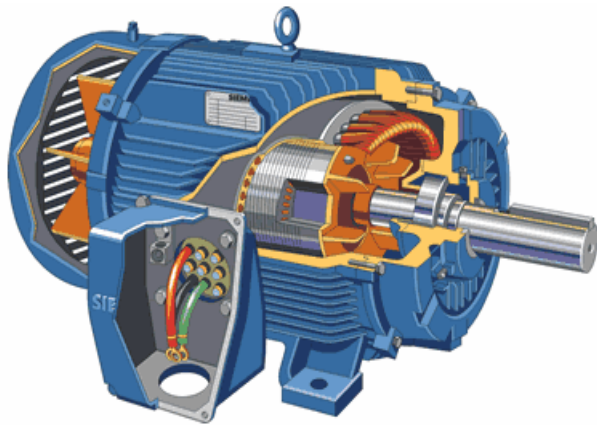




## มาตรฐานการใช้งานมอเตอร์ Standard Motor duty

โดยทั่วไปในการเลือกขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับ 3 เฟส จะเลือกจากการทำงานที่โหลด ต่อเนื่องที่ค่าเอาต์พุตพิกัด แต่บางครั้ง มอเตอร์อาจจะทำงานเป็นช่วงๆ มากกว่าการทำงานแบบต่อเนื่องโดยตลอด ทำให้ค่า เอาต์พุตพิกัดของการทำงานเป็นช่วงๆ จะแตกต่างจากการทำงานแบบต่อเนื่อง นี่จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ หน้าที่การทำงาน (Motor duty) จึงต้องมีมาตรฐานมารองรับ และมีความสำคัญในการนำไปวางแผนการใช้งาน เพื่อความถูกต้อง ซึ่งตามมาตรฐาน VDE 0530 หรือตามมาตรฐาน IEC 34-1 ได้แบ่งลักษณะการทำงานหลักๆ ไว้ 8 ชนิด ดังต่อไปนี้

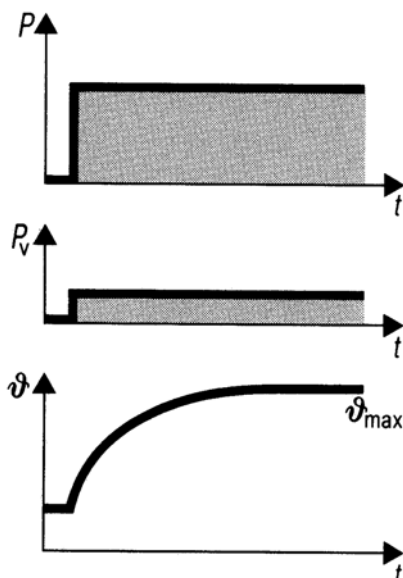
- เพื่อให้เข้าใจตรงกันและง่ายในการอธิบาย สัญลักษณ์ ที่จะใช้ในไดอะแกรมลักษณะงานดังต่อไปนี้

|                     |                         |          |                                                       |       |                       |
|---------------------|-------------------------|----------|-------------------------------------------------------|-------|-----------------------|
| $P$                 | คือกำลังเอาต์พุต        | $t$      | คือเวลา                                               | $t_B$ | คือเวลาทำงานโหลดคงที่ |
| $P_V$               | คือกำลังสูญเสียทางไฟฟ้า | $t_{Br}$ | คือเวลาขณะเบรก                                        | $t_A$ | คือเวลาขณะสตาร์ท      |
| $n$                 | คือความเร็ว             | $t_L$    | คือเวลาที่ไม่มีโหลด                                   | $t_S$ | คือคาบการทำงาน        |
| $\mathcal{G}$       | คืออุณหภูมิ             | $t_{St}$ | คือเวลาที่หยุดพักซึ่งอุณหภูมิจะลดลง                   |       |                       |
| $\mathcal{G}_{max}$ | คืออุณหภูมิสูงสุด       | $t_r$    | คือแฟกเตอร์คาบการทำงาน (อาจจะบอกสถานะเป็นเปอร์เซ็นต์) |       |                       |

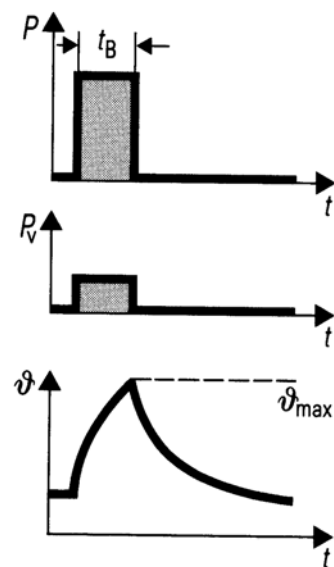
### ชนิด S1: การทำงานอย่างต่อเนื่อง (Continuous running duty)

จากรูปที่ 1 เป็นการทำงานที่โหลดคงที่ ซึ่งขณะทำงานการเพิ่มขึ้นของความร้อน จะถึงจุดสมดุลย์ (Thermal equilibrium) ตลอดเวลา

การบอกรายละเอียดของมอเตอร์ชนิดนี้ จะแสดงโดยสัญลักษณ์ "S1" และตามด้วย กำลังเอาต์พุตที่พิกัด



รูปที่ 1 ลักษณะงานชนิด S1: การทำงานต่อเนื่อง

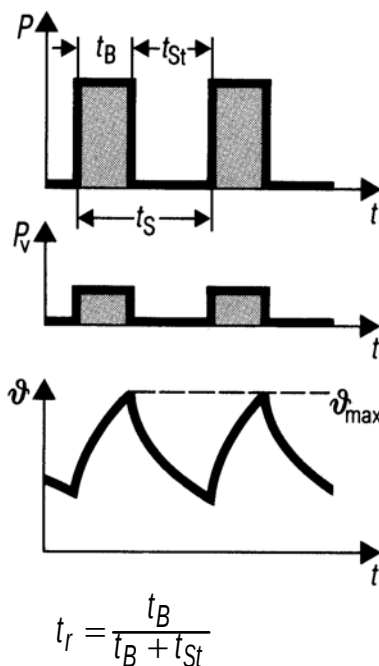


รูปที่ 2 ลักษณะงานชนิด S2: การทำงานช่วงสั้น

**ชนิด S2: การทำงานช่วงสั้น (Short-time duty)**

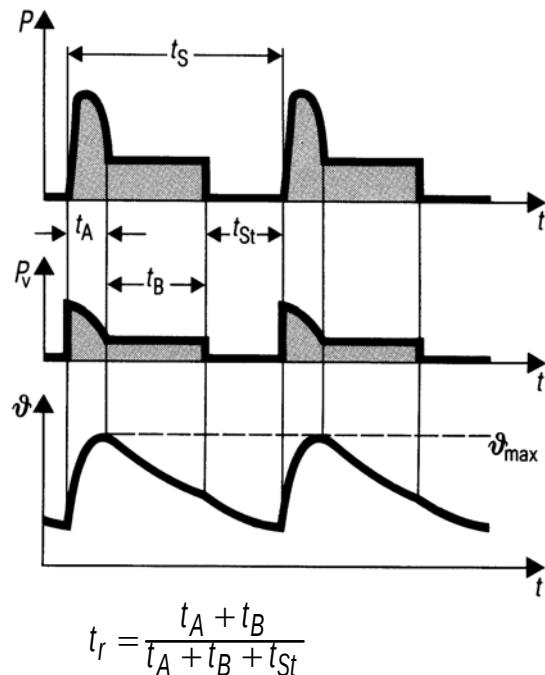
รูปที่ 2 เป็นการทำงานที่โหลดคงที่ แต่เป็นช่วงเวลาสั้นๆ การเพิ่มของอุณหภูมิ จะไม่ถึงจุดสมดุลทางความร้อน (Thermal equilibrium) แล้วจะมีช่วงเวลาพักนานมาก เพื่อให้มอเตอร์เย็นลง

การบอกรายละเอียด โดยแสดงเวลาการทำงานและกำลังเอาต์พุต เช่น S2: 20 min, 15kW.



รูปที่ 3 ลักษณะงานชนิด S3:

การทำงานเป็นคาบไม่คิดอุณหภูมิสตาร์ท



รูปที่ 4 ลักษณะงานชนิด S4:

การทำงานเป็นคาบที่คิดอุณหภูมิสตาร์ท

**ชนิด S3: การทำงานเป็นคาบไม่คิดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจากการสตาร์ท**

(Intermittent periodic duty with starting not affecting the temperature rise)

ตามรูปที่ 3 เป็นการทำงานลักษณะเป็นคาบเวลา ซึ่งในแต่ละคาบจะประกอบด้วยช่วงทำงานที่โหลดคงที่ แล้วหยุดพักและเริ่มทำงานใหม่ที่โหลดคงที่อีก แต่กระแสสตาร์ทจะต้องมีค่าไม่มากพอที่จะมีผลต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้น

การบอกรายละเอียด จะบอกเป็นเวลามีโหลดต่อคาบเวลาทำงานและกำลังเอาต์พุต เช่น S3: 15 min/60 min 20 kW. หรือบอกเป็นแฟกเตอร์รอบการทำงาน  $t_r$  เป็นเปอร์เซ็นต์ เช่น S3: 25%, 60 min, 20 kW.

**ชนิด S4: การทำงานลักษณะเป็นคาบที่คิดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจากการสตาร์ท**

(Intermittent periodic duty with starting affecting the temperature rise)

ตามรูปที่ 4 เป็นการทำงานลักษณะเป็นคาบเวลา ประกอบด้วยช่วงสตาร์ท ช่วงทำงานที่โหลดคงที่และช่วงเวลาพัก

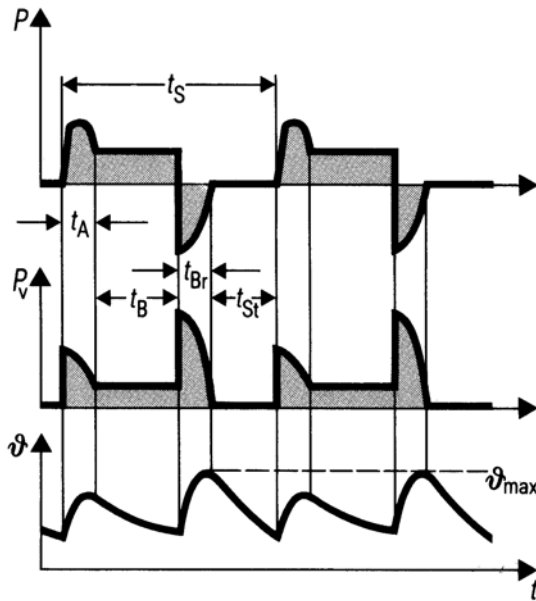
การบอกรายละเอียด บอกเป็นสถานะแฟกเตอร์รอบการทำงานเป็นเปอร์เซ็นต์, ตัวเลขของจำนวนสตาร์ทต่อชั่วโมงและกำลังเอาต์พุต เช่น S4: 40%, 520 Starts, 30 kW. ดังนั้นลักษณะการทำงานแบบนี้จึงต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับโมเมนต์ความเฉื่อยและแรงบิดโหลดขณะสตาร์ท

**ชนิด S5: การทำงานลักษณะเป็นคาบที่คิดการเพิ่มของอุณหภูมิจากการสตาร์ทและเบรกทางไฟฟ้า**

(Intermittent periodic duty with starting and electric braking affecting the temperature rise)

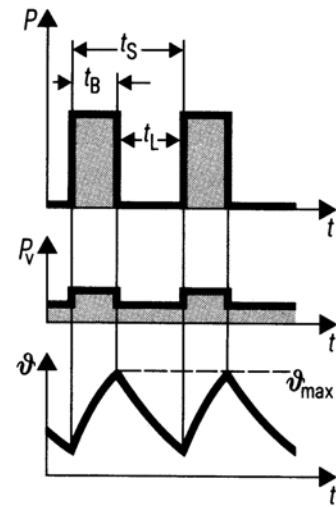
ตามรูปที่ 5 เป็นการทำงานที่ในแต่ละคาบประกอบด้วย ช่วงสตาร์ท, ช่วงทำงานที่โหลดคงที่, ช่วงเบรกทันทีด้วยไฟฟ้าและช่วงพัก

การบอกรายละเอียด จะคล้ายกับลักษณะการทำงานชนิด S4 แต่จะมีสถานะขณะเบรกเข้ามาด้วย เช่น S5: 30%, 250 cycles per hour, plugging, 50 kW. ดังนั้นลักษณะการทำงานแบบนี้จึงต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับโมเมนต์ความเฉื่อยและแรงบิดโหลดขณะสตาร์ทและขณะเบรก



$$t_r = \frac{t_A + t_B + t_{Br}}{t_A + t_B + t_{Br} + t_s}$$

ตามรูปที่ 5 ลักษณะงานชนิด S5: การทำงานเป็นคาบที่คิดอุณหภูมิสถารท์และเบรกทางไฟฟ้า



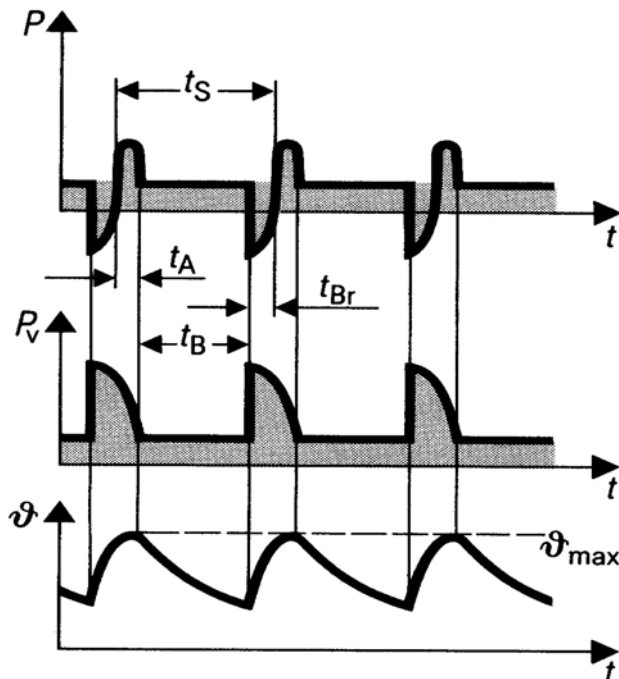
$$t_r = \frac{t_B}{t_B + t_L}$$

ตามรูปที่ 6 ลักษณะงานชนิด S6: การทำงานต่อเนื่องลักษณะเป็นคาบเวลา

**ชนิด S6:** การทำงานต่อเนื่องลักษณะเป็นคาบเวลา (Continuous operation periodic duty)

ตามรูปที่ 6 เป็นการทำงานที่ในแต่ละคาบเวลาประกอบด้วยช่วงทำงานโหลดคงที่และช่วงทำงานไม่มีโหลดซึ่งไม่มีช่วงพัก

การบอกรายละเอียด จะคล้ายกับลักษณะการทำงานชนิด S3 เช่น S6: 30%, 40 min, 60 kW



รูปที่ 7 S7: การทำงานต่อเนื่องลักษณะเป็นคาบที่คิดการสตาร์ทและ การเบรกทางไฟฟ้า  $t_r = 1$

**ชนิด S7:** การทำงานต่อเนื่องลักษณะเป็นคาบที่คิดการสตาร์ทและ การเบรกทางไฟฟ้า

(Continuous operation periodic duty with starting and electric braking)

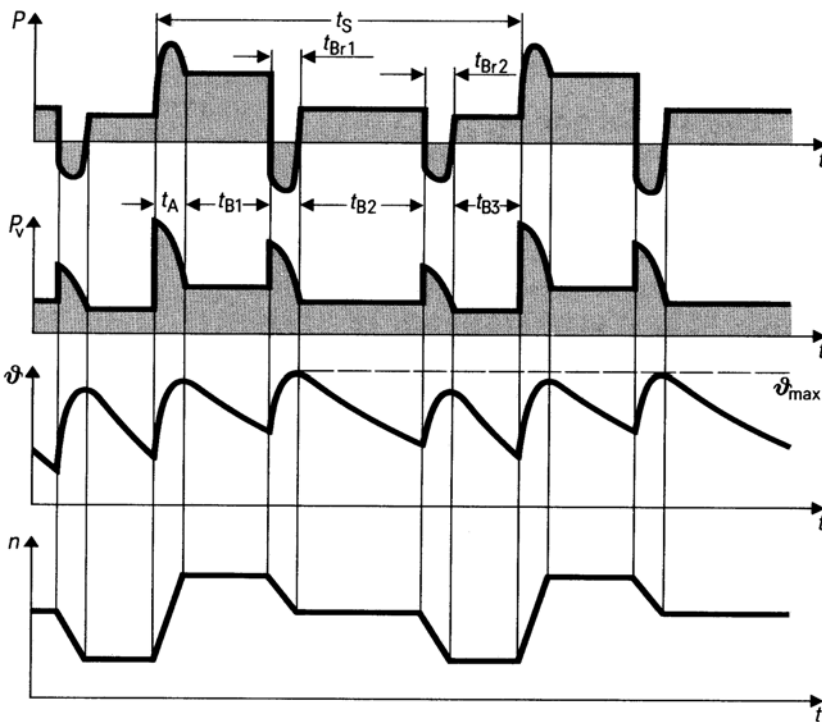
เป็นลำดับการทำงานที่แต่ละคาบประกอบด้วยช่วงสตาร์ท, ช่วงทำงานที่โหลดคงที่และช่วงเบรกทางไฟฟ้า ซึ่งไม่มีช่วงพัก

การบอกรายละเอียด จะคล้ายกับลักษณะทำงานชนิด S5 แต่ไม่มีสถานะ  $t_r$  เช่น S7: 12 kW, 500 reversals per hour. ลักษณะการทำงานแบบนี้จึงต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับโมเมนต์ความเฉื่อยและแรงบิดโหลดขณะ สตาร์ทและขณะเบรก

**ชนิด S8:** การทำงานต่อเนื่องลักษณะเป็นคาบที่คิดความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงโหลดต่อความเร็ว (Continuous operation periodic duty with related load/speed changes)

ตามรูปที่ 8 เป็นลำดับการทำงานที่แต่ละคาบประกอบด้วยช่วงสตาร์ท, ช่วงทำงานที่โหลดคงที่ ซึ่งกำลังงานขึ้นอยู่กับความเร็วของการหมุน ในคาบเวลาอาจมีการเปลี่ยนแปลงหลายความเร็ว

การบอกรายละเอียด จะคล้ายกับการบอกของชนิด S5 ซึ่งข้อมูลจะขึ้นอยู่กับชั้นของความเร็วทำในรายละเอียด

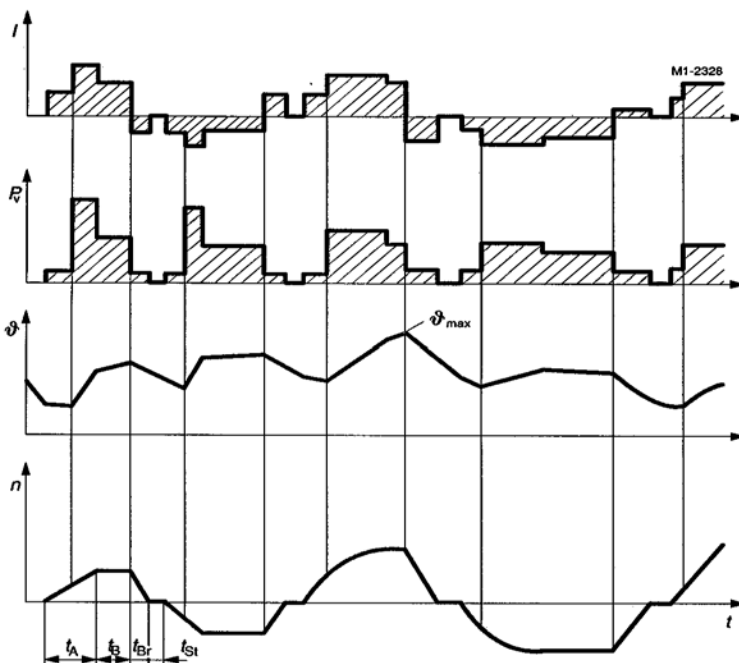


$$t_{r1} = \frac{t_A + t_{B1}}{t_A + t_{B1} + t_{Br1} + t_{B2} + t_{Br2} + t_{B3}}$$

$$t_{r2} = \frac{t_{Br1} + t_{B2}}{t_A + t_{B1} + t_{Br1} + t_{B2} + t_{Br2} + t_{B3}}$$

$$t_{r3} = \frac{t_{Br2} + t_{B3}}{t_A + t_{B1} + t_{Br1} + t_{B2} + t_{Br2} + t_{B3}}$$

รูปที่ 8 ลักษณะงานชนิด S8: การทำงานต่อเนื่องลักษณะเป็นคาบที่คิดความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงโหลดต่อความเร็ว



รูปที่ 9 ลักษณะงานชนิด S9: การทำงานต่อเนื่องลักษณะโหลดไม่เป็นคาบและความเร็วเปลี่ยนแปลง

**ชนิด S9:** การทำงานต่อเนื่องลักษณะโหลดไม่เป็นคาบและความเร็วเปลี่ยนแปลง (Continuous operation duty with non-periodic load and speed variations)

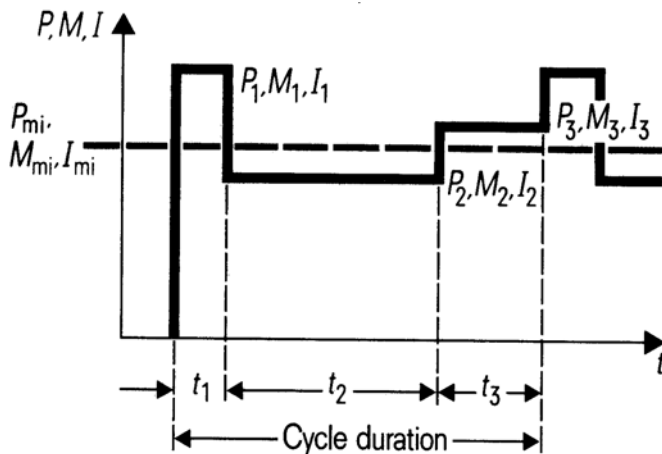
(Continuous operation duty with non-periodic load and speed variations)

รูปที่ 9 เป็นลำดับการทำงานที่โหลดและความเร็วเปลี่ยนแปลงไม่คงที่แต่อยู่ในย่านที่ยอมรับได้

ลักษณะงานชนิดนี้บ่อยครั้งที่โหลดจะมีค่าเกินค่าพิกัด



### ค่าเฉลี่ยเอาต์พุต (Mean Output)



การหาค่าเฉลี่ยเอาต์พุต

$$P_{mi} = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + P_3^2 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}}$$

ความต้องการทางเอาต์พุตของมอเตอร์จะมีการเปลี่ยนแปลงขณะคาบการทำงานที่มีโหลด ซึ่งจะมีลักษณะการทำงานเป็นชนิดใดชนิดหนึ่งที่ถูกกำหนดใน VDE 0530 ในกรณีกำลังของโหลด  $P$  (หรือกระแส  $I$  หรือแรงบิด  $M$ ) นำเสนอเป็นกำลังเฉลี่ย  $P_{mi}$  (หรือกระแสเฉลี่ย  $I_{mi}$  หรือแรงบิดเฉลี่ย  $M_{mi}$ ) ซึ่งก็คือค่า r.m.s. ที่คำนวณจากแต่ละเวลาที่โหลดคงที่ ซึ่งค่าแรงบิดสูงสุดจะต้องไม่เกิน 80% ของค่าแรงบิดเบรกดาวน

ถ้าอัตราส่วนนี้สูงเกินจะทำให้ความต้องการเอาต์พุตลดลงมากกว่า 2 : 1 ค่าผิดพลาดจากการใช้ค่า r.m.s. เอาต์พุตจะมีค่ามากเกินไปและจะถูกแทนโดยค่ากระแสเฉลี่ย

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA