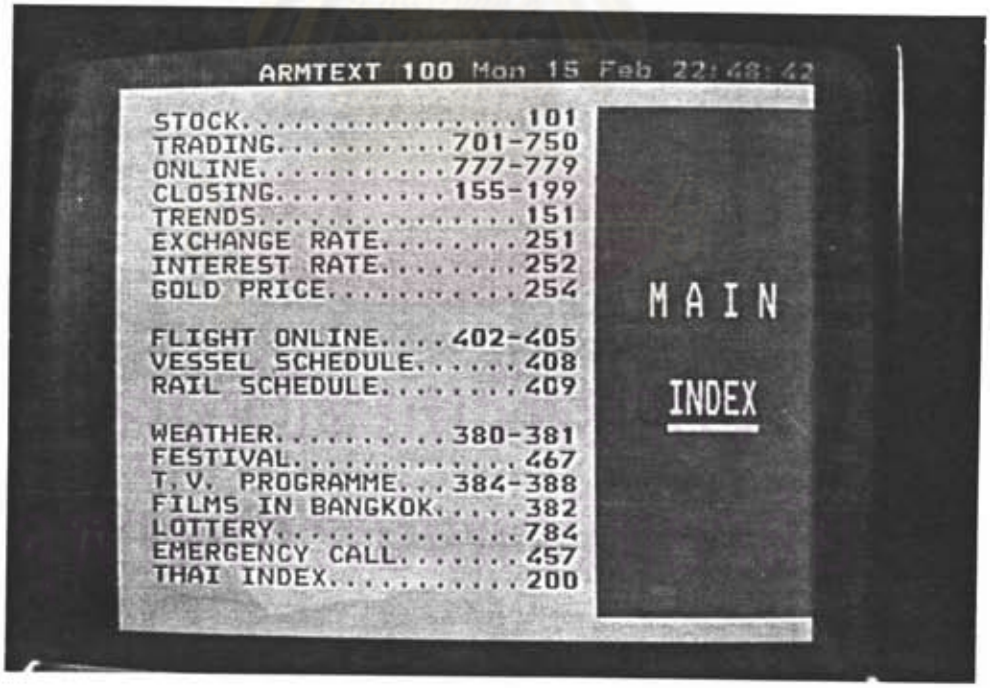
บทที่ 2

หลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1 ระบบเทเลเท็กซต์ [1][2]

ในประเทศไทยได้มีการส่งข้อมูลข่าวสารเทเลเท็กซต์ออกอากาศโดยใช้ชื่อระบบว่า ARMTEXT เป็นการส่งออกอากาศโดยบริษัทเทเลอินฟอร์เมชั่น จำกัด ร่วมกับสถานีโทรทัศน์กองทัพบกช่อง 5 แพร่สัญญาณเทเลเท็กซต์และสัญญาณภาพของรายการปกติของสถานีพร้อมกัน โดยระบบ ARMTEXT นี้จะมีข้อมูลให้รับชมได้จำนวน 700 หน้า เป็นข้อมูลเกี่ยวกับราคาหุ้น, อัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราสกุลต่าง ๆ , ตารางการขึ้นลงของเที่ยวบินต่าง ๆ , โปรแกรมรายการบันเทิงของสถานีโทรทัศน์, หัวข้อข่าวประจำวัน เป็นต้น

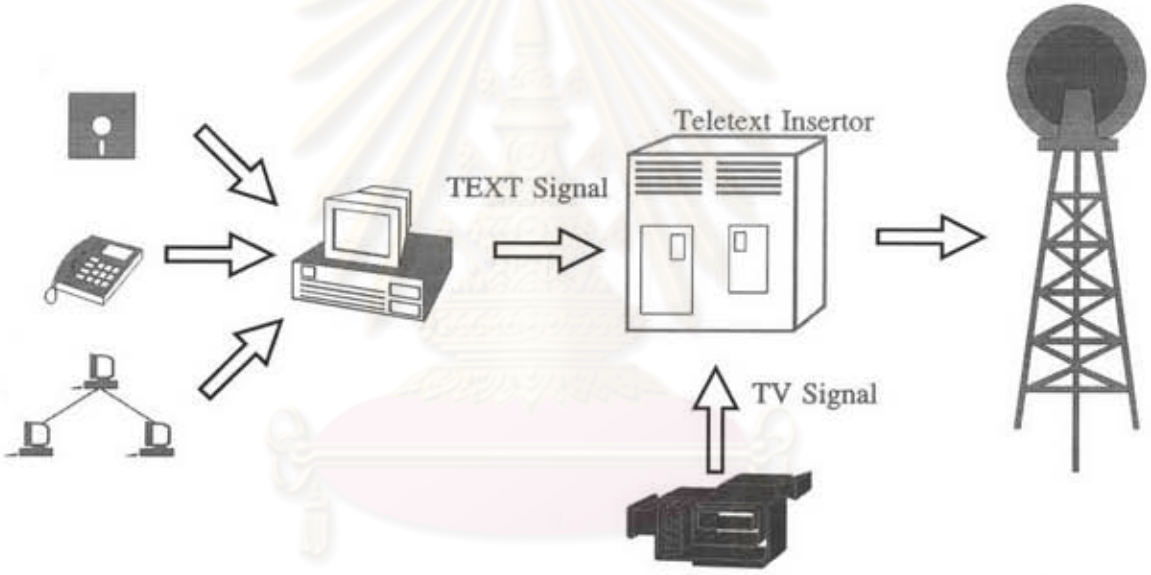


รูปที่ 2.1 ตัวอย่างหน้าจอภาพเทเลเท็กซต์ที่รับได้จากสถานีโทรทัศน์กองทัพบกช่อง 5

ลักษณะของข่าวสารเทเลเท็กซต์ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ในส่วนบรรทัดบนสุดของจอภาพจะแสดงชื่อของระบบคือ "ARMTEXT", เลขหน้าที่รับข้อมูลได้ในขณะนั้น, วันที่และเวลาตามลำดับ ส่วนที่เหลือก็จะเป็นภาพของข้อมูล

2.1.1 สัญญาณโทรทัศน์และสัญญาณข้อมูลเทเลเท็กซต์

ระบบการส่งข้อมูลเทเลเท็กซต์ดังแสดงในรูปที่ 2.2 นั้น สามารถนำข้อมูลมาจากแหล่งต่าง ๆ เช่น การท่าอากาศยาน, ตลาดหลักทรัพย์, ธนาคารแห่งประเทศไทย, สำนักข่าวไทย และอื่น ๆ ส่งผ่านทางเครือข่ายการสื่อสารมาที่คอมพิวเตอร์ เพื่อทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของเทเลเท็กซต์



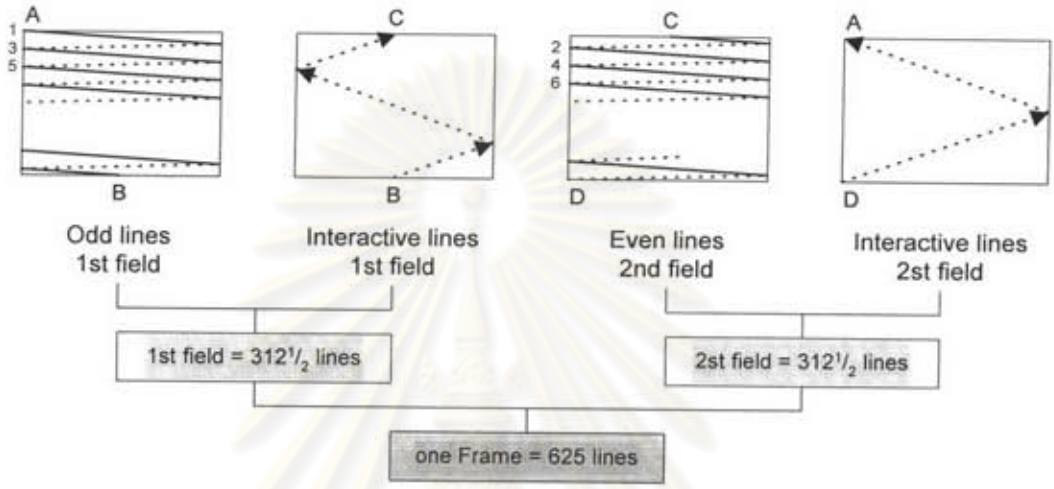
รูปที่ 2.2 ระบบการส่งข้อมูลเทเลเท็กซต์

นำเสนอในระบบเทเลเท็กซต์ หรือจะสร้างข้อมูลขึ้นโดยให้พนักงานป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง ซึ่งข้อมูลจะมีลักษณะเป็นตัวอักษรล้วน ๆ หรือรูปกราฟิกก็ได้ และข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดแบ่งออกเป็นหน้า ๆ ในแต่ละหน้าอาจจะประกอบด้วยตัวอักษรหรือภาพกราฟิกสีต่าง ๆ หรือทั้งสองอย่างเพื่อให้เกิดความน่าสนใจ

ข้อมูลที่เปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบของระบบเทเลเท็กซต์เรียบร้อยแล้วจะถูกนำไปสร้างเป็นสัญญาณไฟฟ้าและแทรกเข้าไปกับสัญญาณภาพรวม (Composite Video Signal) ที่จะทำการออกอากาศ แล้วจึงนำไปออกอากาศด้วยสัญญาณวิทยุโทรทัศน์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับประเทศไทย การสร้างภาพบนจอโทรทัศน์จะใช้เส้นแนวนอนที่เรียกว่า "เส้นสแกน" หรือ "เส้นกวาด" (scanning line) จำนวน 625 เส้นต่อหนึ่งภาพ และ 25 ภาพต่อหนึ่งวินาที ตามมาตรฐาน ซีซีไออาร์ ดังที่แสดงในรูปที่ 2.3



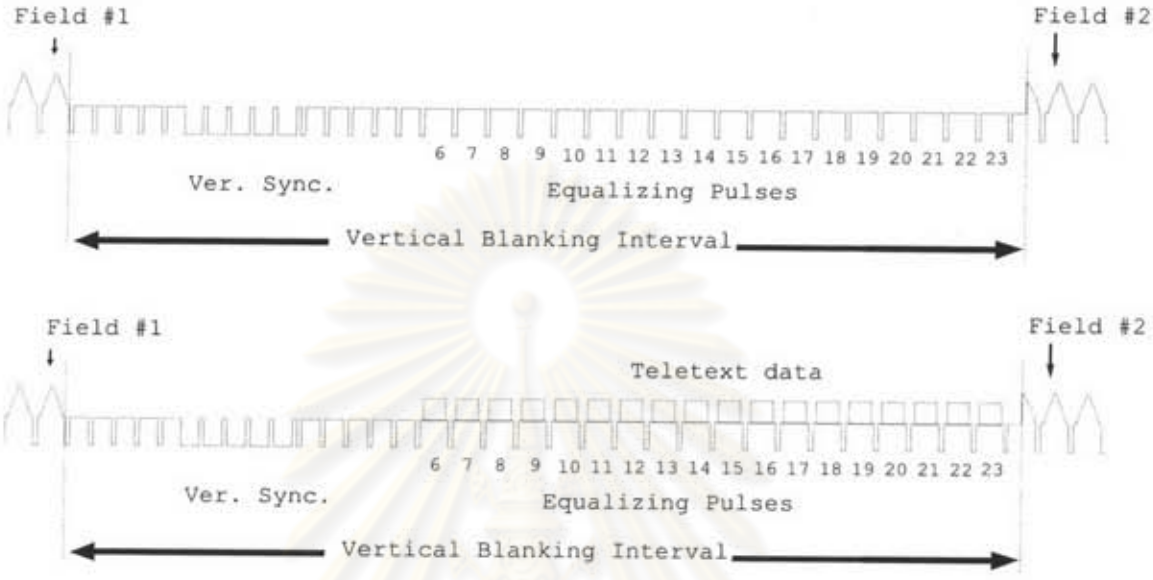
รูปที่ 2.3 การสแกนแบบสลับเส้นหรือแบบสอดแทรกระบบ ซีซีไออาร์

วิธีการสแกนของระบบโทรทัศน์ สมมติว่าเริ่มสแกนจากเฟรมที่เป็นเส้นคี่ก่อนโดยเริ่มจากจุด A เส้นที่ 1 กวาดไปทางด้านขวา นับเป็นเส้นสแกนที่ 1 แล้วจึงเริ่มเส้นที่ 3, 5, 7, 9 และต่อเนื่องไปจนถึงเส้นสแกนที่ 312.5 ซึ่งก็คือสแกนมาถึงจุด B หลังจากนั้นการสแกนจะถูกหักเหทางแนวตั้ง ที่เรียกว่า "การสบัดกลับแนวตั้ง" หรือ "Vertical Retrace" กลับไปยังตำแหน่ง C เพื่อเริ่มสแกนในเฟรมของเส้นคู่ต่อไป

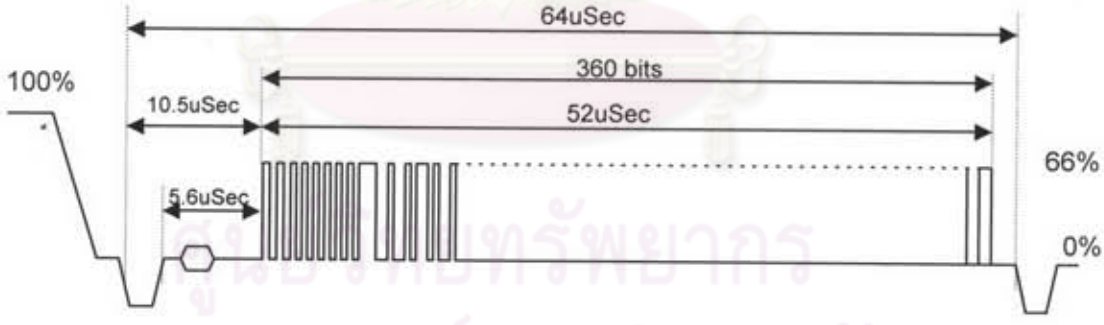
รูปที่ 2.4 เป็นการแสดงรูปของสัญญาณภาพรวมในช่วงการสบัดกลับแนวตั้งของสัญญาณโทรทัศน์แบบปกติและแบบที่มีการแทรกของสัญญาณเทเลเท็กซต์เข้าไป ซึ่งในช่วงนี้จะเป็นช่วงไร้ภาพ (blanking) จึงสามารถแทรกข้อมูลเทเลเท็กซต์เข้าไป โดยจะใช้ช่วงของเส้นที่ 7 ถึง 22 ของฟิลด์ที่หนึ่ง และเส้นที่ 320 ถึง 335 ของฟิลด์ที่สอง

สัญญาณเทเลเท็กซต์เป็นสัญญาณเชิงเลขหรือสัญญาณดิจิตอลที่มีลอจิกเป็น "0" หรือ "1" ซึ่งเมื่อนำสัญญาณเทเลเท็กซต์ไปแทรกลงในสัญญาณภาพรวม สัญญาณที่มีลอจิก "1" จะมีระดับสัญญาณประมาณ 66% ของค่าสูงสุดของสัญญาณภาพรวม ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ในการส่งข้อมูลเทเลเท็กซต์ในช่วงเวลาหนึ่งเส้นสแกนจะใช้เวลา 52 ไมโครวินาที ซึ่งสามารถส่งข้อมูลขนาด 8 บิตต่อ

หนึ่งตัวอักษร ได้จำนวน 45 รหัส หรือ 360 บิต ด้วยอัตราเร็วในการส่งข้อมูล 6.9375 เมกกะบิตต่อวินาที

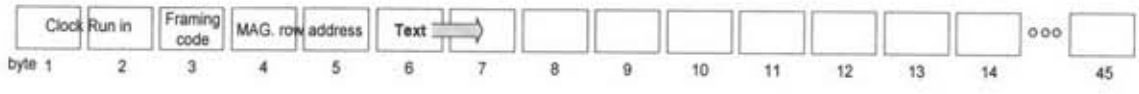


รูปที่ 2.4 สัญญาณภาพรวมในช่วงไร้ภาพแบบปกติและแบบที่มีข้อมูลเทเลเท็กซต์



รูปที่ 2.5 ลักษณะของสัญญาณภาพรวมที่มีข้อมูลเทเลเท็กซต์ในหนึ่งเส้นสแกน

2.1.2. โครงสร้างของข้อมูลเทเลเท็กซต์



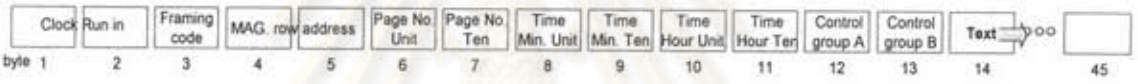
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของข้อมูลเทเลเท็กซต์

จากรูปที่ 2.6 จะแสดงโครงสร้างข้อมูลเทเลเท็กซต์ ข้อมูล 2 ไบต์แรกเรียกว่า "Clock Rin-in" จะมีลำดับของลอจิกเป็น "1010 1010" จะใช้เป็นสัญญาณในการปรับเข้าจังหวะกับการส่งของภาครับ

ไบต์ที่ 3 เรียกว่า "รหัสเริ่มต้น" หรือ "Framing Code" จะมีลอจิกข้อมูลเป็น "1110 0100" จะใช้บอกจุดเริ่มต้นของข้อมูล

ไบต์ที่ 4 และ 5 ใช้บอกเลขชุดและแถว โดยเลขชุด 1 ถึง 7 จะใช้เพียง 3 บิตในการบอกเลขชุดและอีก 3 บิตใช้เป็นบิตป้องกันความผิดพลาด และเลขแถวระหว่างแถวที่ 0 ถึงแถวที่ 24 จะใช้ 5 บิตในการบอก และอีก 5 บิตสำหรับป้องกันความผิดพลาด

ไบต์ที่ 6 ถึง 45 ของแถวที่ 1 ถึงแถวที่ 24 จะใช้เป็นข้อมูลที่ต้องการแสดงออกเป็นภาพ โดยข้อมูลจะเป็นข้อมูลขนาด 7 บิตและพาริตี้ 1 บิต



รูปที่ 2.7 โครงสร้างข้อมูลเทเลเท็กซต์แถวที่ 0 หรือ Page Header

สำหรับแถวที่ 0 หรือที่เรียกว่า "Page Header" จะมีลักษณะแตกต่างจากแถวข้อมูลอื่น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.7 คือ

ไบต์ที่ 6 และ 7 จะเป็นข้อมูลที่ใช้แสดงเลขหน้าที่เป็นหลักหน่วยและหลักสิบตามลำดับ

ไบต์ที่ 8, 9, 10, และ 11 ใช้แสดงเวลาของระบบ คือ หลักหน่วยของนาที, หลักสิบของนาที, หลักหน่วยของชั่วโมง และหลักสิบของชั่วโมง ตามลำดับ โดยในไบต์ที่ 9 จะใช้เพียง 3 บิต ในการบอกเลข 0 ถึง 5 ในหลักสิบของเวลา อีก 3 บิตสำหรับป้องกันความผิดพลาด รวมเป็น 6 บิต ที่เหลืออีก 2 บิตใช้เป็นรหัสควบคุม C4 (Erase Page) เป็นรหัสที่สั่งให้เครื่องรับทำการลบข้อมูลของหน้าที่ส่งมาก่อนหน้านี้ออกไป

ไบต์ที่ 12 และ 13 เรียกว่า Control Group A และ Control Group B ตามลำดับ ทั้งสองไบต์นี้จะประกอบด้วยรหัสควบคุม C7 ถึง C14 พร้อมบิตป้องกันความผิดพลาด

ไบต์ที่ 14 ถึง 45 จะใช้เป็นข้อมูลที่ต้องการแสดงออกเป็นภาพในแถวที่ 0 โดยข้อมูลจะเป็นข้อมูลขนาด 7 บิตและพาริตี้ 1 บิต เช่นเดียวกับแถวอื่น ๆ

2.1.3 การเข้ารหัสแฮมมิง (Hamming Code)

การแก้ปัญหาความผิดพลาดข้อมูล เช่น เลขชุด, เลขแถว, รหัสควบคุม เป็นต้น จะมีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้เกิดความผิดพลาดในข้อมูล วิธีแก้ไขวิธีหนึ่งคือ ส่งข้อมูลนั้น ๆ ซ้ำ 2 ครั้ง หรือมากกว่า เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับมาเปรียบเทียบกัน แต่วิธีนี้ไม่สามารถป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ ถ้าหากความผิดพลาดนั้นเกิดขึ้นเหมือนกันทั้งสองครั้ง

ข้อมูลโดยทั่วไปของระบบเทเลเท็กซ์ที่ใช้แสดงผลหรือภาพนั้น จะใช้การตรวจสอบภาวะเสมอมูลคี่หรือพาริตีคี่ (odd parity check) ซึ่งการตรวจสอบนี้จะสามารถตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้เพียงครั้งละ 1 บิตเท่านั้น แต่สำหรับข้อมูลที่เป็นเลขชุด เลขแถว และรหัสควบคุมต่าง ๆ จะใช้การเข้ารหัสแฮมมิง (Hamming Code) ที่พัฒนาโดย Mr. R.W. Hamming แห่ง Bell Telephone Lab. มาใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาด

การเข้ารหัสแฮมมิง สำหรับข้อมูลขนาด 8 บิต จะมีข้อมูลจริงเพียง 4 บิต คือ บิตที่ 2, 4, 6 และ 8 และบิตที่เหลืออีก 4 บิต คือ บิตที่ 1, 3, 5 และ 7 จะเป็นบิตตรวจสอบเรียงสลับกันดังรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 รูปแบบของการเข้ารหัส *ก) พาริตีคี่ ข) แฮมมิง*

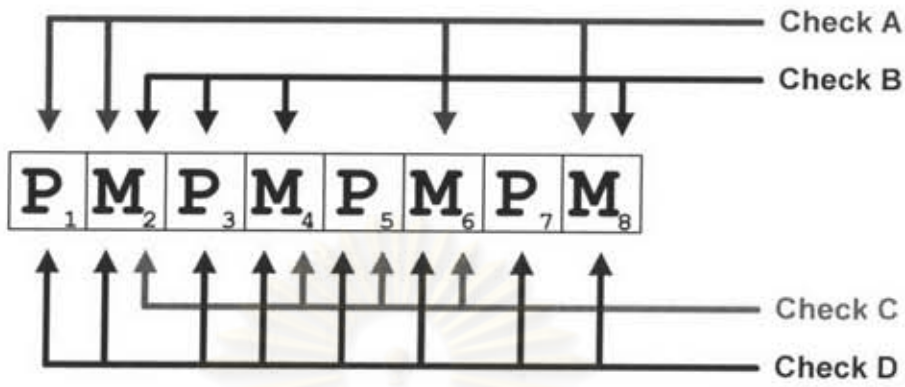
ในการตรวจสอบบิตที่ 1, 3, 5 และ 7 จะขอเรียกใหม่ว่า check A, check B, check C และ check D ตามลำดับ ในการตรวจสอบจะทำตรวจสอบพาริตีคี่ของตำแหน่งต่างดังนี้

check A ตรวจสอบพาริตีคี่ของบิตที่ 1, 2, 6 และ 8

check B ตรวจสอบพาริตีคี่ของบิตที่ 2, 3, 4 และ 8

check C ตรวจสอบพาริตีคี่ของบิตที่ 2, 4, 5 และ 6

check D ตรวจสอบพาริตีคี่ของทุกบิต



รูปที่ 2.9 การตรวจสอบบิตของการเข้ารหัสแฮมมิง

check A, B, C และ D จะทำให้ทราบถึงตำแหน่งของบิตที่ทำให้เกิดความผิดพลาด และแก้ไขบิตนั้นให้ถูกต้อง การบอกตำแหน่งของบิตที่ผิดพลาดสามารถแสดงได้ดังตารางในรูปที่ 2.10

A	B	C	D	ACTION REQUIRED
0	0	0	0	DATA IS CORRECT
1	0	0	0	
0	1	0	0	REJECT DATA
1	1	0	0	TWO OR MORE
0	0	1	0	ERROR
1	0	1	0	DETECTED
0	1	1	0	IN BYTE
1	1	1	0	
0	0	0	1	INVERT BIT 7
1	0	0	1	INVERT BIT 1
0	1	0	1	INVERT BIT 3
1	1	0	1	INVERT BIT 8
0	0	1	1	INVERT BIT 5
1	0	1	1	INVERT BIT 6
0	1	1	1	INVERT BIT 4
1	1	1	1	INVERT BIT 2

รูปที่ 2.10 ตารางสรุปผลของการตรวจสอบบิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง ข้อมูลที่จะเข้ารหัสคือ 1010 สามารถแสดงได้ดังนี้

บิตที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ข้อมูล	A	1	B	0	C	1	D	0

- check A ตรวจสอบบิตที่ 1, 2, 6 และ 8 ถ้าต้องการให้ผลเป็นพาริตีคี่ บิตตำแหน่งที่ 1 หรือ A ต้องมีค่าเป็น "1"
- check B ตรวจสอบบิตที่ 2, 3, 4 และ 8 ถ้าต้องการให้ผลเป็นพาริตีคี่ บิตตำแหน่งที่ 3 หรือ B ต้องมีค่าเป็น "0"
- check C ตรวจสอบบิตที่ 2, 4, 5 และ 6 ถ้าต้องการให้ผลเป็นพาริตีคี่ บิตตำแหน่งที่ 5 หรือ C ต้องมีค่าเป็น "1"
- check D เป็นการตรวจสอบพาริตีคี่ของทุกบิต ดังนั้นบิตตำแหน่งที่ 7 หรือ D จะมีค่าเป็น "1"

สรุปการเข้ารหัสแฮมมิงของข้อมูล "1010" จะได้เป็นข้อมูลขนาด 8 บิต คือ "11001110"

2.1.4 การเข้ารหัสของข้อมูลเทเลเท็กซต์

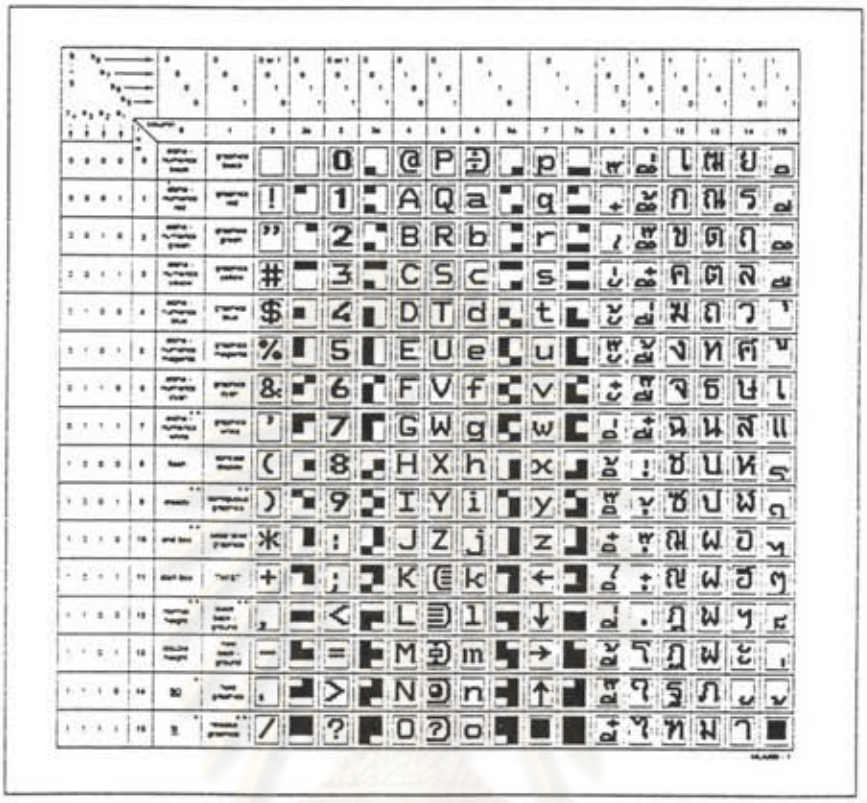
ตารางในรูปที่ 2.11 เป็นตารางที่ถอดรหัสข้อมูลเพื่อสร้างเป็นภาพข้อมูลเทเลเท็กซต์บนเครื่องรับโทรทัศน์ของไอซี SAA5246AP ซึ่งสามารถแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ๆ คือ

1. กลุ่มควบคุมลักษณะของข้อมูล จะเป็นข้อมูลในหลัก (column) ที่ 0 และ 1 ซึ่งข้อมูลในกลุ่มนี้จะแสดงออกที่ว่าง ๆ
2. กลุ่มลักษณะข้อมูล จากตารางในรูปที่ 2.11 จะเป็นข้อมูลในหลักที่ 2 ถึง 15 ซึ่งข้อมูลในกลุ่มนี้จะแสดงออกตามรูปภายใน □ ดังที่แสดงในตาราง และเราสามารถแบ่งกลุ่มข้อมูลนี้ออกเป็น

   2.1 ลักษณะข้อมูลตัวอักษรที่ใช้ในหลายประเทศ จะเป็นข้อมูลในหลัก (column) ที่ 2 ถึงหลักที่ 7 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้เป็นสากล เช่น 1, 2, 3, ... หรือ a, b, c,... เป็นต้น

   2.2 ลักษณะข้อมูลตัอักษรที่ใช้เฉพาะประเทศ จะเป็นข้อมูลในหลัก (column) ที่ 8 ถึงหลักที่ 15 ข้อมูลในข้อนี้แสดงลักษณะตัวอักษรของแต่ละประเทศใช้ เช่น ก, ข, ค, ... สำหรับประเทศไทย เป็นต้น ซึ่งในการนำข้อมูลในข้อนี้ไปใช้จะใช้ C12 ถึง C14 ในโครงสร้างข้อมูลเทเลเท็กซต์เป็นตัวควบคุม

Table SAA5246AP/S character data input decoding, English and Thai languages.



For character version number (00111) see Register 11B.

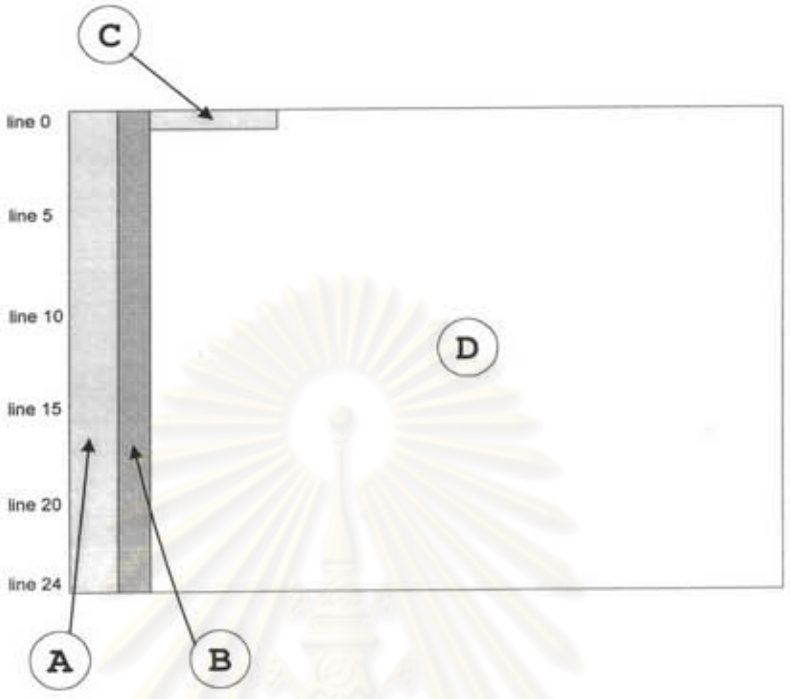
* These control characters are reserved for compatibility with other data codes.

** These control characters are presumed before each row begins.

รูปที่ 2.11 ตารางแสดงข้อมูลถอดรหัสของไอซี SAA5246AP

ในการทำวิทยานิพนธ์นี้จะนำข้อมูลตามตารางในรูปที่ 2.11 นี้มาเข้ารหัสสำหรับเป็นข้อมูลที่ใช้ส่งในเครื่องแทรกข้อมูลเทเลเท็กซต์ เนื่องจากเมื่อสร้างต้นแบบเสร็จสามารถจะนำเครื่องถอดรหัสข้อมูลเทเลเท็กซต์ที่ใช้รหัสตารางเดียวกับตารางในรูปที่ 2.11 หรือ ชิป SAA5246AP มาใช้ทดสอบเครื่องต้นแบบได้ ในการนำไปใช้ข้อมูลเหล่านี้จะต้องถูกนำไปเข้ารหัสพาริตีคี่ก่อน ตัวอย่างเช่น ข้อมูลตัวอักษร "0" จะมีบิตข้อมูลเป็น "00110000" หรือ 30H ตามตารางในรูปที่ 2.8 เมื่อเข้ารหัสพาริตีคี่บิตข้อมูลจะเปลี่ยนเป็น "10110000" หรือ B0H แต่จะมีข้อมูลบางตัวที่เมื่อเข้ารหัสพาริตีคี่แล้วบิตข้อมูลยังคงไม่เปลี่ยนแปลง เช่น ข้อมูลตัวอักษร "2" มีบิตข้อมูลเป็น "00110010" หรือ 32H เมื่อเข้ารหัสพาริตีคี่ บิตข้อมูลก็ยังคงเป็น "00110010"

การเข้ารหัสข้อมูลเทเลเท็กซต์นั้นจะมีการเข้ารหัสทั้งแบบแฮมมิงและพาริตีคี่ ซึ่งสามารถทำการสรุปจากข้อมูลในแต่ละแถวข้อมูล โดยจะแบ่งเป็น 4 ส่วน ตามรูปที่ 2.12 คือ



รูปที่ 2.12 การแบ่งการเข้ารหัสข้อมูลเทเลเท็กซต์หนึ่งหน้าออกเป็นส่วน ๆ

1. ส่วน A ส่วนนี้จะเป็น Clock Run-in ที่มีข้อมูลเป็น "0101 0101" หรือ 55H จำนวน 2 ไบต์ หรือ 16 บิต และ Framing Code ที่มีข้อมูลเป็น "0010 0111" หรือ 27H อีก 1 ไบต์ ซึ่งในแต่ละแถวข้อมูลทั้ง 25 แถวมีข้อมูลส่วนนี้เหมือนกัน ดังนั้นข้อมูลส่วนนี้จะใช้ฮาร์ดแวร์สร้างเป็นสัญญาณขึ้นมา

2. ส่วน B จะเป็นข้อมูลไบต์ที่ 4 และไบต์ที่ 5 ตามโครงสร้างข้อมูลเทเลเท็กซต์ที่ใช้บอกเลขชุดและแถว ข้อมูลส่วนนี้จะต้องเข้ารหัสแฮมมิง

3. ส่วน C เป็นข้อมูลตั้งแต่ไบต์ที่ 6 ถึง ไบต์ที่ 13 ของแถวที่ 0 หรือ Page Header ซึ่งเป็นส่วนที่มีความสำคัญ ข้อมูลส่วนนี้จะเข้ารหัสแฮมมิง

4. ส่วน D เป็นข้อมูลที่จะนำไปสร้างเป็นสัญญาณภาพของข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลส่วนเดียวที่จะปรากฏบนเครื่องรับโทรทัศน์ ข้อมูลส่วนนี้จะนำไปเข้ารหัสพาริตีคี่

จากการที่ข้อมูลในส่วน A ได้ใช้ฮาร์ดแวร์ในการสร้างเป็นสัญญาณขึ้นมา จึงทำให้จำนวนหน่วยความจำที่ต้องใช้ลดลงจากจำนวนข้อมูลแถวละ 45 ไบต์ เหลือแถวละ 42 ไบต์ สรุปคือในข้อมูลเทเลเท็กซต์หนึ่งหน้าจะใช้หน่วยความจำในการเก็บข้อมูลจำนวน 25 x 42 เท่ากับ 1,050 ไบต์

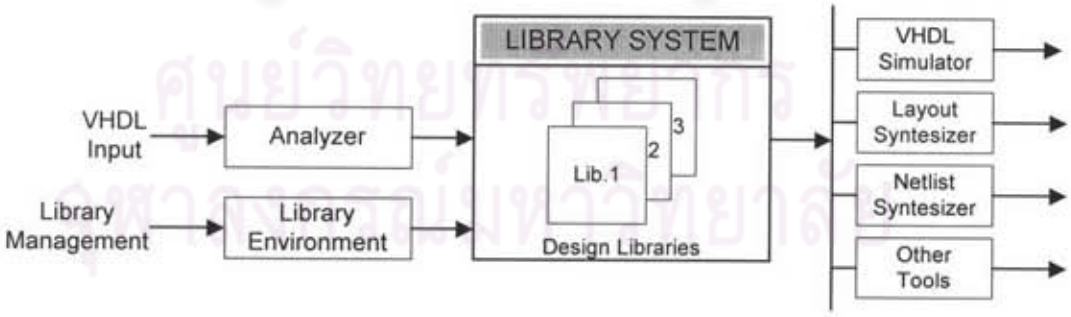
2.1.5 ลักษณะข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมกับเวลา

การรับส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมจะเกี่ยวข้องกับเวลา คือ ในการส่งข้อมูล 10 บิต โดยมีรูปแบบประกอบหนึ่งบิต start เป็นลอจิก "0" แปดบิตข้อมูลและหนึ่งบิต stop ที่มีลอจิกเป็น "1" รวมเป็น 10 บิต ซึ่งถ้าทำการรับหรือส่งข้อมูลด้วยอัตรา(baud rate) 9600 บิตต่อวินาที ดังนั้นในเวลาหนึ่งวินาทีจะสามารถทำการรับส่งข้อมูลได้ 960 ไบต์

รูปที่ 2.13 ลักษณะการส่งข้อมูลแบบอนุกรม 8 บิตไม่มีพาริตี

2.2 ภาษาวีเอชดีแอลเบื้องต้น [2]

ภาษาวีเอชดีแอลเป็นภาษาที่มีประโยชน์อย่างมากในการอธิบายวงจรที่มีขนาดใหญ่ ทั้งในด้านการวิเคราะห์ (Analysis) การจำลอง (Simulation) และการสังเคราะห์วงจร (Synthesis) ดังเห็นได้จากความนิยมของผู้ใช้ เป็นเหตุให้บริษัทที่ผลิตซอฟต์แวร์ช่วยออกแบบอิเล็กทรอนิกส์ ปรับปรุงซอฟต์แวร์ของตนให้สนับสนุนการใช้งานของภาษาวีเอชดีแอล นอกจากนี้ยังมีบริษัทที่เกิดขึ้นจากภาษาวีเอชดีแอลโดยเฉพาะอีกด้วย



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับวีเอชดีแอล

ในรูปที่ 2.14 เป็นการแสดงให้เห็นสิ่งแวดล้อมของการออกแบบภาษาวีเอชดีแอล เช่น ตัววิเคราะห์ (Analyzer) จะใช้ในการแปลความหมายของตัวบอกวีเอชดีแอล (VHDL description) ให้อยู่ในรูปแบบระหว่างกลาง ซึ่งตัววิเคราะห์นี้จะทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างคำในประโยค (syntax

check) สำหรับไลบรารีออกแบบ (Design Libraries) จะมีการทำงาน เช่น สร้างไลบรารีใหม่, ลบไลบรารีเก่า หรือ ใช้ออกแบบ Entity นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือในการจำลองภาษาวีเอชดีแอล (VHDL simulator) จะเป็นเครื่องมือในการช่วยจำลองการทำงานของ Entity ที่ได้ออกแบบจาก Design Library เป็นรายงานออกมา และเครื่องมืออีกตัวที่ช่วยในการพัฒนาภาษาวีเอชดีแอล คือ ตัวสังเคราะห์ฮาร์ดแวร์ (hardware synthesizer) เครื่องมือนี้จะเป็นตัวที่ใช้สร้างวงจรขึ้นมา

องค์ประกอบหลักของแบบจำลองภาษาวีเอชดีแอล

ภาษาวีเอชดีแอล จะประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ 2 ส่วน คือ Entity และ Architecture ดังแสดงในรูปที่ 2.15

```
ENTITY component_name IS
    input and output ports
    physical and other parameters
END component_name;
```

```
ARCHITECTURE identifier OF component_name IS
    declarations.
BEGIN
    specification of the functionally of the
    component in terms of its input lines and as
    influenced by physical and other parameters.
END identifier;
```

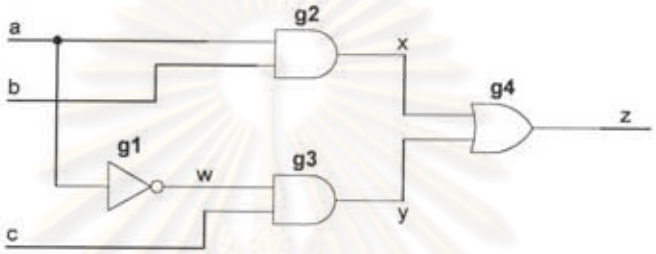
รูปที่ 2.15 ส่วนประกอบของภาษาวีเอชดีแอล

ENTITY จะเป็นคำหลักหรือ keyword ที่ทำหน้าที่กำหนดชื่ออุปกรณ์ (component) หรือชื่อของ Entity, ทางเข้าและออก (input and output port) ของอุปกรณ์ และค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น ค่าเวลาประวิง (delay time) ซึ่งจะให้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันตามค่าของพารามิเตอร์ ตัวอย่างเช่น

ต้องการเปลี่ยนแปลงการทำงานของไอซีจากตระกูลซีมอสไปเป็นทีทีแอล โดยไอซียังทำงานลักษณะที่เหมือนเดิม ทำได้โดยเปลี่ยนแปลงค่าประวิงเวลา

ARCHITECTURE เป็นส่วนที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณทางเข้าและสัญญาณทางออกที่ผ่านค่ามาจาก Entity ในการออกแบบอุปกรณ์โดยใช้ภาษาวีเอชดีแอล ชื่อของ component_name ที่อยู่ใน ENTITY และ ARCHITECTURE จะต้องเป็นชื่อเดียวกัน

ตัวอย่าง การใช้ภาษาวีเอชดีแอลในการออกแบบวงจรดังรูปที่ 2.16

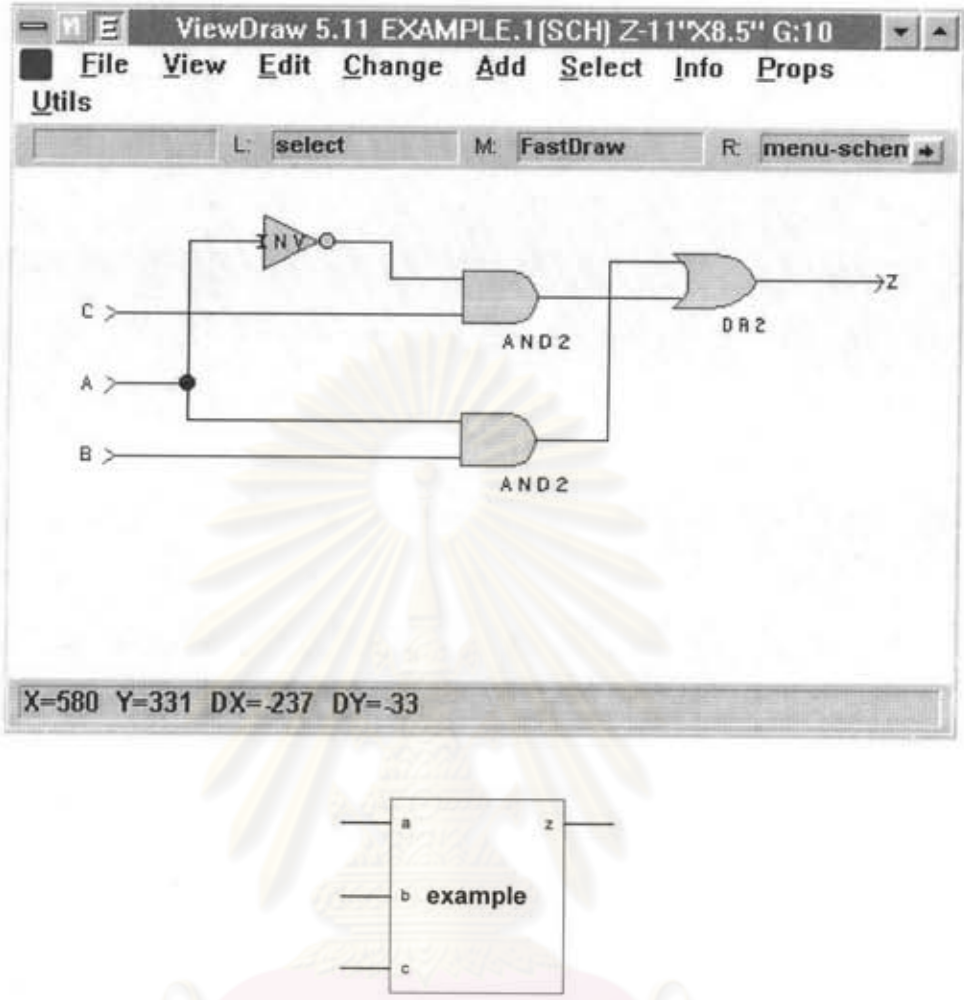


รูปที่ 2.16 วงจรเกตที่ต้องการใช้ภาษาวีเอชดีแอลออกแบบ

```
ENTITY example IS
        PORT (a,b,c         : IN    BIT;
                z           : OUT BIT);
END excample;

ARCHITECTURE concurrent OF example IS
        SIGNAL w, x, y   : BIT;
BEGIN
        w <= NOT a;
        x <= a AND b;
        y <= c AND w;
        z <= x OR y;
END concurrent;
```

รูปที่ 2.17 ภาษาวีเอชดีแอลที่ใช้ออกแบบวงจรเกต



รูปที่ 2.18 วงจรและสัญญลักษณ์ของตัวอย่างที่ได้สังเคราะห์ขึ้น

จากรูปที่ 2.17 Entity จะมีทางเข้าหรืออินพุต คือ a, b, และ c และมีทางออกหรือเอาต์พุต คือ z ส่วน Architecture เป็นการนำสัญญาณเข้าและออกมาอธิบายความสัมพันธ์ ซึ่งจะเห็นว่าเราสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขวงจรได้ง่าย โดยแก้ไขที่ Entity และ Architecture แล้วจึงนำไปทำการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ จะได้อุปกรณ์ที่มีลักษณะดังรูปที่ 2.18