ และ โปรโตคอลที่ใช้ในการอ่าน/เขียนข้อมูล ยกตัวอย่างเช่น

ISO/IEC 14443-2 type B มาตรฐานสำหรับ Contactless Smart Card แบบ Proximity กำหนดไว้ว่า

จากเครื่องอ่านไป tag	
การผสมสัญญาณ	ASK 10%
การเข้ารหัส	NRZ code
โปรโตคอล	1 start และ 1 stop บิตต่อบิต
อัตราบิตต่อวินาที (Baud rate)	106 kBd

จากตัวอย่างข้างต้นผู้ที่ผลิต Proximity card จะต้องออกแบบ RFID ให้สอดคล้องตามข้อกำหนดข้างต้นจึงจะถือว่าเป็น RFID ในระบบ ISO/IEC 14443-2 type B

มาตรฐานที่สำคัญของระบบ RFID มีดังนี้

มาตรฐานสำหรับงาน logistics

- ISO/IEC 18000
- ISO/IEC 15961-15963
- ISO/IEC 15418

มาตรฐานสำหรับงานปศุสัตว์

- ISO/IEC 11784-11785
- ISO/IEC 14223

มาตรฐานสำหรับ Contactless Smart card

- ISO/IEC 10373
- ISO/IEC 10536
- ISO/IEC 14443
- ISO/IEC 15693

มาตรฐานสำหรับ Supply Chain Management

- EPC Global

เนื่องจากมาตรฐาน EPC Global กำลังจะมีบทบาทในชีวิตประจำวันมาก ดังนั้น จะขออธิบายรายละเอียดของเฉพาะ tag แต่ละ Class อย่างคร่าว ๆ ดังนี้

EPC tag class	ลักษณะสำคัญของ tag
Class 0	หมายเลข EPC จะถูกบันทึกลง tag มาตั้งแต่กระบวนการผลิตที่โรงงาน ผู้ใช้สามารถอ่านได้อย่างเดียว
Class 1	ไม่มีหมายเลข EPC มาให้ ผู้ใช้สามารถเขียนลงใน tag ได้เอง แต่ทำได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น
Class 2	เหมือน Class 1 แต่มีหน่วยความจำขนาดใหญ่ สามารถสร้างรหัสลับ และอ่าน/เขียนข้อมูลได้
Class 3	เหมือน Class 2 แต่มีแหล่งจ่ายไฟเพื่อเพิ่มความสามารถในการทำฟังก์ชันขั้นสูงได้
Class 4	เหมือน Class 3 แต่มีการส่งผ่านข้อมูล และการตรวจจับแบบ Active (มีแบตเตอรี่)
Class 5	เหมือน Class 4 แต่สามารถติดต่อกับ tag แบบ Passive (ไม่มีแบตเตอรี่) ได้

ตอนที่ 6

คุณสมบัติของระบบ RFID

RFID

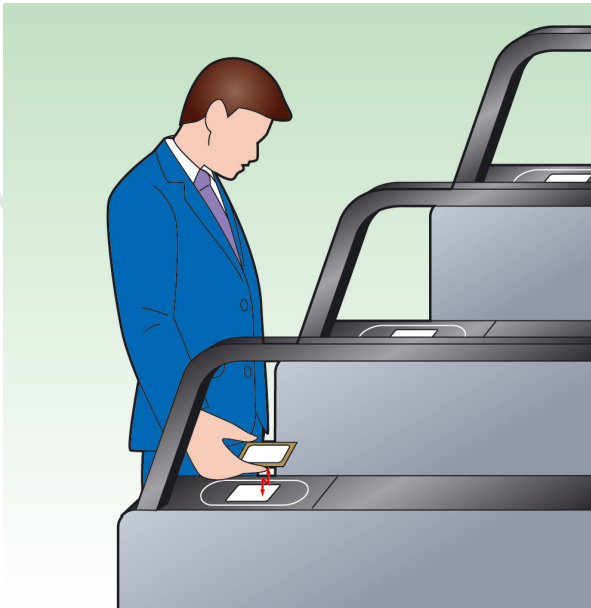
OMRON ELECTRONIC CO., LTD.

6. คุณสมบัติของระบบ RFID

ที่ผ่านมาเราได้ทราบถึงโครงสร้างการทำงานและเทคโนโลยีของระบบ RFID แล้ว ในขั้นตอนนี้จะอธิบายถึงคุณสมบัติของระบบ RFID ซึ่งอาศัยพื้นฐานของการสื่อสารแบบ คลื่นวิทยุเป็นเกณฑ์สำคัญ

6.1 อ่าน/เขียนโดยไม่ต้องสัมผัส (Contactless)

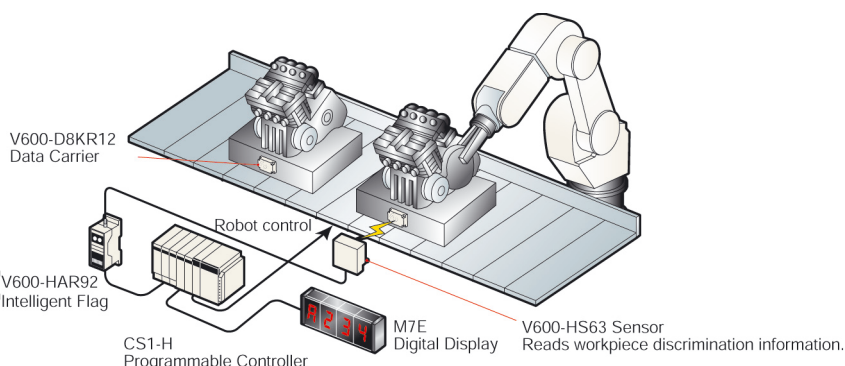
จุดเด่นข้อแรกของระบบ RFID คือเครื่องอ่านกับ Tags สามารถสื่อสารกันได้โดยไม่ต้องสัมผัสทำให้ไม่เกิดส่วนของการสึกหรอเหมือนการใส่การ์ดแม่เหล็ก ทำให้ต้นทุนในการดูแลรักษาต่ำ อายุการใช้งานยาวนานสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน



RFID ที่ใช้ในระบบรถไฟฟ้าใต้ดินผู้ให้บริการเพียงนำ Tags ที่เป็นตัวรถไฟเข้าใกล้บริเวณเครื่องอ่านก็สามารถอ่านข้อมูลได้ ซึ่งสะดวกและประหยัดเวลาได้มาก

6.2 ทนต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งสกปรก

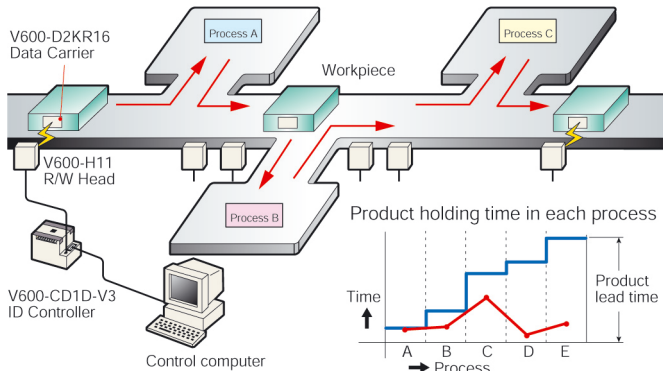
ปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการอ่าน/เขียนข้อมูลในระบบ Auto ID ที่แก้ไขลำบากก็คือ สภาพแวดล้อมในการใช้งานเช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมมีทั้งฝุ่นละออง น้ำมัน ระบบ Auto ID ที่มีปัญหามากที่สุดคือระบบบาร์โค้ด เพราะถ้าแถบบาร์โค้ดสกปรกหรือฉีกขาดก็จะไม่สามารถอ่านข้อมูลได้ หรือถ้าหน้าจอของตัวอ่านสกปรกก็มีปัญหาในการอ่านอีกเช่นกัน แต่ด้วยลักษณะเทคโนโลยีของ RFID ที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นพาหะนำข้อมูลไปจะพบว่าปัญหาดังกล่าวจะไม่มีผลกระทบต่อระบบ RFID เลย 100% ดังนั้น RFID จึงเป็นอุปกรณ์ Auto ID ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม



RFID ที่ถูกนำไปใช้งานในไลน์การผลิตเครื่องยนต์ที่มีสภาพแวดล้อมที่มีฝุ่นละอองและละอองน้ำมันจากไลน์ผลิตใกล้เคียง

6.3 สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลได้สะดวก

มีระบบ Auto ID น้อยชนิดที่สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลได้สะดวกหรือบางระบบต้องใช้เครื่องอ่าน/เขียนแยกกันต่างหาก เช่น บาร์โค้ด ต้องมีเครื่องพิมพ์และเครื่องอ่านแยกกัน สมาร์ทการ์ดต้องนำ Tags มาสัมผัสกับวงจรอ่าน/เขียนโดยตรง แต่ระบบ RFID ตัวอ่านกับตัวเขียนข้อมูลจะอยู่ในตัวเดียวกันเพียงเปลี่ยนโหมดโดยใช้ซอฟต์แวร์เท่านั้น จึงเหมาะสำหรับงานที่ต้องอ่านและ เปลี่ยนแปลงข้อมูลอยู่ตลอดเวลาเช่น สายการผลิตอัตโนมัติ



เป็นสายการประกอบสินค้าอัตโนมัติข้อมูลการทำงาน
แต่ละกระบวนการจะถูกบันทึกลงใน Tags

6.4 สื่อสารได้ทุกทิศทาง

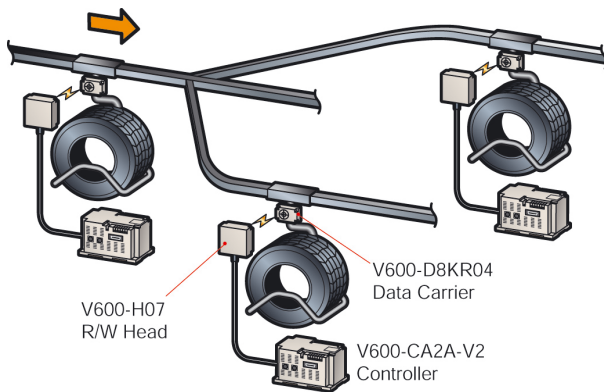
เนื่องจากคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าการอ่าน/เขียนในระบบ RFID จึงไม่ต้องคำนึงถึงทิศทางว่า Tags จะต้องอยู่ตรงหน้ากับเครื่องอ่านเสมอ Tags สามารถอยู่ด้านหลัง ด้านข้างหรือแม้กระทั่งถูกหีบอยู่ แต่ถ้าเข้ามาอยู่ในพื้นที่สัญญาณแล้วก็จะสามารถอ่าน/เขียนข้อมูลได้ตามปกติ



RFID ถูกนำไปใช้ในระบบจัดเก็บสัณการอัตโนมัติเช่น เครื่องบินหรือเรือเดินสมุทร Tags จะติดตั้งไว้ที่สัณการแต่ละใบไม่ว่า สัณการนั้นจะอยู่ในลักษณะใดก็ตามเครื่องอ่านจะสามารถอ่านข้อมูลจาก Tags ได้

6.5 Tags สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

ด้วยลักษณะโครงสร้างและความสามารถในการเขียนข้อมูลซ้ำได้ทำให้ Tags สามารถนำกลับมาใช้ในระบบการผลิตได้มากกว่า 100,000 ครั้งต่อ 1 Tags คุณสมบัติข้อนี้เป็นจุดแข็งอีกจุดหนึ่งที่ระบบ Auto ID ชนิดอื่นไม่สามารถทำได้



เป็นการประยุกต์ใช้ RFID ในกระบวนการแยกแยะและจัดเก็บข้อมูลการผลิตเช่น ขนาดโมเดล Lot Number จะถูกบันทึกไว้ใน Tags ที่ติดอยู่กับตัวแขวนเมื่อถูกจัดเก็บในคลังสินค้าแล้วตัวแขวนจะถูกนำกลับมาใช้โดยเขียนข้อมูลใหม่ทับลงไปได้

6.6 RFID Tags มีหลากหลายแบบให้ประยุกต์ใช้งาน

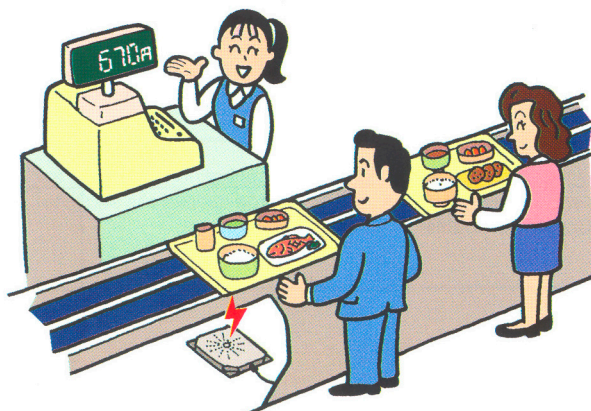
Tags ของระบบ RFID นั้นจะถูกออกแบบให้มีรูปร่าง ขนาดโครงสร้าง ความจุของหน่วยความจำและลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันออกไปเช่น มีลักษณะเป็น สมาร์ทการ์ด กระดุม เหรียญ ทรงสี่เหลี่ยม หรือแม้กระทั่งเป็นแผ่นบาง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ตามความต้องการ



RFID Tags ชนิดต่างๆ ที่ออกแบบมาเพื่อตอบสนองทุกการใช้งาน

6.7 ความสามารถในการทะลุทะลวงของสัญญาณ

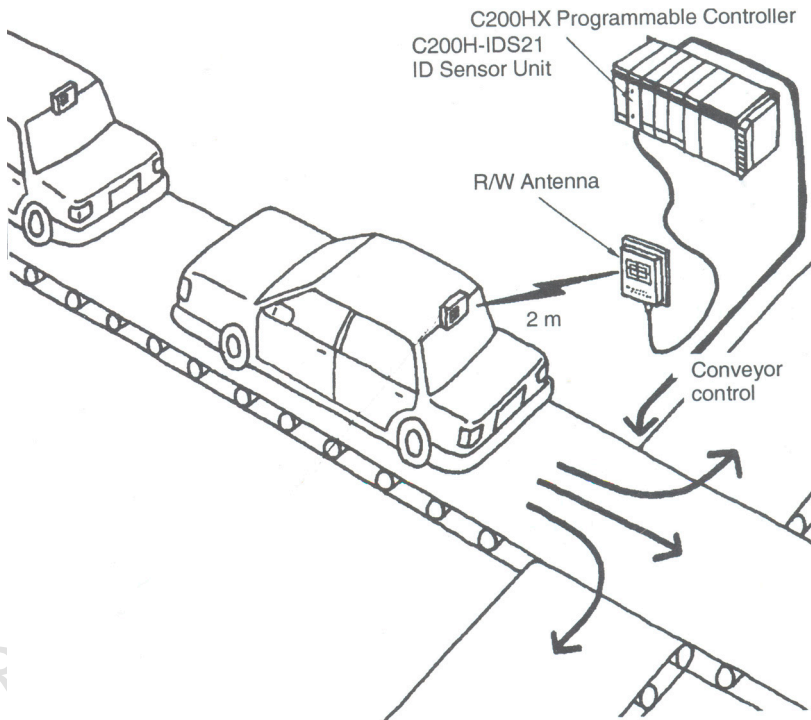
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถทะลุผ่านวัตถุที่ไม่ใช่โลหะหรือมีโลหะเป็นส่วนผสมอยู่ได้ เช่น พลาสติก ฝวห้ ไม้ ปูนซีเมนต์ ฯลฯ ดังนั้น Tags จึงสามารถถูกติดตั้งแบบฝังหรือซ่อนลงไปใ้ในเนื้อวัตถุที่เราต้องการได้ เช่น เราจะพบเห็นการฉ้ด RFID ที่มีลักษณะเป็นแท่งแก้วเล็กๆ เข้าไปในตัวสั้ตว์ การฝัง Tags ลงบนพื้นในระบบ AGV (Automatic Guide Vehicle)



RFID ถูกประยุกต์ในงานคิดเงินอัตโนมัติในร้านอาหารแห่งหนึ่งโดย Tags จะถูกฝังอยู่ในภาชนะใส่อาหาร ราคาอาหารจะถูกบันทึกลงในภาชนะที่ถูกระบุว่าจะต้องใส่อาหารที่มีราคาดังกล่าว เมื่อถอดภาชนะวางลงในพื้นที่ชำระเงินเครื่องอ่านจะอ่านและคำนวณราคาของอาหารทั้งหมดได้อย่างรวดเร็ว

6.8 สื่อสารได้ระยะไกล

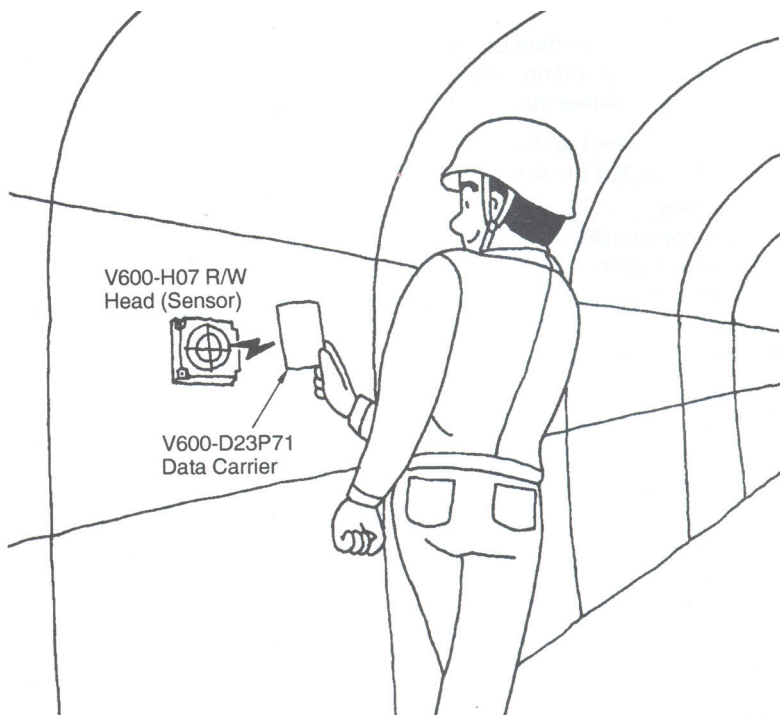
ระยะในการอ่าน/เขียนข้อมูลของระบบ RFID นั้นทำได้ตั้งแต่ 0-10 เมตร ซึ่งถือว่าไกลที่สุดในบรรดาระบบ Auto ID ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันนี้ ทั้งนี้ระยะในการอ่าน/เขียนข้อมูลจะขึ้นอยู่กับกำลังส่งของเสาอากาศและช่วงความถี่ที่ใช้งาน สำหรับกำลังส่งของเสาอากาศนั้นจะถูกกำหนดโดยกฎหมายของแต่ละประเทศทำให้ RFID ที่ผลิตในบางประเทศมีระยะในการอ่าน/เขียนต่างกันทั้งที่ความถี่ใช้งานเท่ากัน



ในไลน์ตรวจสอบคุณภาพของรถยนต์จำเป็นต้องใช้ระบบ ID ที่สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลในระยะไกล Tags จะถูกติดตั้งไว้กับตัวถังเครื่องอ่านจะถูกติดตั้งห่างออกไป ซึ่งระบบนี้ใช้คลื่นความถี่ไมโครเวฟ 2.45 GHz ทำให้ระยะในการอ่าน/เขียนสูงสุดถึง 5 เมตร

6.9 หน่วยความจำขนาดใหญ่

หน่วยความจำที่ใช้ในระบบ RFID มีตั้งแต่ขนาด 1 บิต (EAS) จนถึงมากกว่า 8 กิโลไบต์หน่วยความจำที่เป็น RAM จะสามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าหน่วยความจำแบบอื่น ข้อมูลในกระบวนการปฏิบัติงานสามารถบันทึกลงใน Tags ได้ทั้งกระบวนการ หรือแม้กระทั่งข้อมูลส่วนบุคคลก็สามารถบันทึกลงใน Tags ได้



การประยุกต์ใช้ RFID ในลักษณะบัตรประจำตัวพนักงานโดยบรรจุ ชื่อ, ตำแหน่ง, แผนก, หมายเลขประจำตัว, วันเข้าทำงาน ฯลฯ และมีการ เปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ตลอดเวลา

6.10 อ่าน/เขียนข้อมูลได้ครั้งละมากกว่า 1 Tags พร้อมกัน

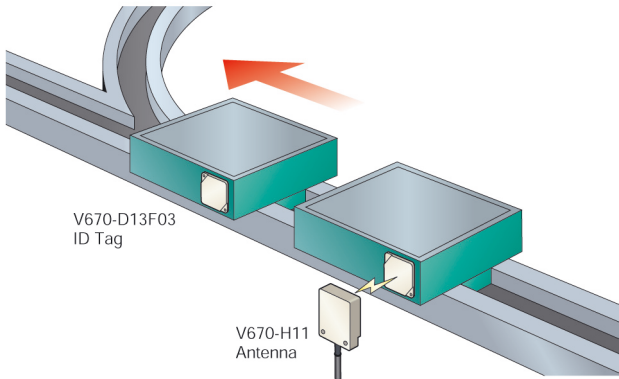
เมื่อ Tags เข้ามาอยู่ในพื้นที่สัญญาณมากกว่า 1 Tags พร้อมกันเครื่องอ่านสามารถอ่านข้อมูลซึ่งมาพร้อมกันได้ทั้งหมดหรือจะสามารถเลือกอ่านเฉพาะ Tags ที่ระบุก็ได้



เสาอากาศที่ถูกออกแบบเป็นอุโมงค์ในงาน Logistics Tags จะติดตั้งอยู่กับ Pallet ที่วางซ้อนกันอยู่เมื่อเซ็น Pallet ผ่านอุโมงค์ข้อมูลใน Tags แต่ละอันจะถูกอ่านขึ้นมาพร้อมกัน ได้ทั้งหมด

6.11 สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่

เครื่องอ่านกับ Tags สามารถสื่อสารกันได้แม้ขณะฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง กำลังเคลื่อนที่ โดยความเร็วของการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับชนิดของการสื่อสาร หน่วยความจำและปริมาณข้อมูลที่ใช้อ่าน/เขียน



เป็นไลน์ผลิตฮาร์ดดิสก์โดยสายพานจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงและไม่ต้องการจะหยุดเพื่ออ่าน/เขียนข้อมูล RFID ชนิดความเร็วสูงจะถูกนำมาใช้งาน

ตอนที่ 7

RFID กับระบบการสอบกลับ (Traceability control)

RFID

OMRON ELECTRONIC CO., LTD.

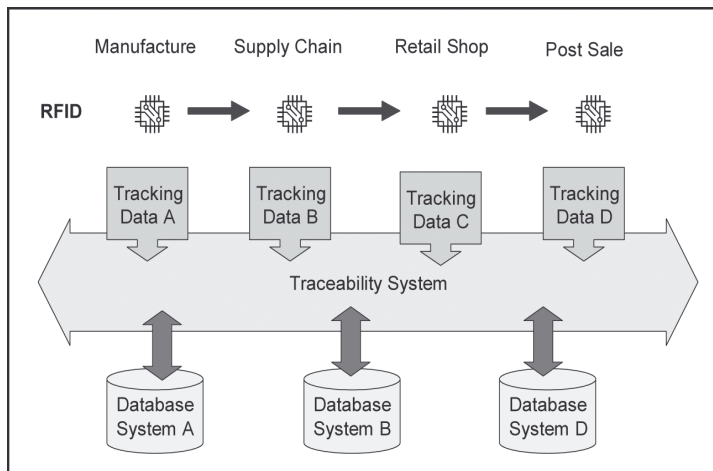
ระบบการสอบกลับ (Traceability) เป็นหัวใจสำคัญของการจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Management, SCM) โดยความหมายของการสอบกลับได้ก็คือ เมื่อก็ตามสินค้าที่อยู่ในระบบ SCM จะสามารถสอบกลับได้ถึงแหล่งที่มาตั้งแต่วัตถุดิบที่ใช้ทำ เครื่องจักรที่ใช้ผลิต วัน เวลา และข้อมูลการผลิต ตลอดจนการขนส่งสินค้าก่อนถึงมือผู้บริโภค และยังสามารถทราบด้วยว่าสินค้าชิ้นนั้นจะต้องถูกเคลื่อนย้ายไปยังกระบวนการใดต่อ หรือมีปลายทางที่ใด โดยใช้เครื่องมือบ่งชี้ (Identifier) เช่น กระดาษ บาร์โค้ด หรือ RFID

ข้อมูลการสอบกลับ (Tracking data) คือข้อมูลที่ถูกบันทึกลงไปในเครื่องมือบ่งชี้ และถูกอ่านขึ้นมาเมื่อต้องการทราบข้อมูลของสินค้านั้นๆ โดย Tracking data จะถูกควบคุมโดยกระบวนการสอบกลับอีกครั้งหนึ่ง

ในระบบสอบกลับในอดีตที่ผ่านมามีการใช้กระดาษ หรือบาร์โค้ดเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการบ่งชี้สถานะต่าง ๆ ของสินค้า แต่เนื่องจากข้อจำกัดหลายอย่างของกระดาษ และบาร์โค้ด ในแง่ของความจุข้อมูล การอ่าน/เขียนซ้ำ หรือการทนต่อสภาพแวดล้อม ทำให้ข้อมูลสำคัญ ๆ ไม่สามารถติดตามสินค้าไปตลอดเวลาได้ จึงทำให้ระบบสอบกลับยังไม่สมบูรณ์ หรือมีประสิทธิภาพมากนัก

ในปัจจุบันเทคโนโลยี RFID เข้ามามีบทบาทอย่างมากในระบบการสอบกลับ ข้อมูลสามารถถูกอ่าน/เขียนได้อัตโนมัติตลอดเวลา การเก็บข้อมูลสามารถทำในลักษณะเพิ่มข้อมูลของสินค้าได้เรื่อย ๆ ในแต่ละขั้นตอน ความจุข้อมูลมาก และการอ่าน/เขียนโดยไม่ต้องสัมผัส ทำให้ระบบการสอบกลับมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ลดความผิดพลาดให้น้อยลง

การใช้ RFID ในกระบวนการสอบกลับข้อมูล หรือ tracking data จะถูกอ่าน/เขียนในจุดที่สำคัญๆ ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีของสินค้าสำหรับอุปโภค/บริโภค จุดที่มีการอ่าน/เขียนข้อมูลจะมีตั้งแต่ โรงงานผู้ผลิต ระบบ Supply chain ร้านค้าปลีก และที่ปลายทางหรือลูกค้าตั้งรูป



หลักการของระบบ Traceability Control ที่ใช้ RFID เป็นตัวชี้บ่ง

จากรูปข้อมูลภายในโรงงานผู้ผลิตสินค้าข้อมูลชนิดสินค้า Lot number จะถูกบันทึกไว้ใน RFID tag ตั้งแต่เริ่มต้นการผลิต เมื่อสินค้าผ่านกระบวนการแต่ละกระบวนการ ข้อมูลสินค้าที่ถูกบันทึกไว้ข้างต้นจะถูกอ่านขึ้นมาเพื่อปรับให้วิธีการผลิตตรงกับชนิดของสินค้านั้น ๆ หลังจากนั้นข้อมูลแต่ละกระบวนการผลิตที่สำคัญจะถูกบันทึกเพิ่มเข้าไปใน tag จนจบกระบวนการผลิต ซึ่งอาจเป็นหมายเลขเครื่องจักรที่ผลิต เวลาที่ผลิต ปริมาณส่วนผสมที่ใช้ทำสินค้า หรือข้อมูลจากการตรวจสอบคุณภาพ เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลการผลิตอีกครั้งหนึ่ง หรือมีการลบทิ้งบางส่วนหลังจากบันทึกในฐานข้อมูลไว้แล้ว จากนั้นสินค้าจะถูกส่งออกไปยังระบบ Supply chain และ ร้านค้าปลีก ซึ่งข้อมูลของสินค้าจะถูกอ่าน/เขียนอีกครั้งหนึ่งว่าสินค้าชิ้นนั้น ๆ ผลิตมาจากที่ใด วันใด และกำลังจะถูกส่งต่อไปที่ใด จนถึงมือลูกค้า ภายหลังถ้าสินค้ามีปัญหาข้อมูลสินค้าที่อยู่ใน tag ที่ติดกับตัวสินค้าสามารถสอบกลับถึงกระบวนการผลิตที่เป็นต้นเหตุของสินค้านั้นได้

ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นการบินบันทึกข้อมูลลงใน RFID tag ในระบบ Traceability ของสินค้าตัวควบคุมอุณหภูมิรุ่น E5CN-RMT

Address	Tracking Data	
0000	<i>Omron Okayama</i>	Manufacturer
0001	<i>E5CN-RMT</i>	Model
0002	<i>20X5</i>	Lot Number
0003	002	Machine No.
0004	20/10/2005	Production date
0005	13:00	Production time
0006	1111	Control board Lot No.
0007	2222	Power board Lot No.
0008	3333	Display board Lot No.
0009	-199.9	-200°C calibration test
0010	0.0	0°C calibration test
0011	1299.7	1300°C calibration test
0012	OK	Test result
0013		Shipping date
0014		Distributor
0015		Distributor receipt date
0016		Retailer
0017		Retailer receipt date

ข้อมูลในหน่วยความจำของ RFID tag ขณะอยู่ในโรงงานผู้ผลิต

จากตัวอย่างนี้จะใช้พื้นที่ในการอ่าน/เขียนข้อมูลของ tag เป็นจำนวน 18 address (0000 – 0017) address ตั้งแต่ 0000 จนถึง 0012 เป็นพื้นที่ที่โรงงานผู้ผลิตเป็นผู้อ่าน/เขียน โดย address 0000 - 0002 ถูกกำหนดไว้ให้อ่านได้อย่างเดียว ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่ต้องการให้มีการแก้ไข จากนั้นข้อมูลจะถูกบันทึกเพิ่มเติมขึ้นจนเสร็จขบวนการ แล้วทำการจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล จากนั้นสินค้า E5CN-RMT จะถูกส่งเข้าในระบบ Supply chain เพื่อกระจายสินค้าต่อไป โดยข้อมูลบางส่วนจะถูกลบทิ้งไป(address 0004 และ 0012) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

Address	Tracking Data	
0000	<i>Omron Okayama</i>	Manufacturer
0001	<i>E5CN-RMT</i>	Model
0002	<i>20X5</i>	Lot Number
0013	22/10/2005	Shipping date
0014	Omron Electronics	Distributor
0015	30/10/2005	Distributor receipt date
0016	Kanaporn Engineering	Retailer
0017	02/11/2005	Retailer receipt date

ข้อมูลในหน่วยความจำของ *RFID tag* ขณะอยู่ในกระบวนการกระจายสินค้า

สินค้าถูกส่งออกมาจากโรงงานวันที่ 22 ตุลาคม 2005 ให้กับตัวแทนจำหน่ายบริษัท Omron Electronics ข้อมูลนี้ (address 0013 และ 0014) ทางแผนก logistics ของโรงงานเป็นผู้บันทึก เมื่อถึงตัวแทนจำหน่ายบริษัท Omron Electronics พนักงานรับสินค้า จะทำการบันทึกวันรับสินค้าวันที่ 30 ตุลาคม 2005 และซื้อร้านค้าปลีกที่สั่งซื้อสินค้านี้ไว้ใน tag (address 0015 และ 0016) เมื่อสินค้าถูกส่งไปยังร้านค้าปลีkdังกล่าวแล้ว พนักงานรับสินค้าของร้านค้า จะทำการบันทึกวันรับสินค้าวันที่ 02 พฤศจิกายน 2005 (address 0017) เป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการการบันทึกข้อมูล เมื่อร้านค้าปลีกจำหน่ายสินค้าดังกล่าวไปให้ลูกค้า และเกิดปัญหาลูกค้าต้องส่งสินค้านั้นกลับมา ร้านค้าปลีกจะสามารถอ่านข้อมูลจาก tag เพื่อสอบถามถึงสาเหตุนั้นได้

จากตัวอย่างจะพบว่า *RFID tag* สามารถที่จะอ่าน เขียนข้อมูลเพิ่ม หรือลบข้อมูลเดิมได้ตลอดเวลาทำให้สามารถแก้ปัญหาระบบสอบถามแบบเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตอนที่ 8

การประยุกต์ใช้งาน RFID

RFID

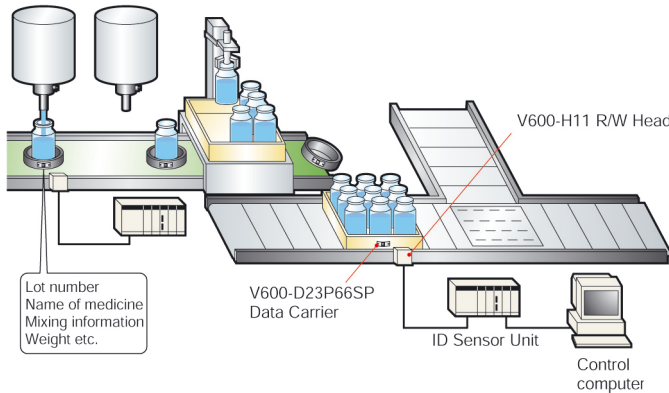
OMRON ELECTRONIC CO., LTD.

8. การประยุกต์ใช้งาน RFID

8.1 ระบบผสมและตรวจสอบยาอัตโนมัติ

ปัญหา

1. การใช้ใบสั่งงานเป็นกระดาษอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำงานได้เช่น
แปะกระดาษผิดขวดหรือสลับขวด
2. การเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ใหม่ทำได้ยาก



การแก้ปัญหาด้วย RFID

1. ในแต่ละกระบวนการ ชื่อยาและส่วนผสมจะถูกบันทึกลงใน Tags ที่ติดไว้กับ Pallets ก่อนหน้านี้พร้อมกันนั้นน้ำหนักของส่วนผสมก็ถูกบันทึกไปด้วย
2. เมื่อทำการบรรจุแต่ละส่วนผสมน้ำหนักที่เติมลงไปก็จะถูกบันทึกไว้ใน Tags เพื่อใช้ในการตรวจสอบส่วนผสมขั้นสุดท้าย

ผลที่ได้

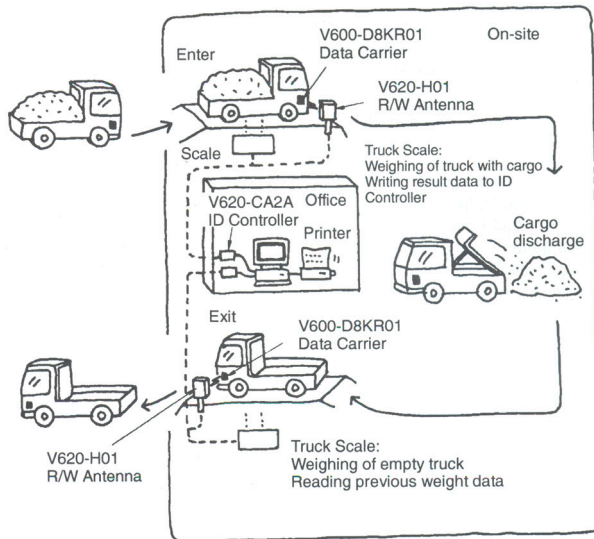
1. ระบบผสมยาอัตโนมัติและระบบการตรวจสอบที่น่าเชื่อถือจะป้องกันความผิดพลาดในการทำงานหรือลดของเสียเนื่องจากส่วนผสมผิดพลาด
2. ระบบการผสมและการควบคุมคุณภาพที่เชื่อถือได้นี้ยังทำให้ง่ายต่อการจัดการในการเก็บบันทึกประวัติการผลิตด้วย
3. ระบบสามารถตรวจสอบและป้องกันมิให้ยาที่ผิดส่วนผสมไปถึงมือลูกค้าซึ่งจะสอดคล้องกับมาตรฐาน GMP

4. จะไม่เหมือนกับการใช้กระดาษหรือบาร์โค้ดซึ่งการเปลี่ยนแปลงข้อมูลแต่ละครั้งยุ่งยากเพราะในระบบ RFID การเปลี่ยนแปลงข้อมูลทำได้เพียงเขียนข้อมูลลงใน Tags ได้ทันที

8.2 การชั่งน้ำหนักรถบรรทุก

ปัญหา

บริษัทหนึ่งมีธุรกิจเกี่ยวกับการขนส่งซึ่งต้องมีกระบวนการชั่งน้ำหนักของรถบรรทุกวัตถุดิบ บริษัทต้องการป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดจากการลงบันทึกน้ำหนัก, ทะเบียนรถและบริษัทผู้ส่งของ



การแก้ปัญหาด้วยระบบ RFID

Tags จะถูกนำมาติดตั้งที่ข้างรถบรรทุกเสอาากาศจะถูกติดตั้งข้างทางเข้าออกทะเบียนรถ, ชื่อบริษัทของรถ, ชนิดของวัตถุดิบจะถูกบันทึกลงใน Tags และจะถูกอ่านขึ้นมาเมื่อรถบรรทุกเข้ามาในบริเวณชั่งน้ำหนัก เมื่อรถบรรทุกชั่งน้ำหนักข้อมูลน้ำหนักจะถูกบันทึกลงใน Tags หลังจากรถบรรทุกทำการถ่ายวัตถุดิบลงแล้วก็จะทำการชั่งอีกครั้ง

ข้อมูลน้ำหนักใหม่ (เฉพาะน้ำหนักรถ) จะถูกนำไปบันทึกแล้วทำการคำนวณน้ำหนักที่แท้จริงของวัตถุดิบโดยเปรียบเทียบความแตกต่างจากน้ำหนักรถที่ซึ่งตอนแรกสุดท้ายข้อมูลจะถูกลงบันทึกยังระบบฐานข้อมูล

ผลที่ได้

ระบบจะไม่มีมีความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูลเช่น ทะเบียนรถ, เวลาเข้า, น้ำหนัก, การบำรุงรักษาระบบจะง่ายขึ้นเนื่องจากไม่มีส่วนสึกหรอ การอ่านข้อมูลได้ระยะไกล(ใช้ RFID แบบไมโครเวฟ) ข้อมูลน้ำหนักสามารถอ่าน/เขียน โดยตรงกับ Tags ดังนั้นการคำนวณน้ำหนักสามารถทำได้โดยไม่ต้องติดต่อกับ ฐานข้อมูล

8.3 การบริหารสินค้าในคลังสินค้า

ปัญหา

ในโรงงานผลิตสินค้านี้มีระบบคลังสินค้าเพื่อจัดเก็บวัตถุดิบในการผลิต การจัดการกับสินค้าคงคลังทั้งหมดทำโดยการใส่กระดาษจดบันทึก ซึ่งอาจมีปัญหาในการลงบันทึกไม่ถูกต้องหรือกระดาษเสียหาย



การแก้ปัญหาด้วยระบบ RFID

Tags จะถูกติดไว้ที่ชั้นเก็บวัตถุดิบแต่ละรายการข้อมูลของวัตถุดิบเช่น ชนิด, วันที่เข้า, จำนวนหรือใช้เป็นส่วนประกอบของสินค้าใด จะถูกบันทึกลงใน Tags การตัดสต็อกหรือเช็คสต็อกจะทำโดยใช้ RFID ชนิดมือถือ (Portable) ซึ่งสามารถอ่านข้อมูลแล้วทำการ Update ข้อมูลได้ทันทีโดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

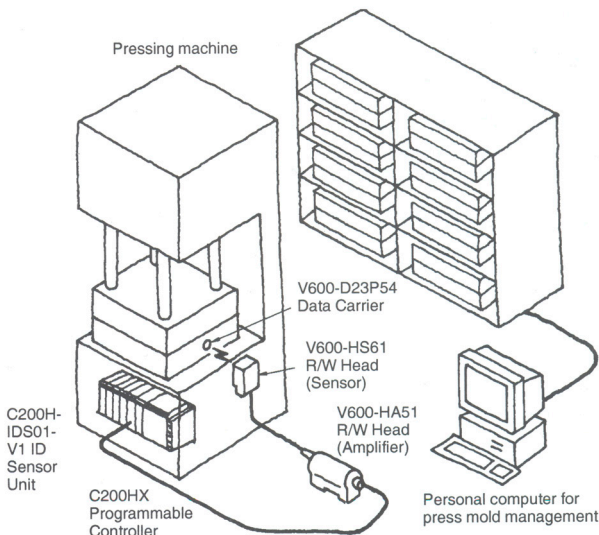
ผลที่ได้

ความถูกต้องแม่นยำความสะดวกในการอ่าน/เขียนข้อมูล ข้อมูลสามารถถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์มือถือที่ต่อกับ RFID และสามารถถ่ายโอนข้อมูลในระบบฐานข้อมูลได้

8.4 การจัดการการใช้งานแม่พิมพ์

ปัญหา

การบันทึกข้อมูลการใช้งานของแม่พิมพ์แต่ก่อนจะใช้การบันทึกลงกระดาษซึ่งอาจเกิดปัญหาเนื่องจากการไม่ระวังหรือการชำรุดเสียหายของกระดาษทำให้ใช้แม่พิมพ์ไม่ถูกต้องได้



ติดตั้ง Tags ไว้ที่แม่พิมพ์แต่ละตัวข้อมูลของแม่พิมพ์ เช่น ชนิดของแม่พิมพ์, ประวัติของการซ่อมแซม, จำนวนครั้งที่ใช้งาน, เครื่องจักรที่ใช้ร่วมกัน ฯลฯ

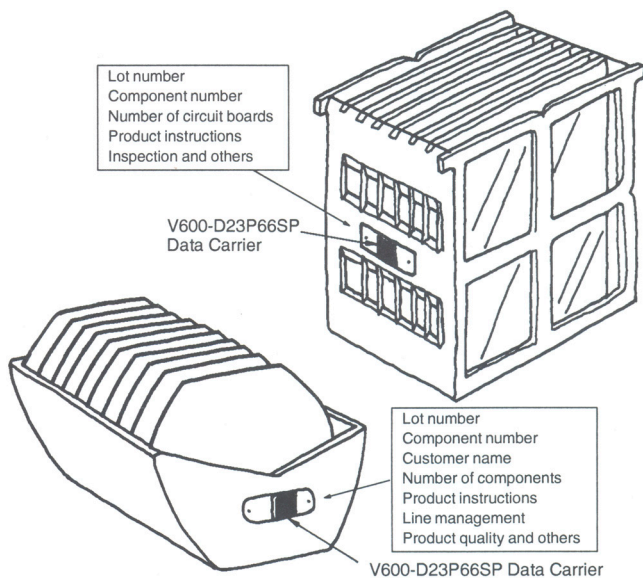
ผลที่ได้

ข้อมูลของแม่พิมพ์จะถูกบันทึกอย่างถูกต้อง ลดปัญหาการใช้แม่พิมพ์ผิด รู้อายุการใช้งานของแม่พิมพ์ ชนิดของแม่พิมพ์ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดการทำงานของ PLC ในการสั่งงานเครื่องจักรในการทำงานกับแม่พิมพ์นั้นๆ

8.5 การใช้งานการจัดการกระบวนการผลิตของเซมิคอนดักเตอร์

ปัญหา

ในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์(PCB) ต้องมีกระบวนการจุ่มสารเคมีเพื่อทำความสะอาดพื้นผิวชิ้นงาน ซึ่งใช้ระบบบาร์โค้ดแบบสติกเกอร์จะให้ประสิทธิภาพน้อย เพราะจะหุดต่อการกัดกร่อนไม่ได้



การแก้ไขปัญหาด้วยระบบ RFID

Tags ของ RFID จะมีชนิดที่ทนต่อสารเคมีคือ Tags ที่ทำจาก Teflon (PFA) สามารถติดไปกับแม็กกาซีนของแผ่น PCB เพื่อระบุชนิด Lot No. จำนวนของแผ่น PCB ในขณะที่จุ่มลงไปในสารเคมีได้

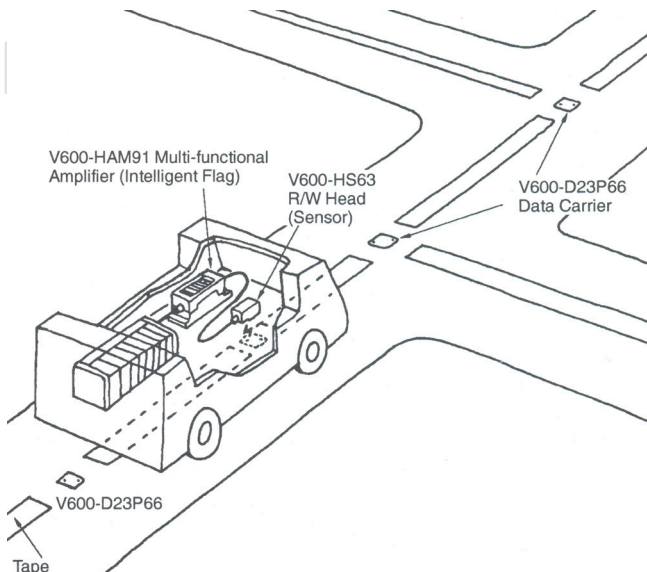
ผลที่ได้

ระบบการจัดการข้อมูลต่างๆ จะสามารถเก็บไว้ได้อย่างปลอดภัยและถูกอ่านขึ้นมาอย่างถูกต้องสะดวกรวดเร็วไม่ต้องมีการติดตั้ง Tags ใหม่ในการจุ่มสารเคมีแต่ละครั้ง

8.6 ระบบ Automatic Guided Vehicle

ปัญหา

ระบบการผลิตที่ต้องการพาหนะอัตโนมัติ เช่น รถ, หุ่นยนต์ ในการเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้ การออกแบบโดยใช้ระบบ ID อื่นๆ ทำได้ยากมาก



เครื่องอ่านจะถูกติดตั้งไว้ที่รถ ส่วน Tags ที่มีข้อมูลบอกทิศทางจะถูกติดตั้งไว้ตามทางแยกต่างๆ เมื่อรถเคลื่อนที่มาถึงจุดแยกข้อมูลการเดินทางจาก Tags จะถูกอ่านขึ้นมา เช่น ตรงไป เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา CPU ในรถจะเป็นตัวประมวลผลเพื่อบังคับล้อให้เลี้ยวไปตามเส้นทางที่ต้องการ

ผลที่ได้

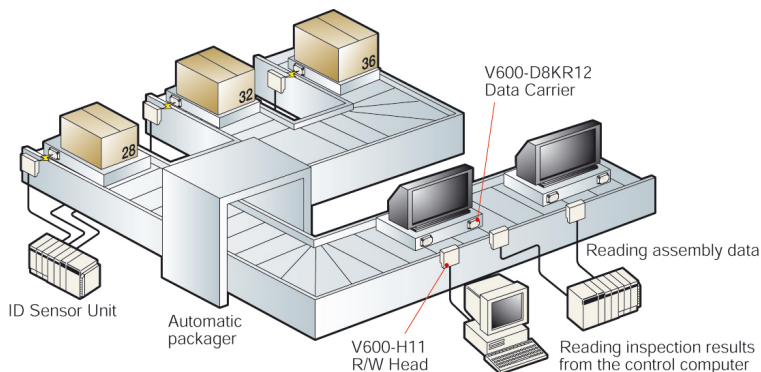
การเปลี่ยนแปลง Lay out ของเส้นทางทำได้ง่าย เพียงแค่เปลี่ยนข้อมูลใน Tags แต่ละจุดสามารถบอกตำแหน่งการเคลื่อนที่ได้ตลอดเวลา

8.7 การควบคุมระบบจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลในอุตสาหกรรม TV

และ Monitor

ปัญหา

1. การจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลเช่น ผลการตรวจสอบวันที่ผลิตราย ในกระบวนการผลิตแบบ Mixed flow เป็นเรื่องที่ยุ่งยากมากในการควบคุมข้อมูลต่างๆ
2. กระบวนการผลิตมักเกิดปัญหาด้านการสลับสายการผลิตเช่น การเปลี่ยนสายการผลิตจากการผลิตธรรมดาไปสายการผลิตงาน Rework งานซ่อม
3. กระบวนการผลิตด้านการคัดแยกสินค้าโดยแยกขนาดหรือแยกตามปลายทาง การส่งสินค้า มักต้องการระบบที่รวดเร็วและแม่นยำ



การแก้ปัญหา

1. บันทึกข้อมูลสินค้า รหัสสินค้า ชื่อรุ่น ข้อมูลในการผลิต ข้อมูลการประกอบ ข้อมูลการตรวจสอบ ลงใน Tags
2. บันทึกกระเป๋ยการทำงานของแต่ละสายการผลิตลงใน Tags
3. บันทึกข้อมูลสินค้าลงใน Tags แต่ละกระบวนการผลิต จากนั้นอ่านข้อมูลที่กระบวนการผลิตสุดท้าย

ผลที่ได้

1. กระบวนการผลิตจะมีประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น เนื่องจากสินค้าจะถูกจัดเก็บเข้าไปในกระบวนการผลิตที่ถูกต้อง
2. ข้อมูลของสินค้าจะถูกเก็บอย่างเป็นระบบทำให้การสืบค้นข้อมูลในภายหลังทำได้ง่าย รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

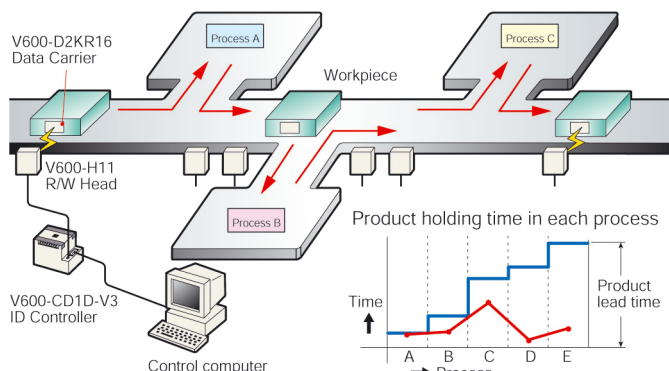
8.8 การควบคุมและบันทึกข้อมูลในแต่ละขั้นตอนการผลิต (Progress Control)

ปัญหา

แต่ละกระบวนการผลิตมักจะมีหลากหลายขั้นตอนการผลิต ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าแต่ละกระบวนการผลิตย่อยมักจะเกิดปัญหาทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิตของแต่ละกระบวนการผลิตย่อย

ดังนั้นการจะปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของทั้งกระบวนการผลิต อาจทำได้ยาก เพราะไม่รู้ว่าจะเกิดความล่าช้าที่ส่วนไหนของกระบวนการผลิตย่อย

การจัดการระบบห่วงโซ่อุปทาน (SCM) เป็นเรื่องที่จำเป็นที่โรงงานจะต้องเข้าไปดูแลแต่เนื่องจากกระบวนการผลิตในปัจจุบันมีความสลับซับซ้อนมากทำให้ระบบคอมพิวเตอร์แบบเดิมๆ ไม่สามารถจัดการด้านห่วงโซ่อุปทานได้



การแก้ปัญหา

ติดตั้ง ID Tags กับภาชนะใส่ชิ้นงานเมื่อเริ่มต้นของแต่ละกระบวนการผลิตย่อย ให้เขียนข้อมูลเวลาลงไปใน Tags และเมื่อสิ้นสุดของแต่ละกระบวนการผลิตย่อยหัวอ่านจะอ่านข้อมูลเวลาเริ่มต้นกระบวนการทำงานจากนั้นข้อมูลที่ได้ทั้งหมดนำไปสร้างกราฟ ซึ่งจะทำให้สามารถวิเคราะห์การใช้เวลาในแต่ละกระบวนการผลิตได้

เมื่อการทำงานของแต่ละกระบวนการเสร็จสิ้นให้เขียนข้อมูลและคำสั่งสำหรับกระบวนการผลิตถัดไปลงใน Tags และเมื่อชิ้นงานไปยังกระบวนการผลิตถัดไปก็จะอ่านข้อมูลและคำสั่งนั้นๆ สำหรับกระบวนการผลิต ดังนั้นระบบจะทำงานด้วยความถูกต้องยิ่งขึ้น

ผลที่ได้

ทำให้รู้ว่าการผลิตไหนที่มีลักษณะเป็นคอขวดทำให้สามารถปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตได้

เมื่อจับเวลาการทำงานของแต่ละกระบวนการผลิตมาได้ก็สามารถจัดทำกราฟ Unitprice ของสินค้านั้นๆ ได้ ทำให้ช่วยในการคาดการณ์กำไรของสินค้านั้นๆ ได้

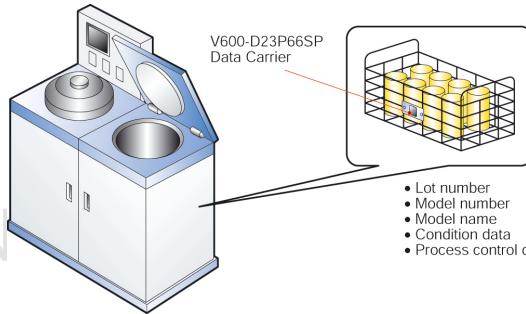
สามารถติดตามได้แน่นอนว่าสินค้าชิ้นนั้น อยู่ที่ไหนของกระบวนการผลิตทำให้สามารถจัดการเรื่องระบบการส่งสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8.9 ลีดคอนโทรลและคอนดิชันคอนโทรลในกระบวนการชุบโลหะ

ปัญหา

กระบวนการชุบโลหะนั้นใน 1 รอบการทำงานจะมีการใส่ชิ้นงานหลายๆ อย่างเพื่อนำลงไปชุบภายใน 1 รอบการทำงาน การซึ่ปลักษณะนี้ไม่สามารถนำป้ายบอกชื่อชิ้นงานติดไปกับชิ้นงานได้ ดังนั้นจึงเกิดปัญหาเรื่องของการสลับกันของชิ้นงานได้

นอกจากนี้สินค้าในปัจจุบันมีวงรอบอายุของสินค้าที่ตัวและมีการ เปลี่ยนรุ่นและลักษณะของสินค้าต่างๆ ดังนั้นมักมีปัญหาเรื่องของชิ้นงานรุ่นเก่ากับรุ่นใหม่มักจะปะปนกัน ในอ่างชุบ



การแก้ปัญหา

ติด ID Tags ลงในตะกร้าชุบและใส่ชื่อผลิตภัณฑ์, ชิ้นงาน, ชื่อลีดคั่นเบอร์และเงื่อนไขในการชุบลงใน ID Tags

ติดตั้งหัวอ่านของ RFID บริเวณอ่างชุบเพื่ออ่านข้อมูลลีดคั่นเบอร์ข้อมูลสินค้าและเงื่อนไขการชุบ

ติดตั้งหัวอ่านของ RFID ของแต่ละกระบวนการผลิตเพื่อติดตามว่า สินค้าลีดคั่นเบอร์อยู่ที่ใดในกระบวนการผลิตเพื่อลดความสับสนของสินค้า

ผลที่ได้

- ลดข้อผิดพลาดด้านการทำงานอันเนื่องมาจากคน
- ง่ายต่อการติดตามสินค้าในกระบวนการผลิต
- สามารถวางแผนงานด้านการจัดส่งสินค้าให้ลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทส่งท้าย

จากเนื้อหาที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะได้รับความรู้ในเรื่องระบบ RFID เพิ่มมากขึ้น เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานหรือปรับปรุงระบบการจัดการข้อมูลการผลิตและการใช้งานทั่วไป ซึ่งไม่จำเป็นจะต้องเป็นโรงงานอุตสาหกรรม โดยหวังว่าเทคโนโลยีแห่งอนาคตนี้จะช่วยเพิ่มขีดความสามารถและลดข้อจำกัดในการทำงานเพื่อเพิ่มขีดความสามารถ, ประสิทธิภาพและโอกาสในการแข่งขันทางธุรกิจให้สูงขึ้นต่อไป..

OMRON ELECTRONIC CO., LTD.



OMRON

OMRON ELECTRONICS CO., LTD.

20th Floor, Rasa Tower, 555 Phaholyothin Rd.,
Chatuchak, Chatuchak, Bangkok 10900
Call Center: (66 2) 942 6700 Fax: (66 2) 937 0501
E-mail: omron-th@ap.omron.com
Website: www.omron-ap.co.th

PLCeasy.com

เว็บไซต์เพื่อการเรียนรู้ PLC ด้วยตนเอง