

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 O530 หรือตามมาตรฐาน IEC 34-1 ได้แบ่งลักษณะการทำงานหลักๆ ไว้ 8 ชนิด ดังต่อไปนี้

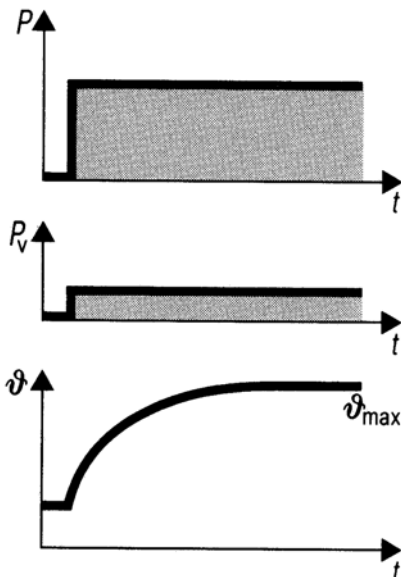
- เพื่อให้เข้าใจตรงกันและง่ายในการอธิบาย สัญลักษณ์ ที่จะใช้ในไดอะแกรมลักษณะงานดังต่อไปนี้

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)		

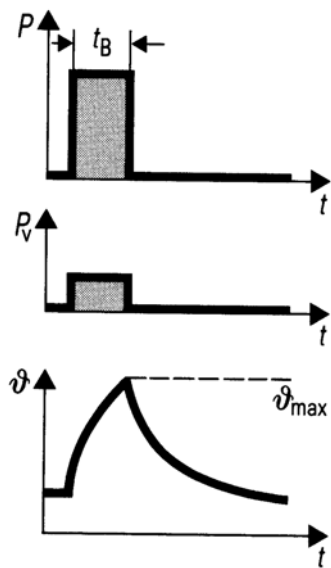
ชนิด S1: การทำงานอย่างต่อเนื่อง (Continuous running duty)

จากรูปที่ 1 เป็นการทำงานที่โหลดคงที่ ซึ่งขณะทำงานการเพิ่มขึ้นของความร้อน จะถึงจุดสมดุลย์ (Thermal equilibrium) ตลอดเวลา

การบอกรายละเอียดของมอเตอร์ชนิดนี้ จะแสดงโดยสัญลักษณ์ "S1" และตามด้วย กำลังเอาต์พุตที่พิกัด



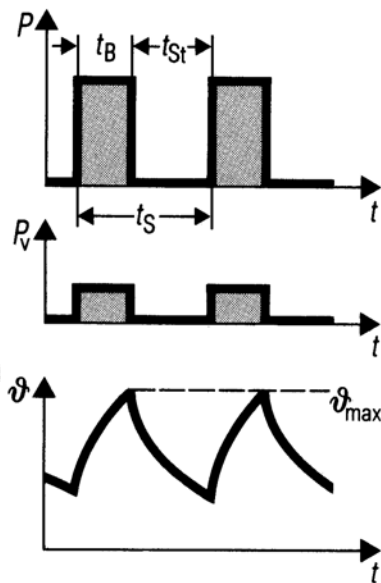
รูปที่ 1 ลักษณะงานชนิด S1: การทำงานต่อเนื่อง



รูปที่ 2 ลักษณะงานชนิด S2: การทำงานช่วงสั้น

ชนิด S2: การทำงานช่วงสั้น (Short-time duty)

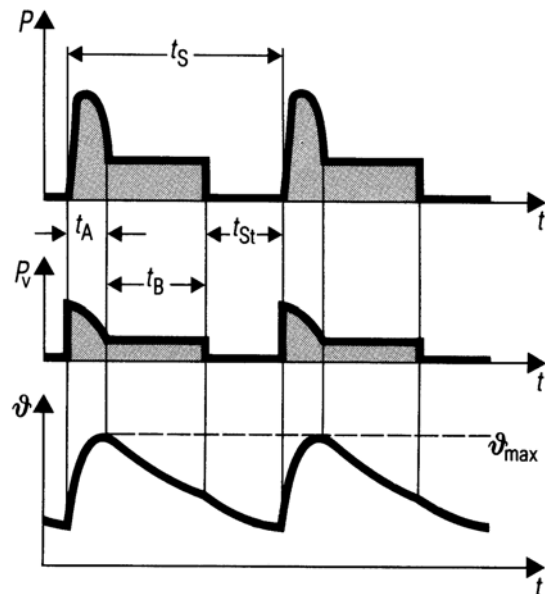
รูปที่ 2 เป็นการทำงานที่โหลดคงที่ แต่เป็นช่วงเวลาสั้นๆ การเพิ่มของอุณหภูมิ จะไม่ถึงจุดสมดุลย์ทางความร้อน (Thermal equilibrium) แล้วจะมีช่วงเวลาพักนานมาก เพื่อให้มอเตอร์เย็นลง
การบอกรายละเอียด โดยแสดงเวลาการทำงานและกำลังเอาต์พุต เช่น S2: 20 min, 15kW.



$$t_r = \frac{t_B}{t_B + t_{St}}$$

รูปที่ 3 ลักษณะงานชนิด S3:

การทำงานเป็นคาบไม่คิดอุณหภูมิสตาร์ท



$$t_r = \frac{t_A + t_B}{t_A + t_B + t_{St}}$$

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

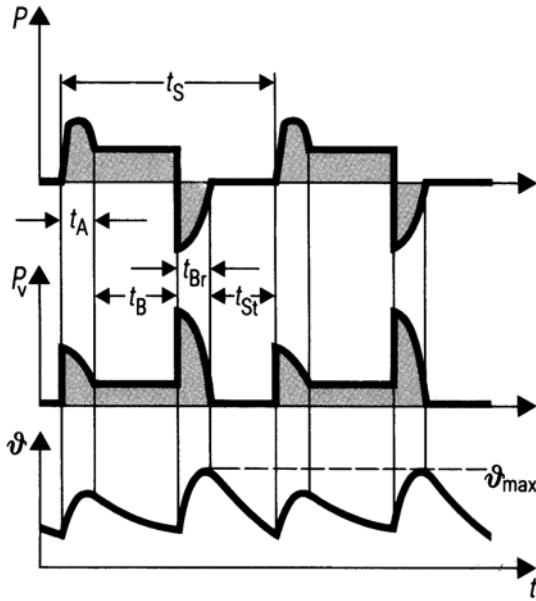
การบอกรายละเอียด บอกเป็นสถานะแฟกเตอร์รอบการทำงานเป็นเปอร์เซ็นต์, ตัวเลขของจำนวนสตาร์ทต่อชั่วโมงและกำลังเอาต์พุต เช่น S4: 40%, 520 Starts, 30 kW. ดังนั้นลักษณะการทำงานแบบนี้จึงต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับโมเมนต์ความเฉื่อยและแรงบิดโหลดขณะสตาร์ท

ชนิด S5: การทำงานลักษณะเป็นคาบที่คิดการเพิ่มของอุณหภูมิจากการสตาร์ทและเบรกทางไฟฟ้า

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

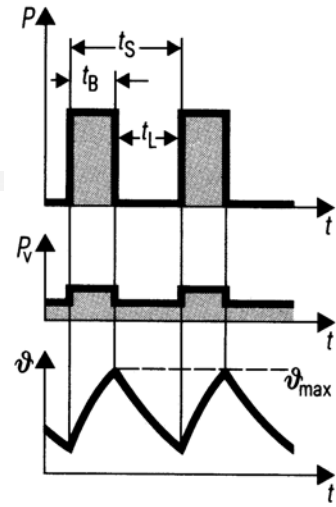
ตามรูปที่ 5 เป็นการทำงานที่ในแต่ละคาบประกอบด้วย ช่วงสตาร์ท, ช่วงทำงานที่โหลดคงที่, ช่วงเบรกทันทีด้วยไฟฟ้าและช่วงพัก

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



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

ตามรูปที่ 5 ลักษณะงานชนิด S5: การทำงานเป็นคาบที่คิดอุณหภูมิสตาร์ทและเบรกทางไฟฟ้า



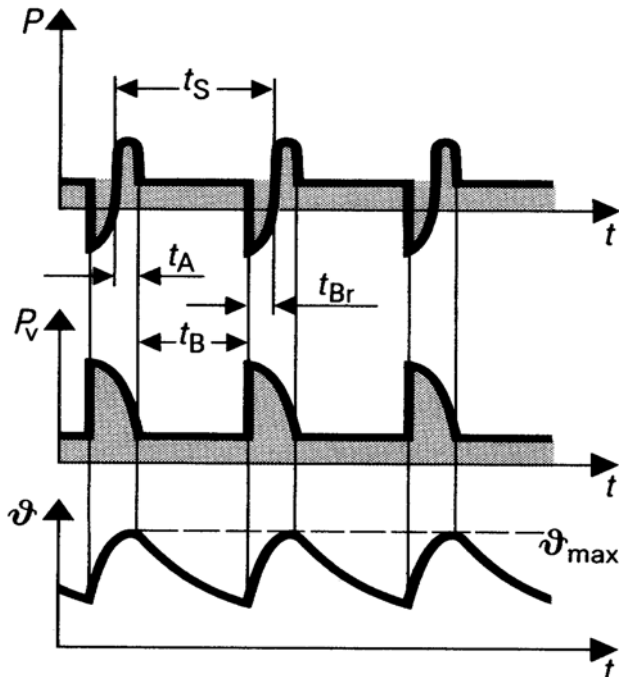
$$t_r = \frac{t_B}{t_B + t_L}$$

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



ชนิด S7: การทำงานต่อเนื่องลักษณะเป็นคาบที่คิดการสตาร์ทและการเบรกทางไฟฟ้า

(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

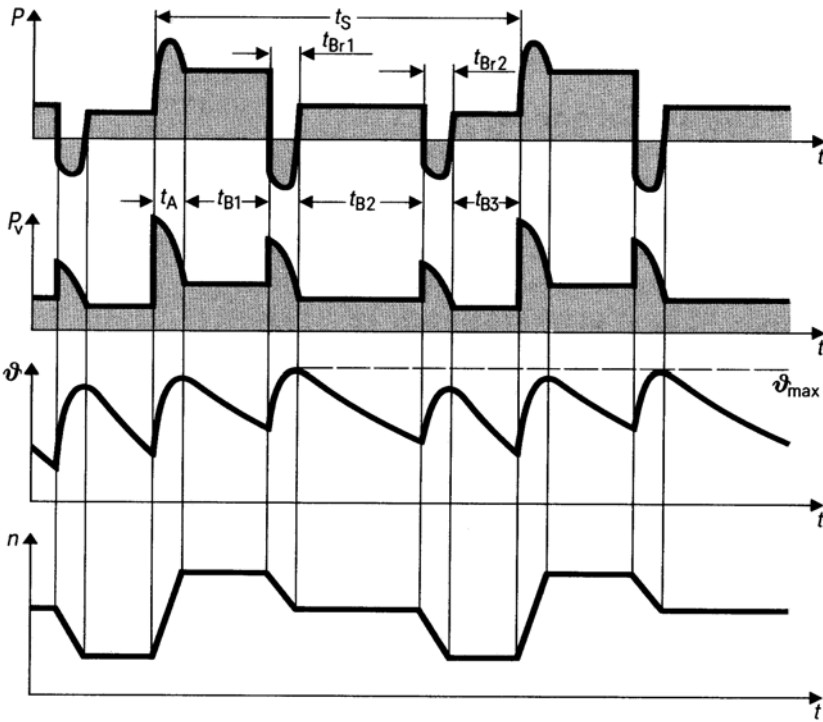
รูปที่ 7 S7: การทำงานต่อเนื่องลักษณะเป็นคาบที่คิดการสตาร์ทและการเบรกทางไฟฟ้า $t_r = 1$



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

ตามรูปที่ 8 เป็นลำดับการทำงานที่แต่ละคาบประกอบด้วยช่วงสตาร์ท, ช่วงทำงานที่โหลดคงที่ ซึ่งกำลังงานขึ้นอยู่กับความเร็วของการหมุน ในคาบเวลาอาจมีการเปลี่ยนแปลงหลายความเร็ว

การบอกรายละเอียด จะคล้ายกับการบอกของชนิด S5 ซึ่งข้อมูลจะขึ้นอยู่กับชั้นของความเร็วทำในรายละเอียด

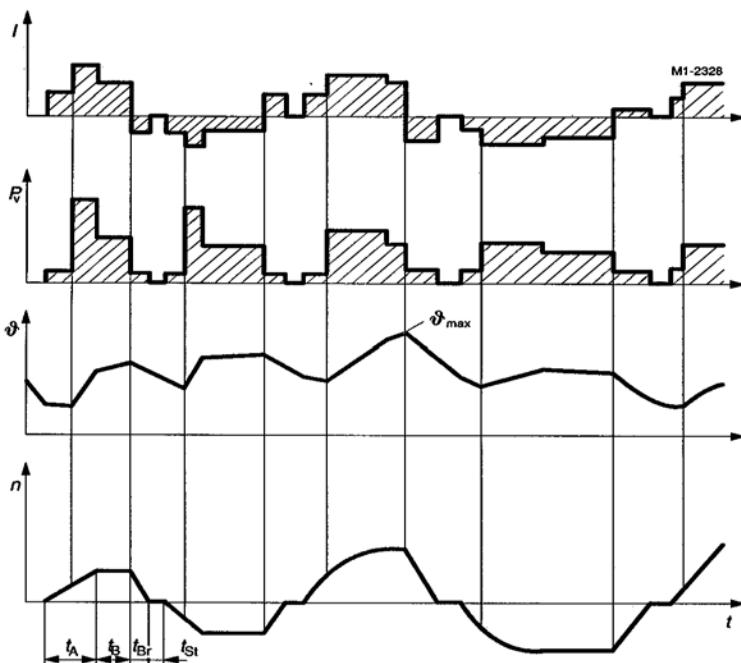


$$t_{r1} = \frac{t_A + t_{B1}}{t_A + t_{B1} + t_{Br1} + t_{B2} + t_{Br2} + t_{B3}}$$

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

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

รูปที่ 8 ลักษณะงานชนิด S8: การทำงานต่อเนื่องลักษณะเป็นคาบที่คิดความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงโหลดต่อความเร็ว



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

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

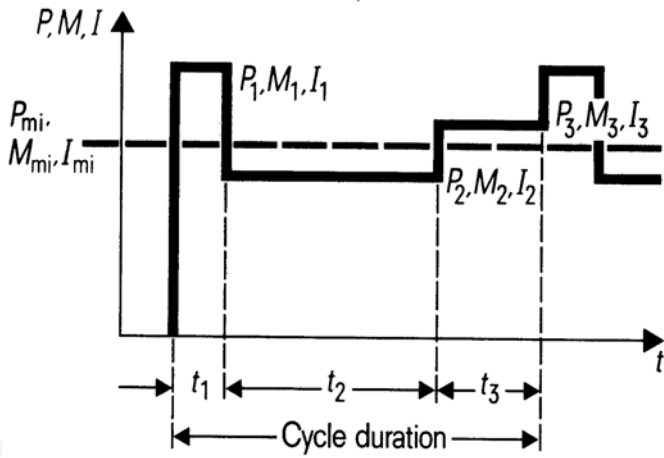
รูปที่ 9 เป็นลำดับการทำงานที่โหลดและความเร็วเปลี่ยนแปลงไม่คงที่แต่อยู่ในย่านที่ยอมรับได้

ลักษณะงานชนิดนี้บ่อยครั้งที่โหลดจะมีค่าเกินค่าพิกัด

รูปที่ 9 ลักษณะงานชนิด S9: การทำงานต่อเนื่องลักษณะโหลดไม่เป็นคาบและความเร็วเปลี่ยนแปลง



ค่าเฉลี่ยเอาต์พุต (Mean Output)



การหาค่าเฉลี่ยเอาต์พุต

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

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

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

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA