

משטרי עבודה

משטרי עבודה מגדרים את הזרם שעיל האביזר החשמלי לנתק או לחבר והם תלויים בגורמים הבאים:
סוג המתקן המופעל - מנועי רוטור כלוב, מנועי רוטור מלופף, נגדים, קבלים, תארות פריקה, תארות ליבון, שנאים. התנאים בהם המנגנון נסגר או נפתח - מנוע ברים או בעמידה, היפוך כוון, בלימה בזרם נגד, עבודה בצד-צד (Inching).

משטרי עבודה בזרם חילופין**למנגנים (לפי תקן 1-4 IEC/EN 60947-4)**

- AC-1 מיתוג עומס התנדותי או מעט השראתי, רתכות
- AC-2 הפעלת בלימה בזרם נגד, עבודה בצד-צד (Inching) של מנועי רוטור מלופף
- AC-3 הפעלת מנועי רוטור כלוב
- AC-4 הפעלת בלימה בזרם נגד, עבודה בצד-צד (Inching) של מנועי רוטור כלוב
- AC-5A מיתוג נורות פריקה
- AC-5B מיתוג נורות ליבון
- AC-6A מיתוג שנאים
- AC-6B מיתוג קבלים
- AC-7A מיתוג עומס מעט השראתי למכשור ביתי
- AC-7B מיתוג עומס מנועי יתיר
- AC-8A מיתוג מדחס קירור סגורים הרמתית עם החזר ידני בעומס יתר
- AC-8B מיתוג מדחס קירור סגורים הרמתית עם החזר אוטומטי בעומס יתר

למפסקי פקד (לפי תקן 1-5 IEC/EN 60947-5)

- AC-12 פקד עומס התנדותי ומצב מזק (Solid State) במנגנון עם צימוד אופטי
- AC-13 פקד עומס מצב מזק (Solid State) במנגנון עם שניי מבטל
- AC-14 פקד אלקטrico מגנט עם עומס נמוך עד 72VA
- AC-15 פקד אלקטrico מגנט עם עומס גבוהה מעל 72VA

למנתקים (לפי תקן 3 IEC/EN 60947-3)

- AC-20A חיבור וניטוק ללא עומס
- AC-21A מיתוג עומס התנדותי הכלול עומס יתר קלים
- AC-22A מיתוג עומס מעורב, התנדותי והשראתי, הכלול עומס יתר קלים
- AC-23A מיתוג מנועים או עומס השראתי אחר

משטרי עבודה בזרם ישיר**למנגנים (לפי תקן 1-4 IEC/EN 60947-4)**

- DC-1 מיתוג עומס התנדותי או מעט השראתי, רתכות
- DC-3 מיתוג מנוע בעל עירור מקובלי, הפעלה, בלימה בזרם נגד, עבודה בצד-צד (Inching)
- DC-5 מיתוג מנוע בעל עירור טרי, הפעלה, בלימה בזרם נגד, עבודה בצד-צד (Inching)
- DC-6 מיתוג נורות ליבון

למפסקי פקד (לפי תקן 1-5 IEC/EN 60947-5)

- DC-12 פקד עומס התנדותי ומצב מזק (Solid State) במנגנון עם צימוד אופטי
- DC-13 פקד אלקטrico מגנט
- DC-14 פקד אלקטrico מגנט עם נגד חסכו

למנתקים (לפי תקן 3 IEC/EN 60947-3)

- (B) - DC-20A חיבור וניטוק ללא עומס
- (B) - DC-21A מיתוג עומס התנדותי הכלול עומס יתר קלים (מנוע בעל עירור מקובלי)
- (B) - DC-22A מיתוג עומס השראתי (מנוע בעל עירור מקובלי)
- (B) - DC-23A מיתוג מנועים או עומס השראתי אחר
- A - הפעולות תדירות
- B - הפעולות מזדמנות

פרוט המשטרים נמצא בספרון WIRING MANUAL של חברת Eaton

Standards, formulae, tables

Utilization categories for switch-disconnectors

**For switches, switch-disconnectors and fuse-combination units to
DIN EN IEC 60947-3 (VDE 0660-107, Table 2 and 4)**

Type of current	Utilization category	Typical applications: I = Inrush current, I_c = Breaking current, I_e = Rated operational current, U = Voltage, U_e = Rated operational voltage, U_r = Recovery voltage
Alternating current	AC-20A(B) ¹⁾	Making and breaking without load
	AC-21A(B) ¹⁾	Switching resistive loads including low overloads
	AC-22A(B) ¹⁾	Switching mixed resistive and inductive loads including low overloads
	AC-23A(B) ¹⁾	Switching motors and other highly inductive loads
DC current	DC-20A(B) ¹⁾	Making and breaking without load
	DC-21A(B) ¹⁾	Switching resistive loads including low overloads
	DC-22A(B) ¹⁾	Switching mixed resistive and inductive loads, including low overloads (e. g. shunt motors)
	DC-23A(B) ¹⁾	Switching highly inductive loads (e. g. series motors)

¹⁾ A: Frequent actuation, B: Occasional actuation

Switch-disconnectors that are suitable for switching motors are also tested according to the criteria stated in → Section "Utilization categories for contactors and motor starters", page 10-48.

Standards, formulae, tables

Utilization categories for switch-disconnectors

Verification of switching capacity						
Switch on				Switch off		
I_e [A]	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$\cos \varphi$	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	$\cos \varphi$
All values	1)	1)	1)	1)	1)	1)
All values	1.5	1.05	0.95	1.5	1.05	0.95
All values	3	1.05	0.65	3	1.05	0.65
$I_e \leq 100$	10	1.05	0.45	8	1.05	0.45
$I_e > 100$	10	1.05	0.35	8	1.05	0.35
I_e [A]	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	L/R [ms]	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R [ms]
All values	1)	1)	1)	1)	1)	1)
All values	1.5	1.05	1	1.5	1.05	1
All values	4	1.05	2.5	4	1.05	2.5
All values	4	1.05	15	4	1.05	15

Standards, formulae, tables

Utilization categories for contactors and motor starters

To DIN EN IEC 60947-4-1 (VDE 0660-102, Table 1, B1 and 7)

Type of current	Utilization category	Typical applications: I = Inrush current, I_c = Breaking current, I_e = Rated operational current, U = Voltage, U_e = Rated operational voltage, U_r = Recovery voltage	Verification of electrical lifespan		
			Switch on		
		I_e [A]	I $\frac{I}{I_e}$	U $\frac{U}{U_e}$	
DC current	DC-1	Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces	All values	1	1
	DC-3	Shunt motors: starting, plugging, reversing, inching, dynamic braking	All values	2.5	1
	DC-5	Series motors: starting, plugging, reversing, inching, dynamic braking	All values	2.5	1
	DC-6	Switching of filament lamps			

¹⁾ $\cos \varphi = 0.45$ for $I_e \leq 100$ A; $\cos \varphi = 0.35$ for $I_e > 100$ A

²⁾ Tests must be carried out with an filament bulb load connected.

³⁾ Here, the test data are to be derived from the AC-3 or AC-4 test values in accordance with particular table.

Notes

				Verification of switching capacity								
				Switch off			Switch on			Switch off		
L/R [ms]	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R [ms]	I_e [A]	I $\frac{I}{I_e}$	U $\frac{U}{U_e}$	L/R [ms]	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R [ms]		
1	1	1	1	All values	1.5	1.05	1	1.5	1.05	1		
2	2.5	1	2	All values	4	1.05	2.5	4	1.05	2.5		
7.5	2.5	1	7.5	All values	4	1.05	15	4	1.05	15		
					1.5 ²⁾	1.05	2)	1.5 ²⁾	1.05	2)		

⁴⁾ Devices for utilization category AC-3 may be used for occasional inching or plugging during a limited period such as for setting up a machine; during this limited time period, the number of operations must not exceed a total of five per minute or more than ten in a ten minute period.

⁵⁾ Hermetically enclosed refrigerant compressor motor means a combination of a compressor and a motor both of which are housed in the same enclosure with no external shaft or shaft seals, the motor running in the coolant.

Standards, formulae, tables

Utilization categories for contactors and motor starters

To DIN EN IEC 60947-4-1 (VDE 0660-102, Table 1, B1 and 7)

Type of current	Utilization category	Typical applications: $I = \text{Inrush current}$, $I_c = \text{Breaking current}$, $I_e = \text{Rated operational current}$, $U = \text{Voltage}$, $U_e = \text{Rated operational voltage}$ $U_r = \text{Recovery voltage}$	Verification of electrical lifespan
			Switch on
		I_e [A]	I I_e
			U U_e
Alternating current	AC-1	Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces	All values 1 1
	AC-2	Slip-ring motors: starting, switch off	All values 2.5 1
	AC-3	Normal AC induction motors: starting, switch off during running ⁴⁾	$I_e \leq 17$ 6 1 $I_e > 17$ 6 1
	AC-3e	Normal AC induction motors with higher starting current: starting, switch off during running	$I_e \leq 17$ 6 1 $I_e > 17$ 6 1
	AC-4	Normal AC induction motors: starting, plugging, reversing, inching	$I_e \leq 17$ 6 1 $I_e > 17$ 6 1
	AC-5a	Switching of electric discharge lamp controls	
	AC-5b	Switching of filament lamps	
	AC-6a ³⁾	Switching of transformers	
	AC-6b ³⁾	Switching of capacitor banks	
	AC-7a	Slightly inductive loads in household appliances and similar applications	Data as supplied by the manufacturer
	AC-7b	Motor load for domestic applications	
	AC-8a	Switching of hermetically enclosed refrigerant compressor motors with manual reset of overload releases ⁵⁾	
	AC-8b	Switching of hermetically enclosed refrigerant compressor motors with automatic reset of overload releases ⁵⁾	

Standards, formulae, tables

Utilization categories for contactors and motor starters

Standards, formulae, tables

Utilization categories for switching elements

To DIN EN 60947-5-1 (VDE 0660-200, Table 1, 4 and 5)

Type of current	Utilization category	Typical applications	Usual conditions of use	
		I = Inrush current, I_c = Breaking current, I_e = Rated operational current, U = Voltage, U_e = Rated operational voltage U_r = Recovery voltage, $t_{0.95}$ = Time in ms, until 95 % of the steady-state current has been reached. $P = U_e \times I_e$ = Rated power in Watts	Switch on	
			$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Alternating current	AC-12	Control of resistive and solid state loads as in optocoupler input circuits	1	1
	AC-13	Control of solid state loads with transformer isolation	2	1
	AC-14	Control of small electromagnetic loads (max. 72 VA)	6	1
	AC-15	Control of electromagnetic loads (above 72 VA)	10	1
			$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
DC current	DC-12	Control of resistive and solid state loads as in optocoupler input circuits	1	1
	DC-13	Control of electromagnets	1	1
	DC-14	Control of electromagnetic loads with economy resistors in the circuit	10	1

10

Standards, formulae, tables

Utilization categories for switching elements

				Unusual conditions of use							
Switch off				Switch on				Switch off			
$\cos \varphi$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$\cos \varphi$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$\cos \varphi$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$\cos \varphi$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
0.9	1	1	0.9	—	—	—	—	—	—	—	—
0.65	1	1	0.65	10	1.1	0.65	1.1	1.1	0.65	1.1	1.1
0.3	1	1	0.3	6	1.1	0.7	6	1.1	0.7	6	1.1
0.3	1	1	0.3	10	1.1	0.3	10	1.1	0.3	10	1.1
$t_{0.95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$T_{0.95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$T_{0.95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$T_{0.95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
1 ms	1	1	1 ms	—	—	—	—	—	—	—	—
$6 \times P^1)$	1	1	$6 \times P^1)$	1.1	1.1	$6 \times P^1)$	1.1	1.1	$6 \times P^1)$	1.1	1.1
15 ms	1	1	15 ms	10	1.1	15 ms	10	1.1	15 ms	10	1.1

10

¹⁾ The value "6 x P" results from an empirical relationship that represents most DC magnetic loads to an upper limit of $P = 50 \text{ W}$, i. e. $6 \text{ [ms]/[W]} = 300 \text{ [ms]}$. Loads having a power consumption greater than 50 W are assumed to consist of smaller loads in parallel. Therefore, 300 ms is to be an upper limit, irrespective of the power consumption.