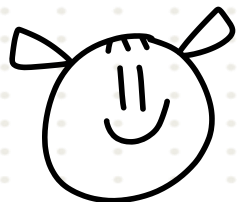


# Embedded System Overview



# ส่วนประกอบของระบบฝังตัว

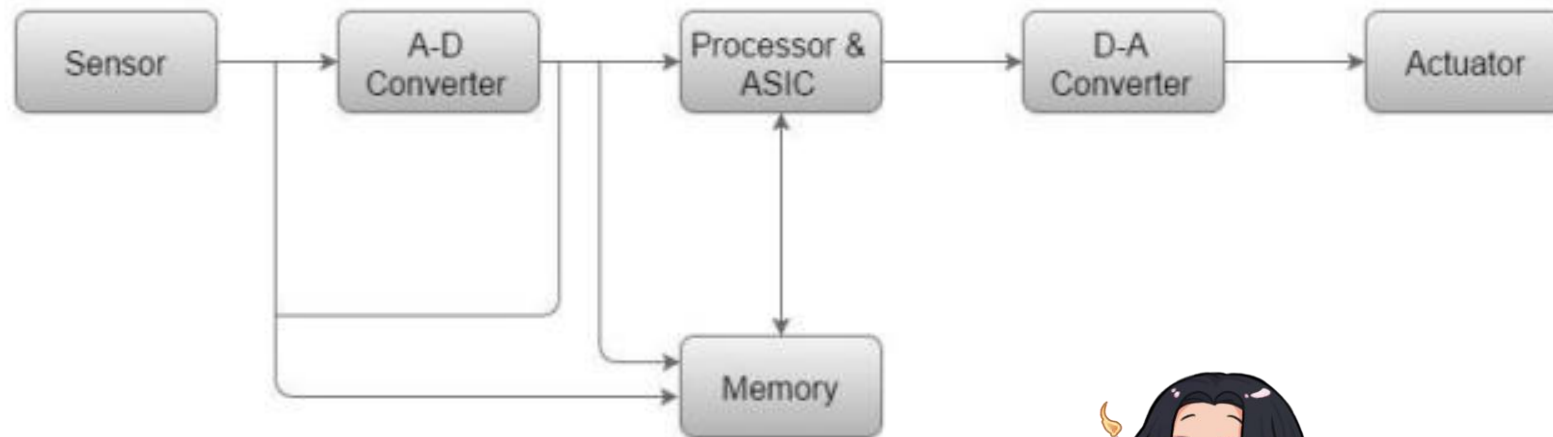
☀ จะทำงานประสานกันระหว่าง hardware, software

- ☀ 1. processor
- 2. input
- 3. output
- 4. Other components



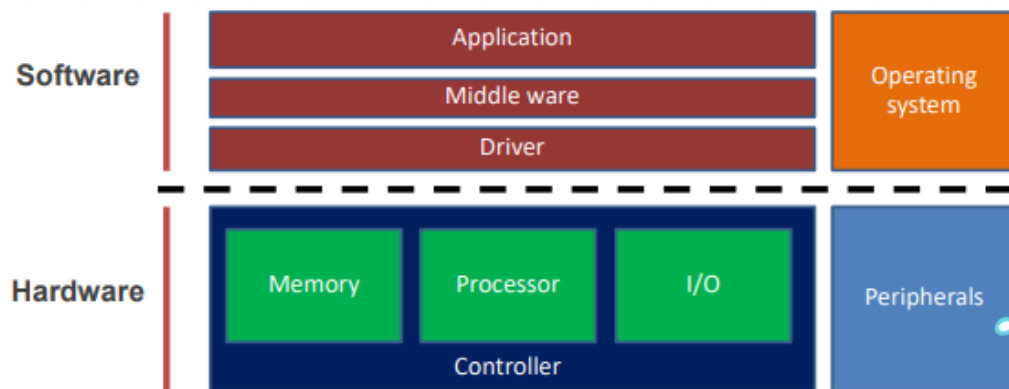
# โครงสร้างของระบบโดยรวม

★ จากภาพคือโครงสร้างของระบบในส่วนของ hardware โดยปกติแล้วระบบฝังตัวจะทำการรับค่าและตอบสนองต่อค่าที่ได้รับมา ซึ่งเซ็นเซอร์จะทำการตรวจสอบสภาพแวดล้อมและส่งค่าเข้า processor เพื่อประมวลผล (input) หลังจากนั้น processor จะทำการตัดสินใจว่าจะทำอะไร (จากการเขียน โปรแกรม) ต่อ โดยจะส่งการไปยัง actuator (output)



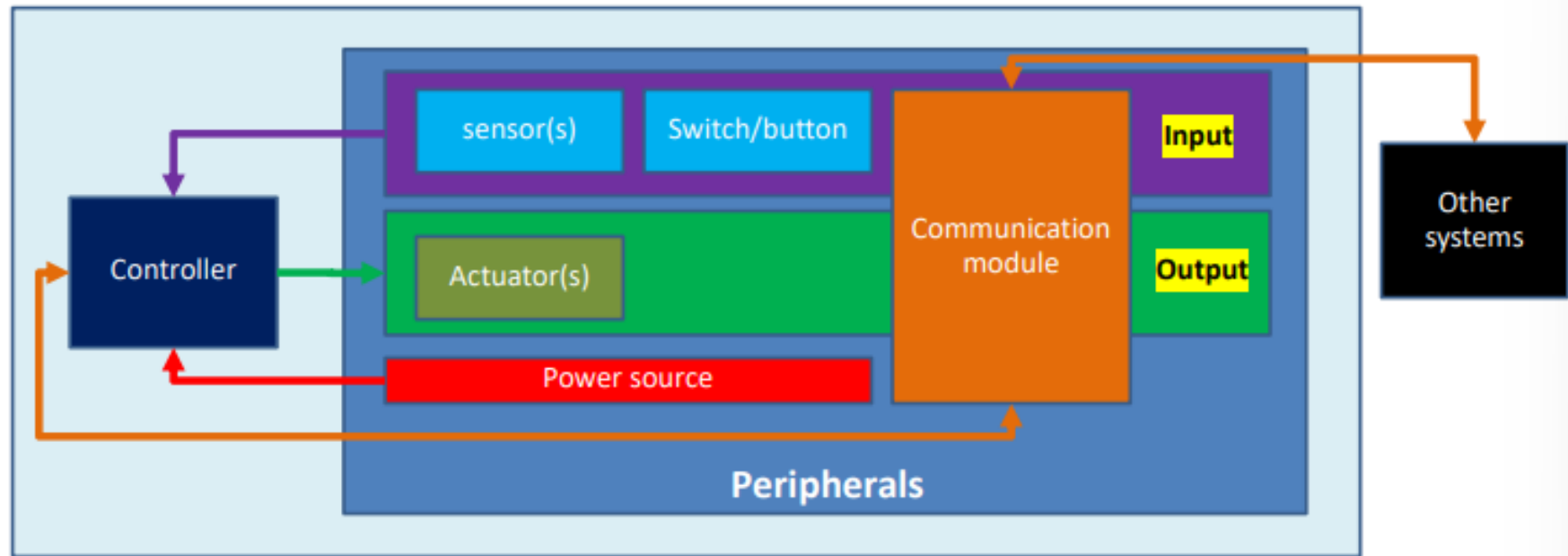
# System Architecture มุมมองการสร้าง

- ☀ ระบบฝังตัวมีตัวควบคุม คือ microcontroller ทำงานตามคำสั่งที่นักพัฒนาได้เขียน โปรแกรมควบคุมไว้โดยโค้ดจะถูกฝังอยู่ในตัวอุปกรณ์ซึ่งจะเรียกว่า firmware
- ☀ กระบวนการเขียนโค้ดสามารถทำได้โดยการใช้คอมไพเตอร์และโปรแกรมสำหรับพัฒนาระบบฝังตัว
- ☀ ปัจจุบันสามารถใช้ภาษา C/C++, Python, Lua และอื่นๆ ในการเขียนโปรแกรมสั่งการฮาร์ดแวร์โค้ดที่เขียนจะถูกอัปโหลดลง controller
- ☀ ในส่วนของ middleware ซึ่งคอมไพเตอร์ที่ใช้จะต้องมี driver สำหรับ microcontroller รุ่นนั้นๆ เพื่อที่จะอัปโหลดโค้ดได้
- ☀ ในบางตำรา การฝังโค้ดลงใน microcontroller ถือเป็นหนึ่งในความหมายของระบบฝังตัว



# System Architecture มุมมองการทำงาน

- ★ ระบบฝังตัวทำงานได้ด้วยตัวเองโดยไม่ต้องพึ่งพาการเชื่อมต่อจากระบบภายนอกเว้นแต่ว่าระบบฝังตัวนั้นจะเป็น subsystem เช่น เมาส์ที่ต้องเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์หากต้องการนำไปใช้งาน





# Input & Output (I/O)



- ★ ปกติเซ็นเซอร์จะทำการตรวจจับสภาพแวดล้อมและได้ข้อมูลเป็นแบบ analog จากนั้นส่งข้อมูลไปยัง processor ในอุปกรณ์พวก microcontroller ซึ่งค่าที่จาก microcontroller ได้จะนำไปใช้จะเป็น digital
- ★ ดังนั้นต้องมีอุปกรณ์ในการแปลงสัญญาณจาก analog ไปเป็น digital ชื่อว่า A-D converter (analog-digital converter) โดย A-D converter นั้นอาจจะถูกติดตั้ง (built-in) มาพร้อมกับเซ็นเซอร์หรือเป็นอุปกรณ์แยกที่นำมาต่อพ่วงเพิ่มเติมหรือใน microcontroller บางตัวก็จะมี A-D converter ในตัวโดยจะสามารถรับ input เป็นแบบ analog ได้เลย
- ★ A-D converter มักที่จะถูกเรียกแบบย่อว่า ADC
- ★ เมื่อมีการรับค่าเข้ามาแล้วโดยปกติระบบจะมีการตอบสนอง เช่น อุณหภูมิสูงขึ้นให้ทำการฉีดน้ำดังนั้นอุปกรณ์ในการทำหน้าที่ฉีดน้ำก็จะถือเป็น actuator โดย actuator มีหลายประเภท เช่น มอเตอร์ วาล์วและอุปกรณ์อื่นๆที่เป็นตัวกระตุ้นการทำงานและกลไกการทำงานของระบบ มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในระบบที่เกี่ยวกับ น้ำ ไฟฟ้า เครื่องกล อากาศ แม่เหล็กหรือจะเป็นระบบแบบผสม (hybrid)

# Analog and digital input

- ☀ microcontroller จะรับค่า 2 ประเภทจากเซ็นเซอร์ ได้แก่ analog, digital ซึ่งเซ็นเซอร์จะเป็นอุปกรณ์ที่ตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพโดยรอบตามแต่ละประเภทของเซ็นเซอร์ เช่น ตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ น้ำหนัก ระดับน้ำ เป็นต้นและจะส่งค่าที่ได้ไปยัง processor บน microcontroller
- ☀ Analog sensors จะทำการส่งสัญญาณอนาล็อกที่มีความต่อเนื่อง เช่น ความเร็ว ระดับเสียง อุณหภูมิ แรงดันแสง โดยค่าจะขึ้นอยู่กับกระแสไฟฟ้าโดยปกติจะอยู่ระหว่าง 0-5V โดยทั่วไปแล้วจะมีความเที่ยงตรงมากกว่า digital sensor
- ☀ Digital sensors จะทำการส่งสัญญาณดิจิทัลที่ไม่มีความต่อเนื่องที่มีค่า Low, High เท่านั้น เช่น ตรวจจับการเคลื่อนไหว อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด/ด่าง เป็นต้น



# Computer

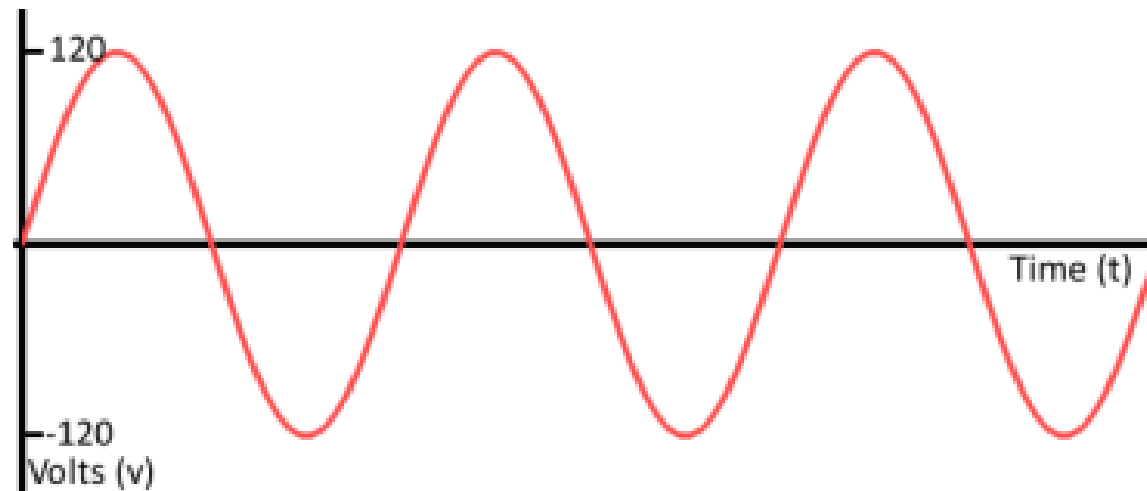
- ☀ คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันเป็นอุปกรณ์ดิจิทัล ดังนั้นระบบฝังตัวก็ถือเป็นอุปกรณ์ดิจิทัลด้วย
- ☀ สิ่งที่ทำให้คอมพิวเตอร์เป็นดิจิทัลคือวิธีการทำงานซึ่งจะมีการประมวลผลแบบดิจิทัล คือ มี 2 สถานะ ได้แก่ 0, 1 หมายความว่าคอมพิวเตอร์ที่มีใช้ในปัจจุบันจะทำงานอยู่บนพื้นฐานของระบบดิจิทัลที่มีเพียงแค่การประมวลผล 2 ค่านี้เท่านั้น
- ☀ ค่า 2 ค่านี้คือภาษาของคอมพิวเตอร์มีเพียง 2 ตัวอักษรนี้ เรียกว่า "ภาษาเครื่อง (machine language)"





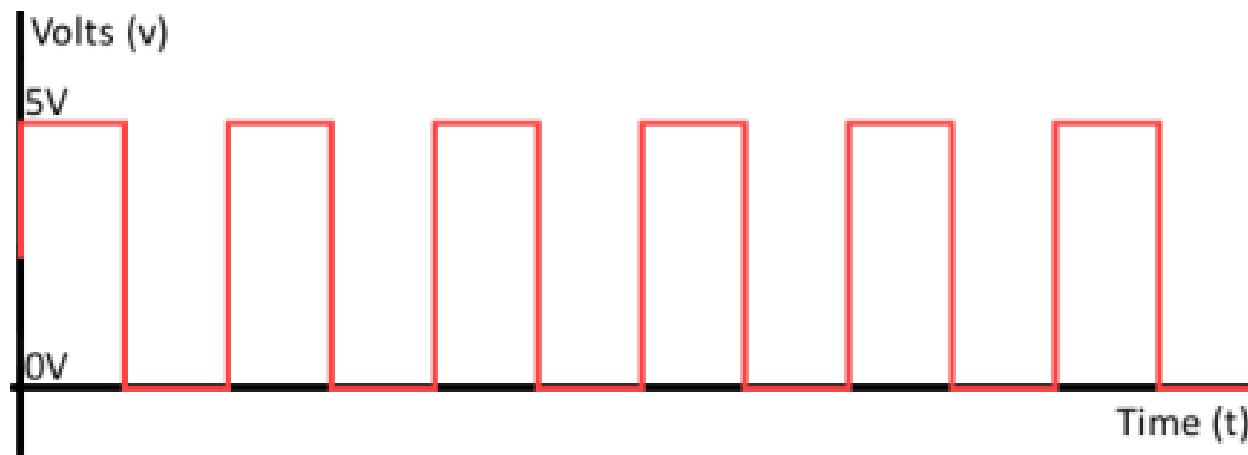
# Analog wave

- ☀ มีความต่อเนื่องของความชัน คือ ค่าที่เปลี่ยนแปลงไปลักษณะเป็น sine wave
- ☀ ค่าแอนาล็อกจะแปรผันตามแรงดันไฟฟ้า มีความต่อเนื่อง หมายถึง ค่าตัวเลขนั้นสามารถมีทศนิยมได้ เช่น 0.1, 0.001, 5.151.



# Digital wave

- ☀ มีความไม่ต่อเนื่อง หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของค่าจะไม่มีค่าชั้นและเปลี่ยนแปลงไปเลยโดยจะมีเพียง 2 ค่าเท่านั้นคือ 0 และ 1
- ☀ โดยจะมีรูปแบบเป็นคลื่นรูปสี่เหลี่ยม (square wave) โดยค่าสูงคือ high และค่าต่ำคือ low หรือ 1 และ 0 ค่าจะเปลี่ยนแปลงไปตามกำลังไฟฟ้า
- ☀ หากกำลังไฟฟ้ามีค่าเป็น 5 v จะส่งผลให้ค่าที่ได้เป็น high (1) และหากมีกำลังไฟฟ้าเป็น 0 โวลต์ ค่าที่ได้จะเป็น low (0) ซึ่งเป็น output ของระบบ digital โดย CPU ของ PC ก็ประมวลผลโดยใช้หลักการนี้



# Digital values

- ☀️ เพื่อให้เข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับวิธีการทำงานของคอมพิวเตอร์ จะต้องได้รับความรู้เกี่ยวกับ “เลขฐานสอง” และ “สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์”
- ☀️ ด้าน IT ใช้แบบฟอร์มต่อไปนี้เพื่อแสดงค่าดิจิทัลและค่าตรรกะ

	Representative of 1	Representative of 0
Hardware & circuit perspective	<b>HIGH</b>	<b>LOW</b>
Programing & logical perspective	<b>TRUE</b>	<b>FALSE</b>
Theoretical & hardware perspective	<b>1</b>	<b>0</b>



# Analog and digital

- ☀️ เปรียบเทียบ digital กับ analog ระหว่างค่า 0, 1
- ☀️ อุปกรณ์ analog จาก 0 ถึง 1 จะผ่านตัวเลขจำนวนมาก เช่น 0.1, 0.001, 0.000000001 จนกว่าจะผ่าน 0.999999999999999 ก่อนจะถึง

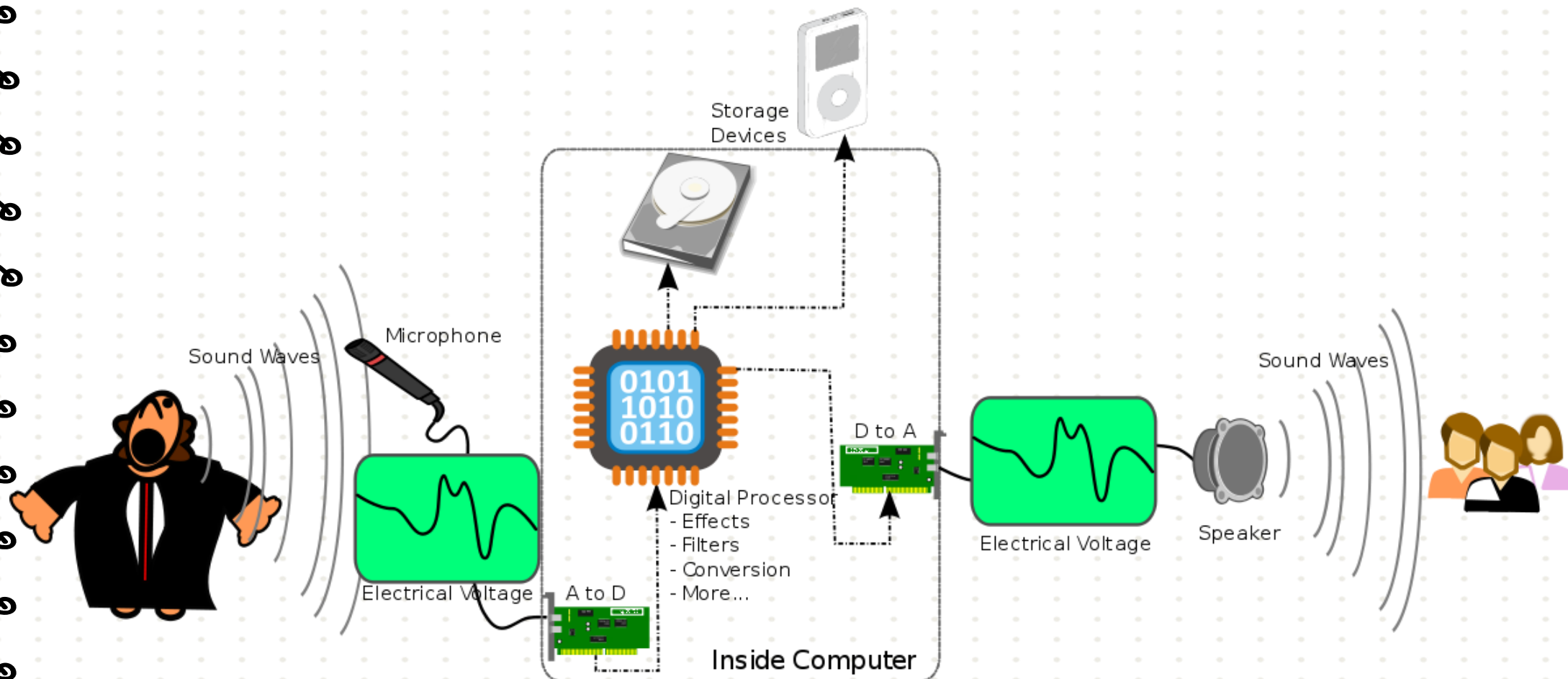


- ☀️ อุปกรณ์ digital ไม่มีค่าอื่นระหว่าง 0 ถึง 1 และไม่มีค่าระหว่าง 12 ถึง 13





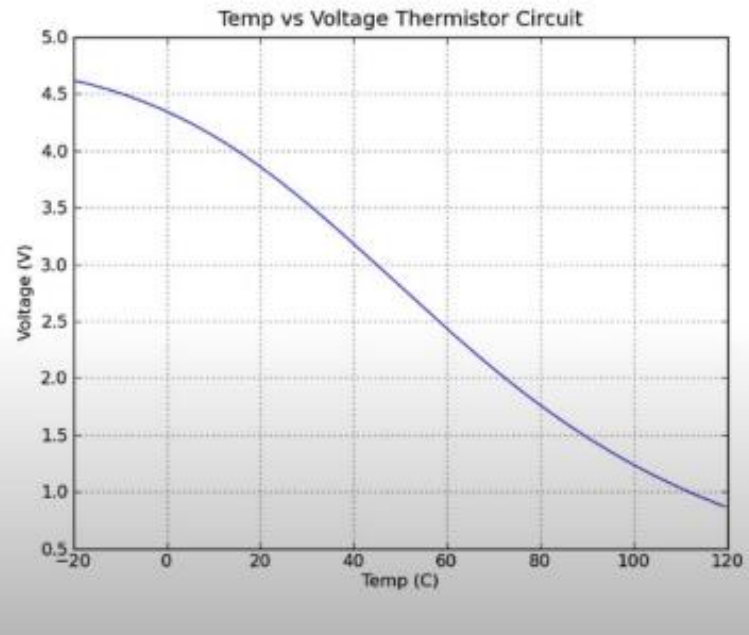
# Analog Signal



# Analog Signal

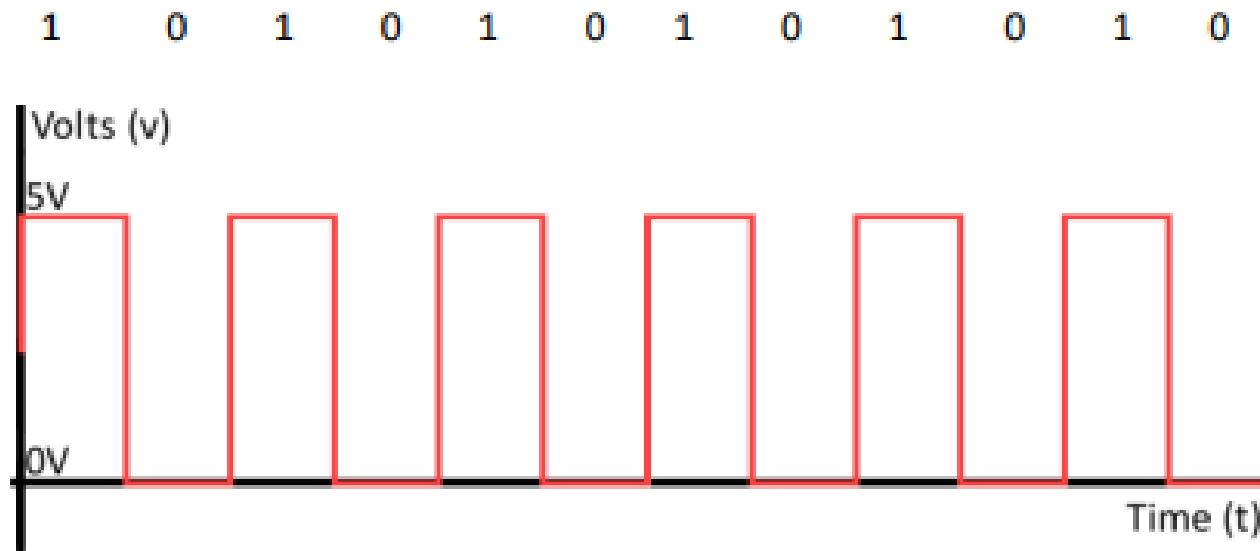
- **Signals :**

- **Analog Signal:**



# Digital wave

☀ มุมมองของฮาร์ดแวร์ หากได้รับพลังงาน แสดงว่าเอาต์พุตอยู่ใน High (1)



# คำนิยามของ automation

- ☀ แปลว่า เครื่องจักรหรือระบบอัตโนมัติ
- ☀ คือ การนำเครื่องจักรมาใช้แทนคนในการทำงานหรือการใช้งานเครื่องจักรหรือคอมพิวเตอร์ให้ทำงานใดๆ โดยปราศจากการควบคุมจากมนุษย์ทำงานที่ใช้มนุษย์โดยตรง
- ☀ คำว่า "ปราศจากการควบคุมจากมนุษย์" หมายถึงไม่มีมนุษย์มาบังคับควบคุมเครื่องแต่จะมีมนุษย์คอยตรวจเช็คความเรียบร้อยของระบบซึ่งจะใช้จำนวนคนน้อยกว่าการทำงานที่ใช้มนุษย์โดยตรง
- ☀ สรุปได้ว่าระบบใดๆ ที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้าหรือระบบคอมพิวเตอร์ ระบบที่ไม่ใช้กำลังไฟฟ้าในการขับเคลื่อนแต่สามารถทำงานแทนมนุษย์ได้เอง สามารถที่จะเรียกว่าเป็น automation





# คำนิยามของ automation

- ☀️ ดังภาพถ้าใช้กำลังคนในการผลิตรถยนต์จะไม่สามารถผลิตได้ทันต่อความต้องการของตลาด เช่น แล่นหรือล้าน
- ☀️ คั้นแต่ถ้าใช้เครื่องจักรสร้างเป็นไลน์ผลิตจะสามารถผลิตรถยนต์ได้หลายคันต่อ 1 อาทิตย์
- ☀️ ลักษณะการผลิตแบบนี้เรียกว่า mass production หมายถึง การผลิตจำนวนมาก



# คำนิยามของ automation

☀️ ดังภาพคือการผลิต super car เป็นการผลิตแบบ handmade สร้างด้วยมือของมนุษย์ คือเหตุผลว่าทำไม super car จึงมีจำนวนจำกัด





# การใช้เครื่องจักรแทนแรงงานคน

- ☀ Automation เป็นการนำเครื่องจักรมาทำงานแทนคนเนื่องจากกำลังคนมีขีดจำกัด เช่น เหนื่อยล้า จี้เกียจ และสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง โดยการนำเครื่องจักรมาใช้แทนกล้ามเนื้อของมนุษย์จะสามารถสร้างผลผลิตจากงานได้อย่างต่อเนื่อง เช่น ไฟเขียวไฟแดง ตำรวจไม่สามารถยืนควบคุมระบบไฟด้วยมืออยู่ที่แยกไฟเขียว-แดงได้ตลอดทั้งวันแต่จะทำการตั้งค่าการเปิดไฟด้วยเวลาและให้ระบบทำงานเอง
- ☀ ตัวอย่างเช่น ระบบการผลิตสิ่งของต่างๆที่มีการผลิตเป็นจำนวนหลายร้อย พันหรือหลายหมื่นชิ้นต่อวันจะใช้ระบบอัตโนมัติมาดำเนินการแทนการใช้แรงงานมนุษย์และการใช้เครื่องจักรจะมีต้นทุนในการลงทุนในระยะยาวน้อยกว่าการจ้างคน



# ทำไมถึงต้องใช้ automation system

1. เพิ่มผลผลิต (increase in Productivity)
2. เพื่อคุณภาพให้กับงาน (increase in quality)
3. ลดค่าใช้จ่าย (Reducing Cost)
4. ลดความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายต่อชีวิต





# เพิ่มผลผลิต



## Fewer Delays (อัตราการเสียเวลาน้อยกว่า)

- ✦ การนำเครื่องจักรที่สามารถทำงานเต็มซ้ำๆ จะสามารถเพิ่มจำนวนผลผลิตได้มากยิ่งขึ้นเพราะเครื่องจักรจะไม่มีอาการเหนื่อย ล้า บาดเจ็บ เบื่อหรือต้องการการพักผ่อนในขณะที่ทำงานสามารถเดินเครื่องได้ตลอดเวลา มีความทนทานกว่ามนุษย์และไม่มีความรู้สึกริษาคิด
- ✦ เครื่องจักรบางประเภทจะต้องไม่ใช้งานเกินขีดจำกัดของตัวเครื่องเนื่องด้วยปัจจัยด้านความปลอดภัยและประสิทธิภาพของชิ้นส่วน เช่น ความร้อน เป็นต้นแต่ก็ไม่ถือว่าเป็นข้อเสียเมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของมนุษย์ในการทำงานซ้ำๆเป็นระยะเวลานาน

# เพิ่มผลผลิต

Easy planning (ช่วยวางแผนงานได้ง่าย)

- ☀ เครื่องจักรหรือคอมพิวเตอร์มีระบบการทำงานที่แน่นอนคาดเดาได้ตามโปรแกรมหรือคำสั่งที่ตั้งค่าไว้ ดังนั้นผู้ควบคุมจะรู้ว่าในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น ภายใน 1 วันจะสามารถผลิตชิ้นส่วนได้กี่ชิ้นต่อวัน สัปดาห์หรือเดือนช่วยในการวางแผนการผลิต การลงทุนเครื่องจักรอื่นๆ และงบประมาณ
- ☀ ถ้าใช้แรงงานมนุษย์จะไม่สามารถคำนวณได้อย่างแม่นยำนักเนื่องจากมนุษย์มีความรู้สึกรู้สึกมีความต้องการในด้านต่างๆ ซึ่งอาจจะมีผลต่อการผลิตยังไงก็ตามเครื่องจักรอาจเกิดความผิดพลาด เช่น ชิ้นส่วนเสียหายขณะทำงาน ด้วยเหตุนี้จึงควรมีทีมช่างหรือผู้ควบคุมที่สามารถแก้ปัญหาเบื้องต้นได้หรืออาจมีอะไหล่หรือเครื่องจักรอีกเครื่องสำรองไว้



# เพิ่มผลผลิต

Enhanced management (การจัดการหรือการควบคุมงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น)

- ★ การใช้เครื่องจักรทำงานแทนมนุษย์นั้นจะช่วยลดภาระในการจัดการลงได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้ควบคุมงานไม่จำเป็นต้องคอยสอดส่องดูแลพนักงานที่เป็นมนุษย์ทุกคนเพียงแต่ดูแลความเรียบร้อยของเครื่องจักรให้สามารถทำงานตามที่ได้ป้อนคำสั่งไว้ผ่านมอ니터ร์หรือแผงควบคุมระบบ ทำให้ผู้ดูแลสามารถไปรับผิดชอบภาระงานส่วนอื่นได้ ยังลดความเครียดจากการทำงานกับมนุษย์เนื่องจากมนุษย์อาจมีความขี้ดขี้ขี้ มีความเห็นที่ไม่ตรงกัน



# เพิ่มคุณภาพให้กับงาน

More precise (มีความแม่นยำเที่ยงตรงกว่ามนุษย์)

- ☀ คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้ตามคำสั่งที่ป้อน โดยมีความแม่นยำเที่ยงตรงเป็น 100% ในเครื่องจักรที่มีคุณภาพสูงและราคาที่แพง
- ☀ มนุษย์ก็สามารถปฏิบัติงาน โดยมีความแม่นยำเที่ยงตรงเทียบเท่ากับเครื่องจักรได้แต่มนุษย์มีความอ่อนล้า เพลีย ตาลายและต้องการพัก ดังนั้นความแม่นยำต่อเนื่องของมนุษย์จะมีขีดจำกัดแต่เครื่องจักรจะไม่มีจุดบกพร่องในส่วนนี้
- ☀ ดังนั้นเครื่องจักรสามารถทำงาน โดยมีความแม่นยำเที่ยงตรงได้ตลอดเวลาอีกทั้งการผลิตชิ้นส่วนเป็นจำนวนมาก (mass manufacturing) ยังต้องการความแม่นยำสูงเพื่อให้ชิ้นส่วนทุกชิ้นมีขนาดที่เท่ากัน เช่น ชิ้นส่วนที่จะต้องนำไปประกอบเข้ากับชิ้นอื่นๆ เช่น ตัวถังรถยนต์หรือเครื่องจักรอื่นๆ





# เพิ่มคุณภาพให้กับงาน

Jobs human can't do (งานที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้)

- ✨ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการแนะนำแนวภาพยนตร์ที่ชื่นชอบให้กับผู้ใช้ Netflix ทุกรายที่มีจำนวนหลายล้านรายทั่วโลกนั้นไม่สามารถกระทำได้ด้วยแรงงานมนุษย์แต่หากใช้ AI ที่ถือเป็น automation ที่มีความซับซ้อนและความฉลาดจะช่วยเพิ่มคุณค่าและประสบการณ์ที่ดีต่อการใช้งาน Netflix ของลูกค้าในส่วนของอุตสาหกรรมการผลิตที่ต้องมีการใช้งานส่วนผสมที่มีอันตรายต่อมนุษย์จะสามารถใช้เครื่องจักรมาทำงานแทนได้เช่นกัน



# ลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุน

เพิ่มกำไรจากการเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์ (increasing profit from increased product value)

- ✨ นอกจากการลดค่าใช้จ่ายแล้ว การใช้ automation ที่ฉลาดจากการพัฒนาเป็น AI นั้นจะถือเป็นการสร้างคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์นั้นๆ เช่น ระบบเรียนรู้พฤติกรรมผู้ใช้จากการเลือกซื้อสินค้าออนไลน์ การโฆษณาผ่าน social media ต่างๆ จะถือเป็นตัวช่วยในการเพิ่มราคาให้กับผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วยเนื่องจากตัวระบบมีความสามารถเพิ่มขึ้น
- ✨ โดยอาจเป็นการเพิ่มส่วนเสริม (extension, plugin, module, add on) หรือขายพร้อมผลิตภัณฑ์หลัก (built-in) ดังนั้นจะถือเป็นการเพิ่มกำไรให้กับผลิตภัณฑ์ได้
- ✨ ในไลน์ผลิตชิ้นส่วนต่างๆ หากต้องการที่จะผลิตชิ้นส่วน 10,000 ชิ้นต่อวันอาจต้องใช้แรงงานคนจำนวนมากแต่หากใช้เครื่องจักรจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้มากแม้ว่าการลงทุนกับเครื่องจักรจะเป็นการลงทุนที่มีราคาแพงและการซ่อมบำรุงที่แพงด้วยเช่นกันแต่หากเปรียบเทียบกับจำนวนที่สามารถผลิตได้ต่อวันแล้วถือเป็นการลงทุนที่คุ้มค่าอีกทั้งค่าซ่อมบำรุงเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่มีทุกวันและนานๆครั้ง