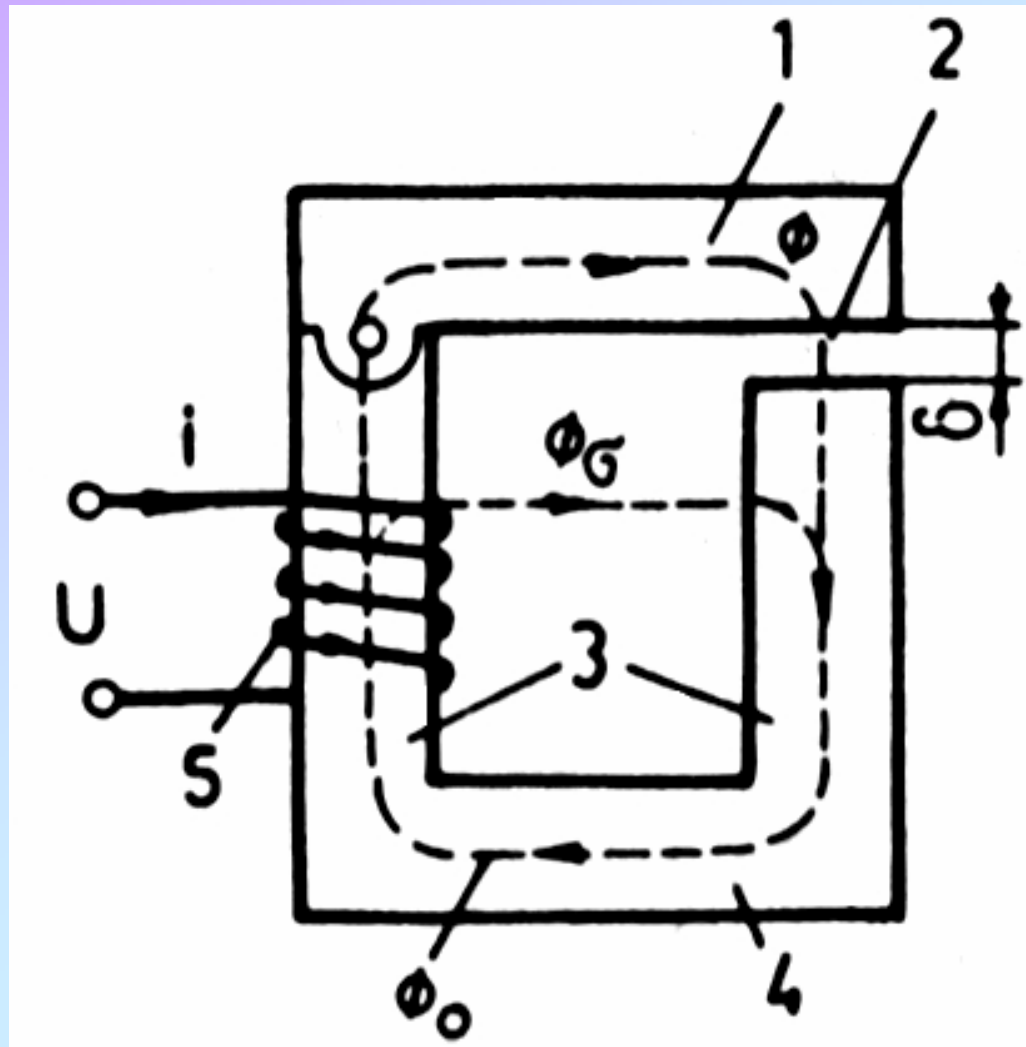




Електрически апарати

Електромагнит

Принципна схема на електромагнит



1-котва, 2-"възд.междина", 3-ядра, 4-ярем, 5-намотка

$$F = iw \quad \leftrightarrow \quad E = -w \frac{d\Phi}{dt}$$

$$R_{\mu} = \frac{1}{\mu} \frac{l}{S} \quad \leftrightarrow \quad R = \frac{1}{\gamma} \frac{l}{S} = \rho \frac{l}{S}$$

$$\Phi = \frac{F}{R_{\mu}} \quad \leftrightarrow \quad I = \frac{E}{R}$$

$$\mu_{Fe} \rightarrow \infty$$

$$R_{\mu M} = R_{\mu Fe} + R_{\mu \delta} \approx R_{\mu \delta}$$

$$R_{\mu \delta} = \frac{\delta}{\mu_0 S}$$

$$W_M = \frac{1}{2} Li^2$$

$$L = \frac{w^2}{R_{\mu M}} \approx \frac{w^2}{R_{\mu \delta}}$$

Электромагнит

$$f = \frac{dW}{dx} \quad dx = -d\delta \rightarrow f = - \frac{dW_M}{d\delta} \Big|_{i=\text{const}}$$

< 0 ($\delta \downarrow \Rightarrow L \uparrow$)

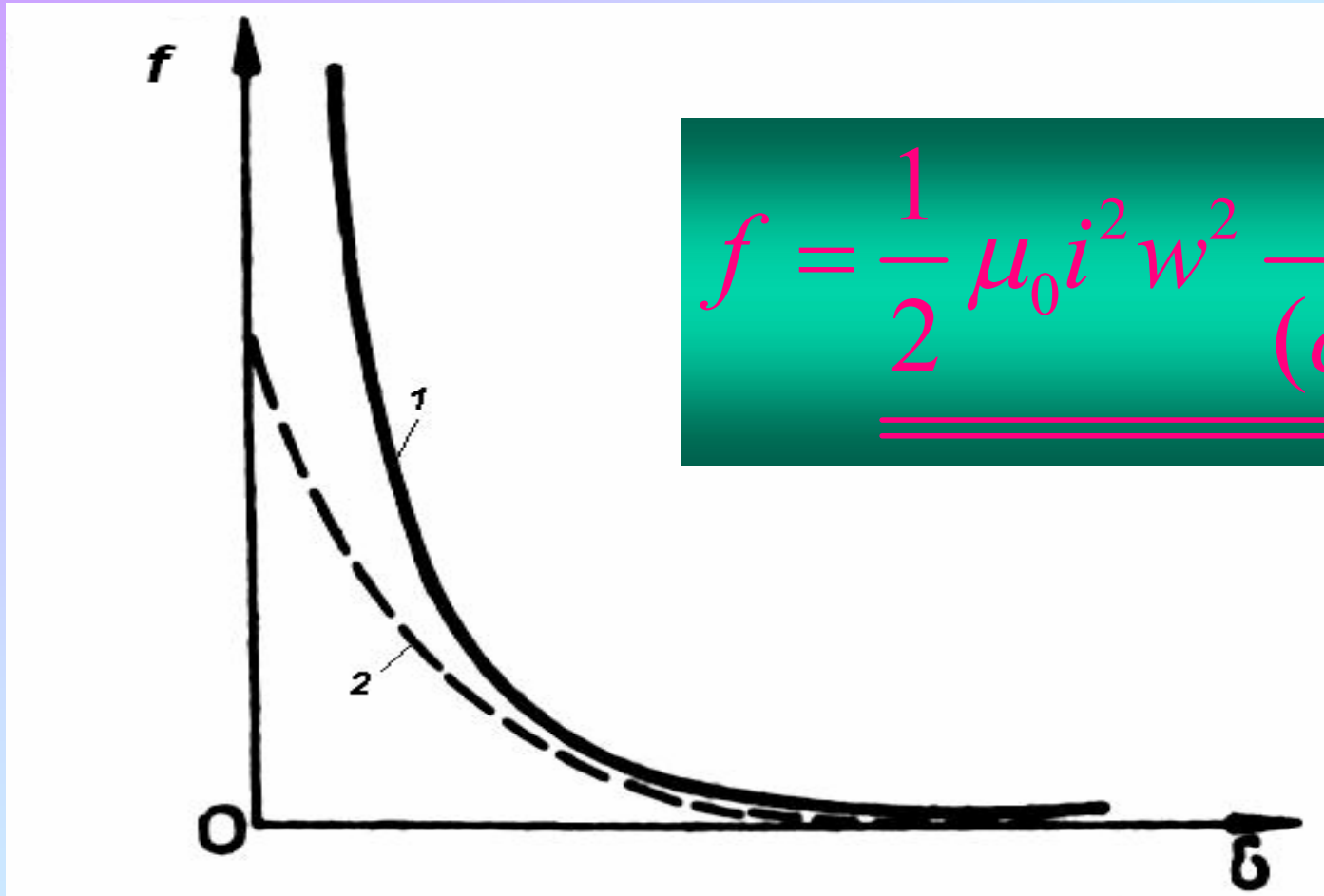
$$f = - \frac{dW_M}{d\delta} = - \frac{1}{2} i^2 \left(\frac{dL}{d\delta} \right) = \underline{\underline{\frac{1}{2} \mu_0 i^2 w^2 \frac{S}{\delta^2}}}$$

$$F_M = iw \approx F_\delta = \Phi_\delta R_{\mu\delta} = \Phi_\delta \frac{\delta}{\mu_0 S} = B \cancel{S} \frac{\delta}{\mu_0 \cancel{S}}$$

$$\underline{\underline{f = \frac{\Phi_\delta^2}{2\mu_0 S} = \frac{B_\delta^2 S}{2\mu_0}}}$$

Електромагнит за постоянен ток

Статична тягова характеристика на електромагнита при $i = \text{const}$



$$f = \frac{1}{2} \mu_0 i^2 w^2 \frac{S}{(\delta + \delta'_{Fe})^2}$$

1. $\mu_{Fe} \rightarrow \infty; \delta'_{Fe} = 0;$ ($\delta \rightarrow 0; f \rightarrow \infty$) ($\delta \rightarrow \infty; f \rightarrow 0$)

2. $\mu_{Fe} < \infty; \delta'_{Fe} > 0;$ ($\delta \rightarrow 0; f < \infty;$) ($\delta \rightarrow \infty; f \rightarrow 0$)

Какво е δ'_{Fe} ?

$$\delta'_{Fe} = \frac{l_{Fe \text{ магнитопровод}}}{\mu_{Fe}}$$

е условна въздушна междина, която би имала същото магнитно съпротивление, каквото има феромагнитния магнитопровод при дадена стойност $\mu_{Fe} = const.$

Тогава:

$$R_{\mu M} = \frac{\delta + \delta'_{Fe}}{\mu_0 S}$$

$$W_M = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} \frac{w^2}{R_{\mu M}} i^2 = \frac{1}{2} \mu_0 w^2 i^2 \frac{S}{\delta + \delta'_{Fe}}$$

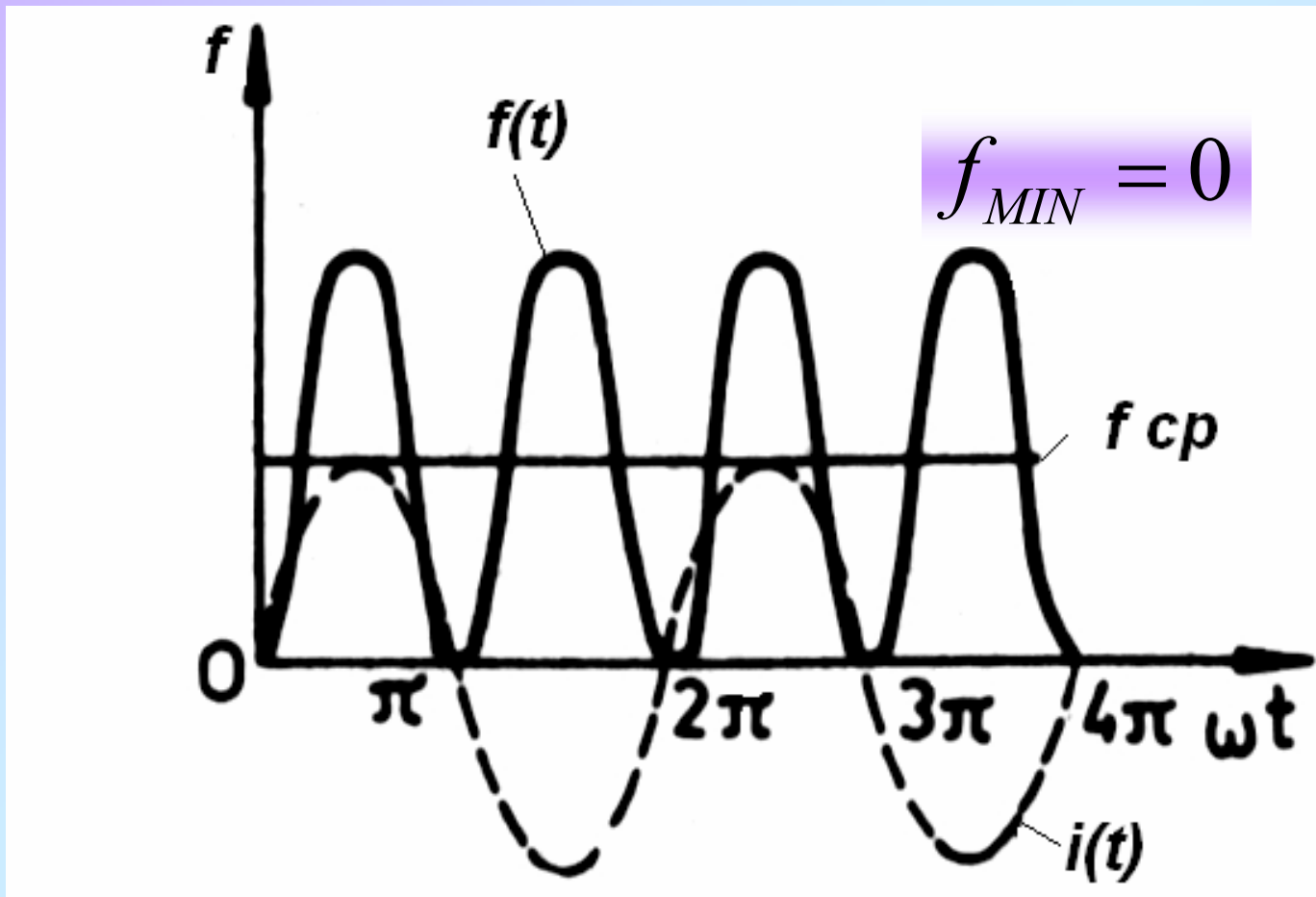
$$f = -\frac{dW_M}{d\delta} = -\frac{1}{2} i^2 \left(\frac{dL}{d\delta} \right) = \frac{1}{2} \mu_0 i^2 w^2 \frac{S}{\left(\delta + \delta'_{Fe} \right)^2}$$

$$i = I_{MAX} \sin \omega t$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{1 - \cos 2\alpha}{2}$$

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{2} \mu_0 w^2 \frac{S}{\delta^2} I_{MAX}^2 \sin^2 \omega t = \\ &= f_{MAX} \sin^2 \omega t = \\ &= \frac{1}{2} f_{MAX} - \frac{1}{2} f_{MAX} \cos 2\omega t \end{aligned}$$

$$f_{MAX} = \frac{1}{2} \mu_0 w^2 \frac{S}{\delta^2} I_{MAX}^2; \quad f_{cp} = \frac{f_{MAX}}{2}$$



$$f_{MAX} \approx const. \neq f(\delta); f_{cp} \approx const. \neq f(\delta)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}; X_L = 2\pi f \omega^2 \frac{\mu_0 S}{\delta}; R \approx 0$$

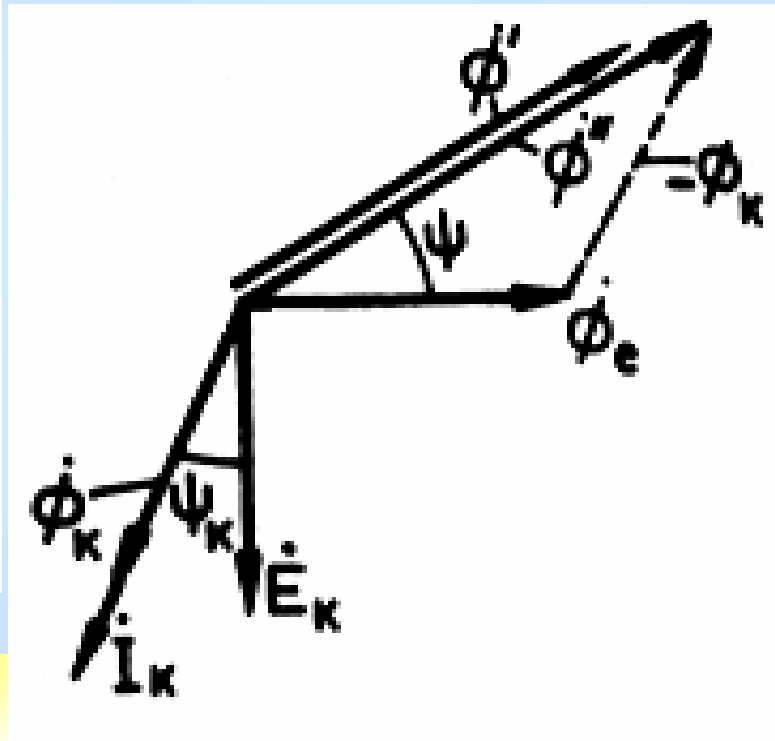
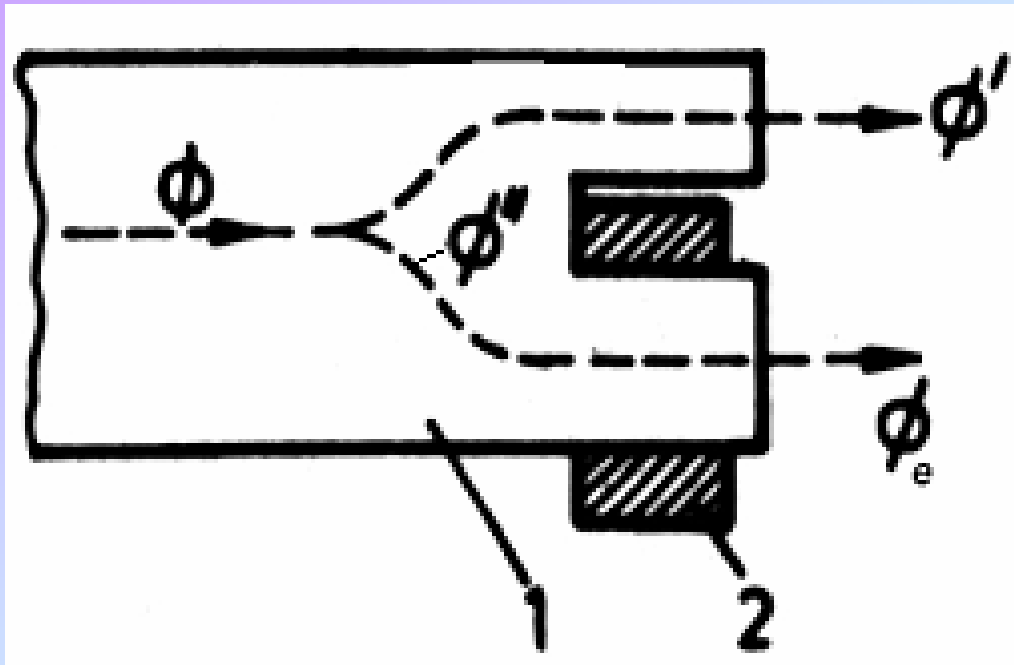
$$Z = X_L; I_{MAX} = \frac{U_{MAX}}{Z} = \frac{U_{MAX}}{k_1} \delta; \rightarrow \delta \downarrow \rightarrow I_{MAX}(\delta) \downarrow$$

но при равни други условия: $\delta \downarrow \rightarrow f(\delta) \uparrow$

$$f_{MAX} = k_2 \left(\frac{I_{MAX}}{\delta} \right)^2 = k_2 \frac{U_{MAX}^2}{k_1^2} \approx const. \neq f(\delta)$$

Накъсо съединена навивка върху ядрото на електромагнит.

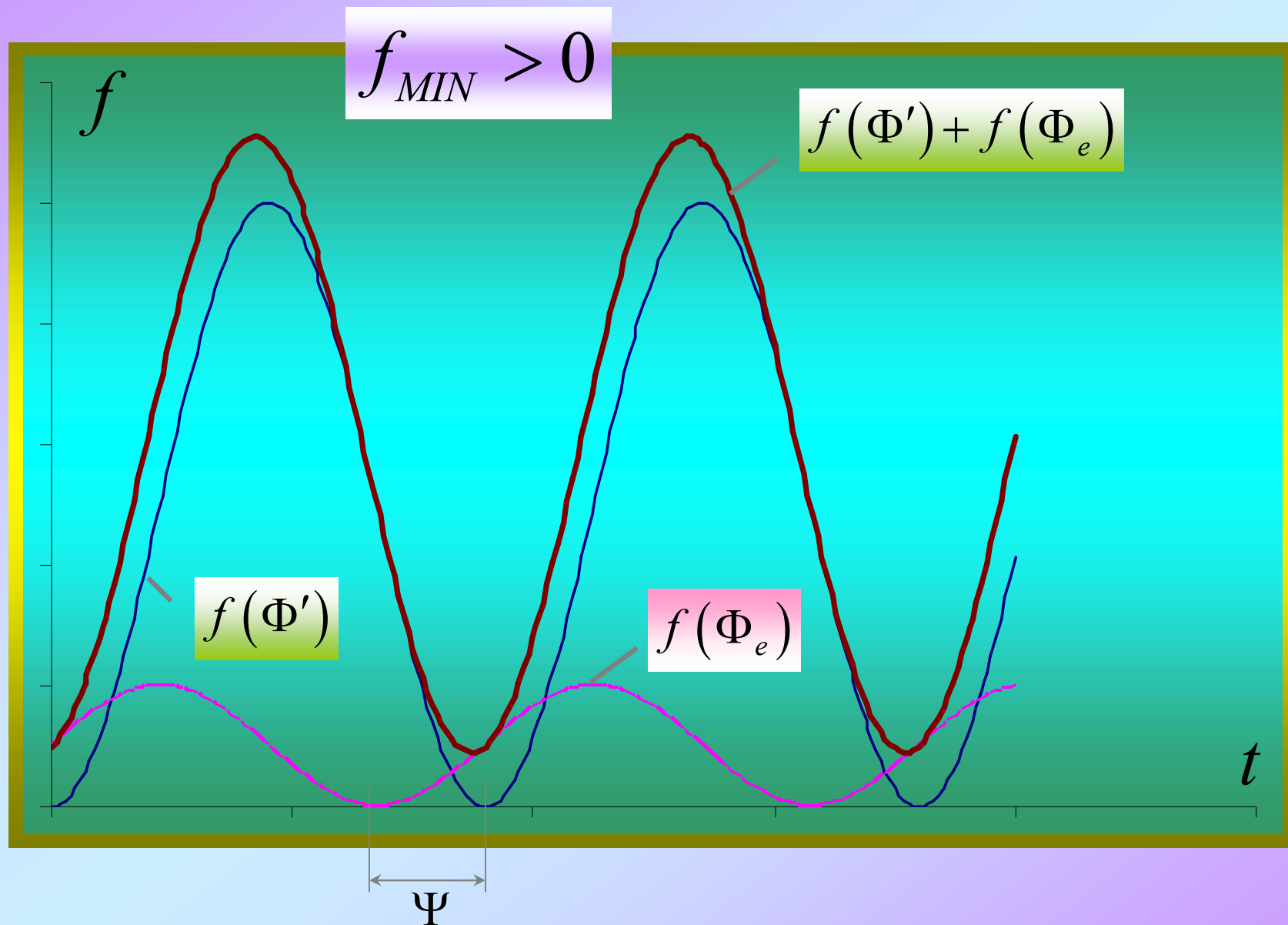
1. - Ядро, 2.- Накъсо съединена навивка



$$\Phi = \Phi' + \Phi''$$

$$\Phi_e = \Phi' + \Phi_K \rightarrow \Phi' = \Phi_e + (-\Phi_K)$$

Сила на електромагнит за променлив ток при к.с. навивка

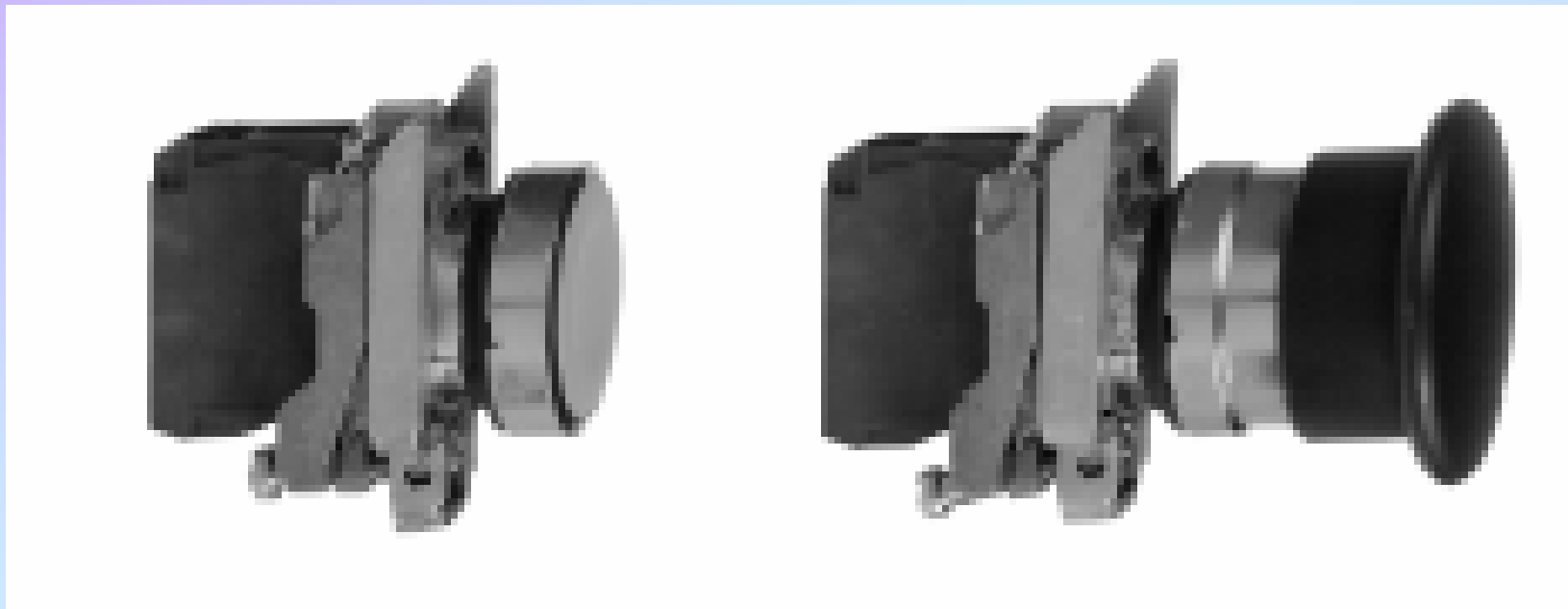


**Електрически
апарати с
РЪЧНО
УПРАВЛЕНИЕ**

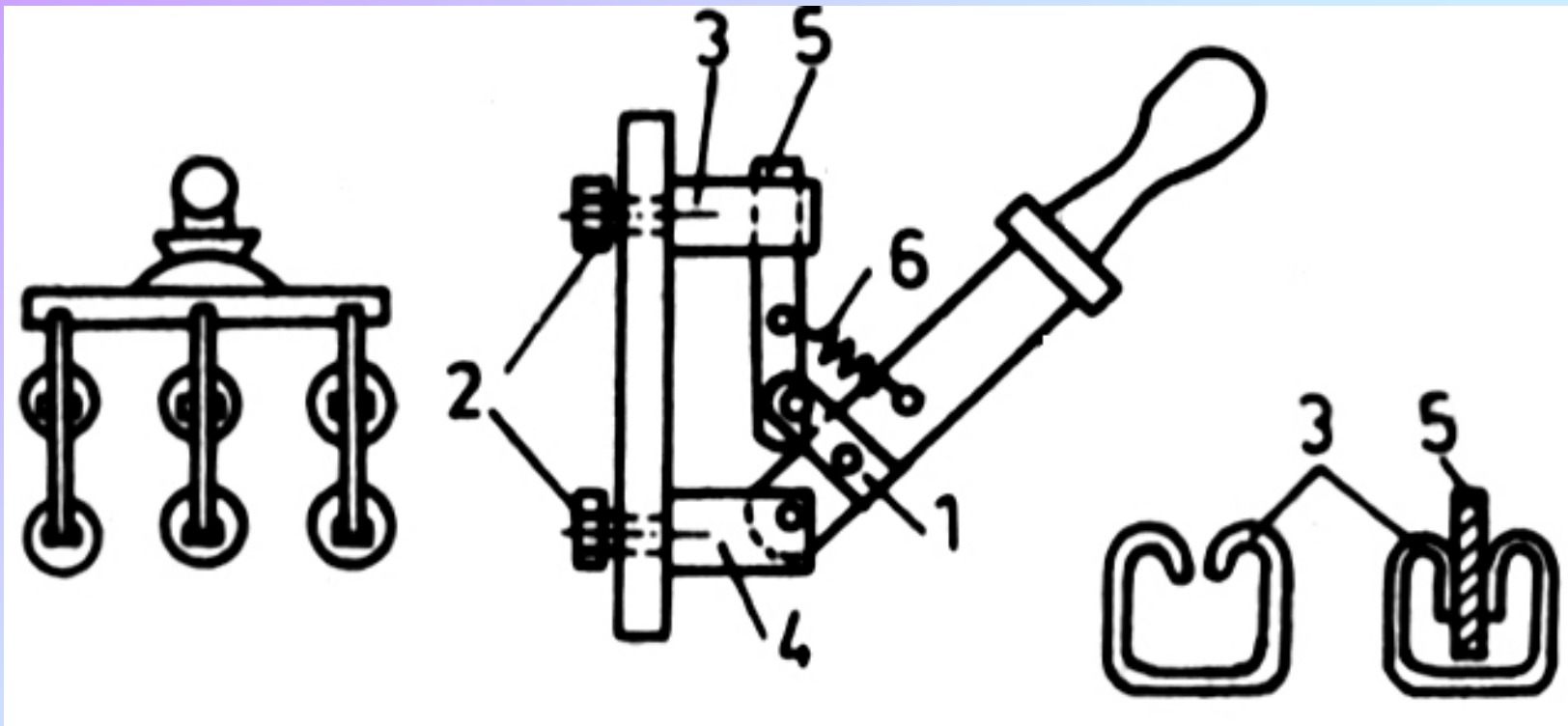
Бутони

Вляво – обикновен/възвръщаем/

Вдясно – тип “ГЪБА”/



Ножов прекъсвач /трифазен/



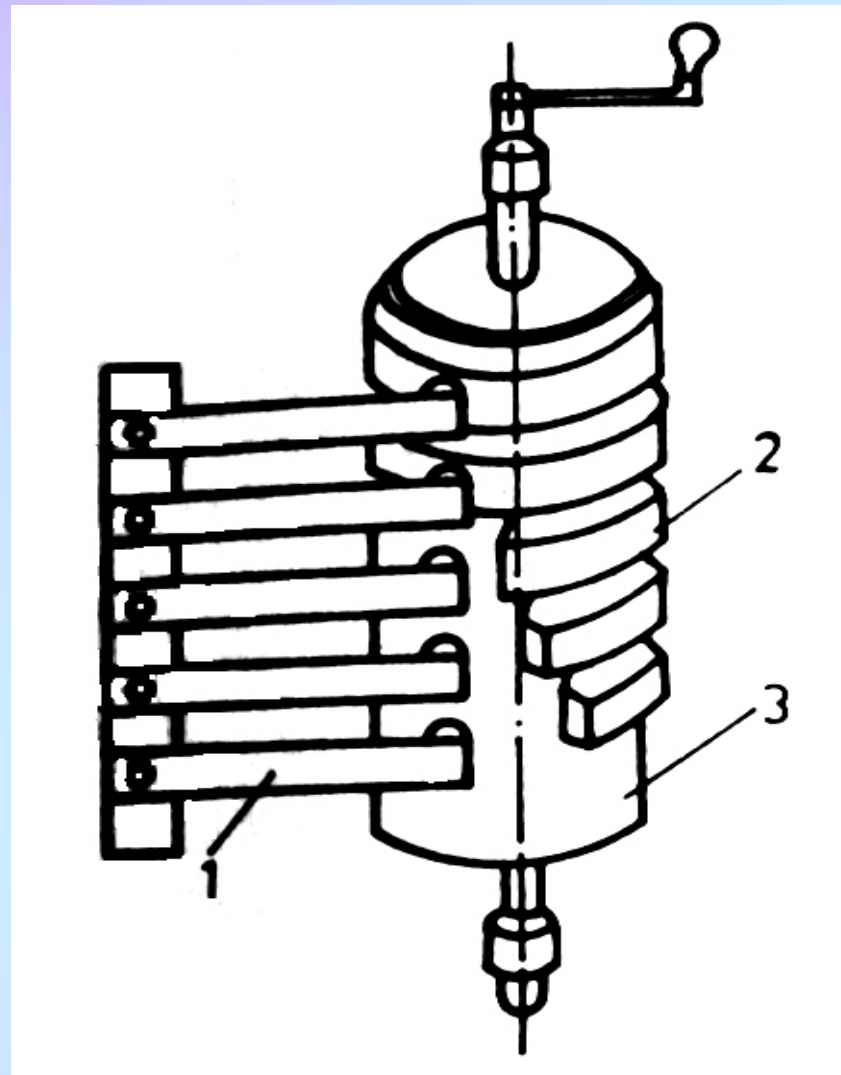
- 1- Лостова система, 2- Изводни клеми,
3- Неподвижни конт.тела – челюсти, 4 – Нождържатели,
5 –Подвижни конт.тела – ножове, 6 - Пружини

Пакетен прекъсвач



Барабанен контролер

1-Неподв. конт. тела, 2- Подв.конт.тела, 3-Барабан



**Електрически
апарати с
АВТОМАТИЧНО
УПРВЛЕНИЕ**

Контактор за ПОСТОЯНЕН ТОК – клапанен тип

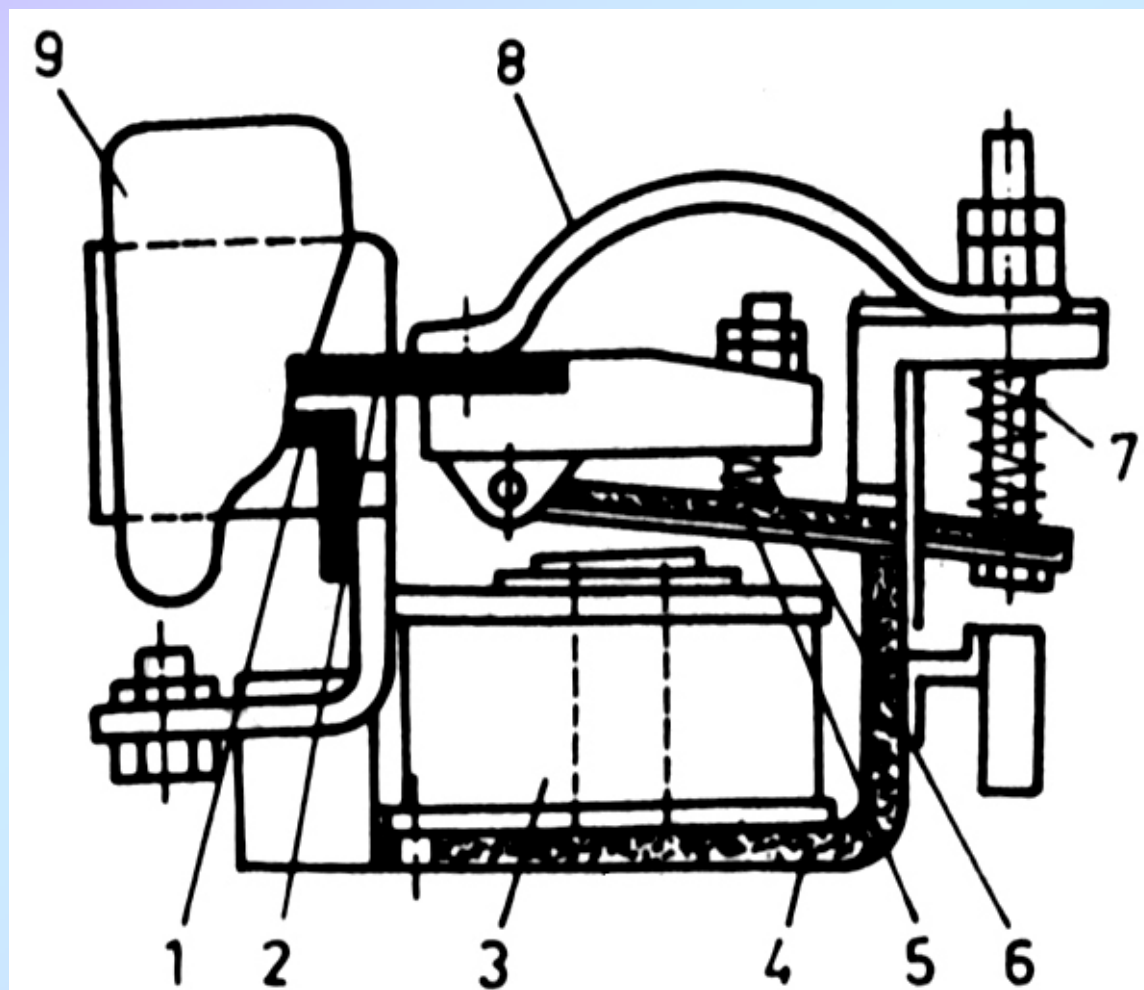
1- неподв.конт.тела 2-подв.конт.тела 3-электромагнит

4-магнитопровод 5-котва 6-конт.пружина

7-възвр.пружина

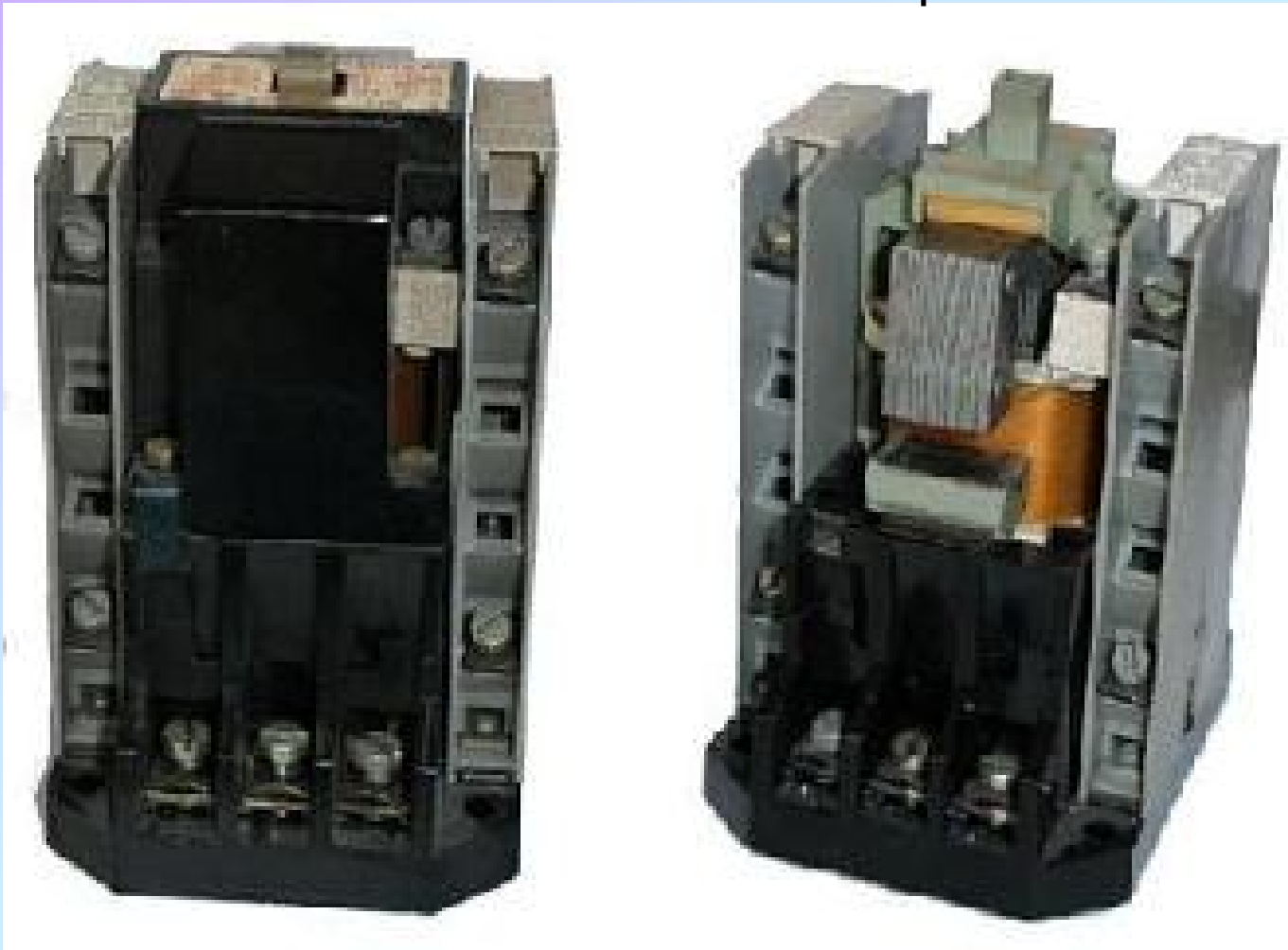
8-токоотвеждащ елемент от подв.конт.тела

9-дъгогасително устройство



Контактор за трифазна верига

Вляво – общ външен вид. **Вдясно** – при отстранени контактна система и дъгогасителна камера – виждат се магнитопровода, котвата и бобината на електромагнита.



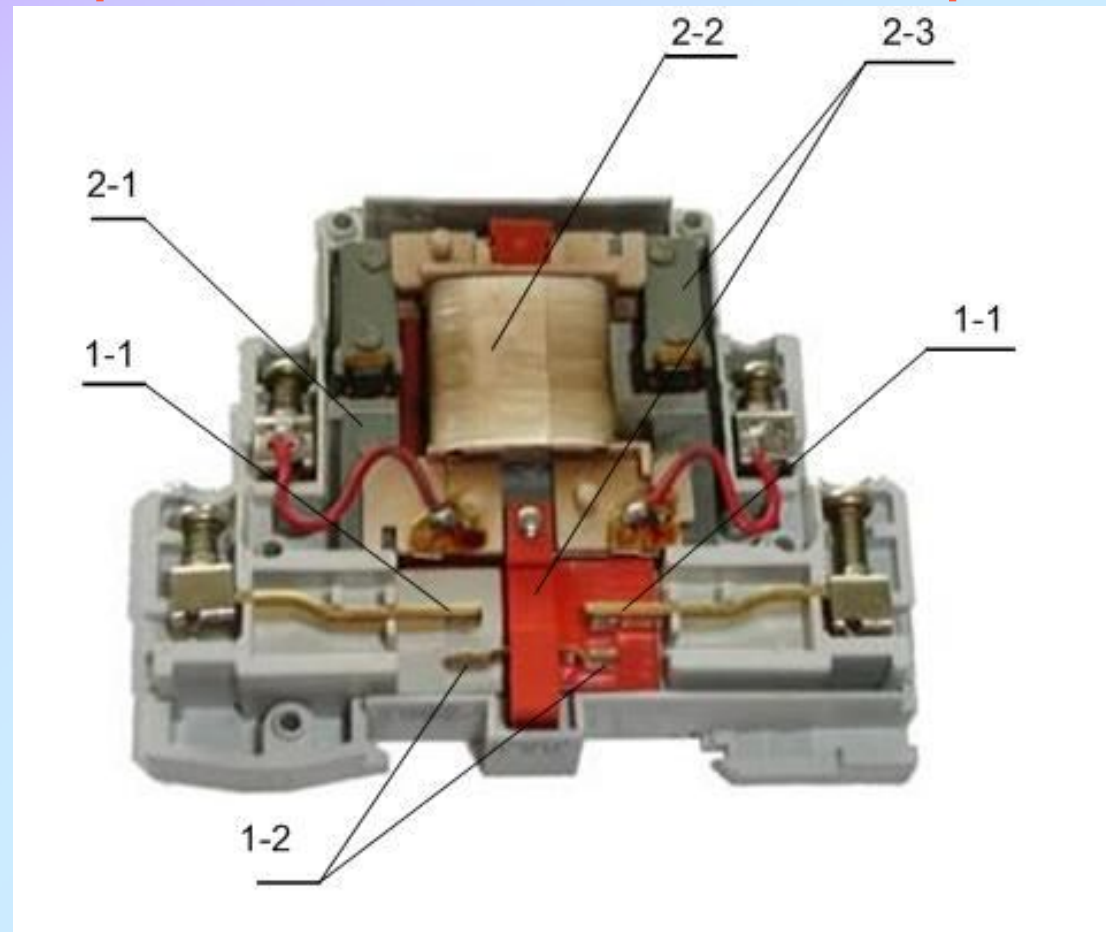
Двуполюсен контактор – за еднофазна верига

1-1 неподвижни контактни тела; 1-2 подвижни контактни тела

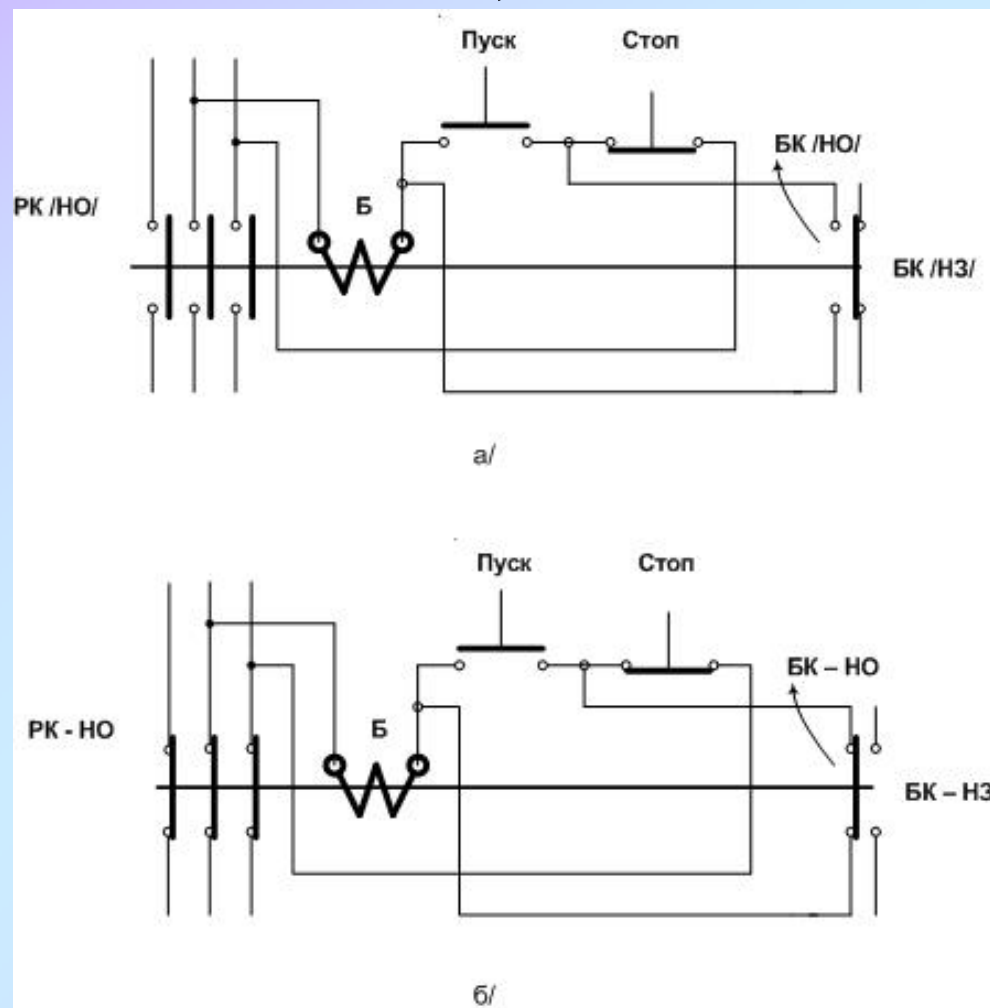
2-1 неподвижен магнитопровод; 2-2 бобина на контактора

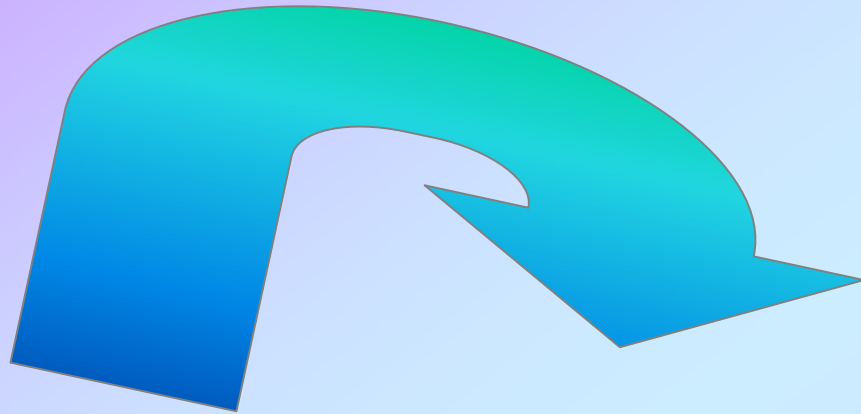
2-3 котва с носач на подвижните контактни тела

Заб.: вторият комплект конт.тела е на обратната страна



Схеми на оперативната верига на трифазен контактор при: а/ изключено състояние; б/ включено състояние

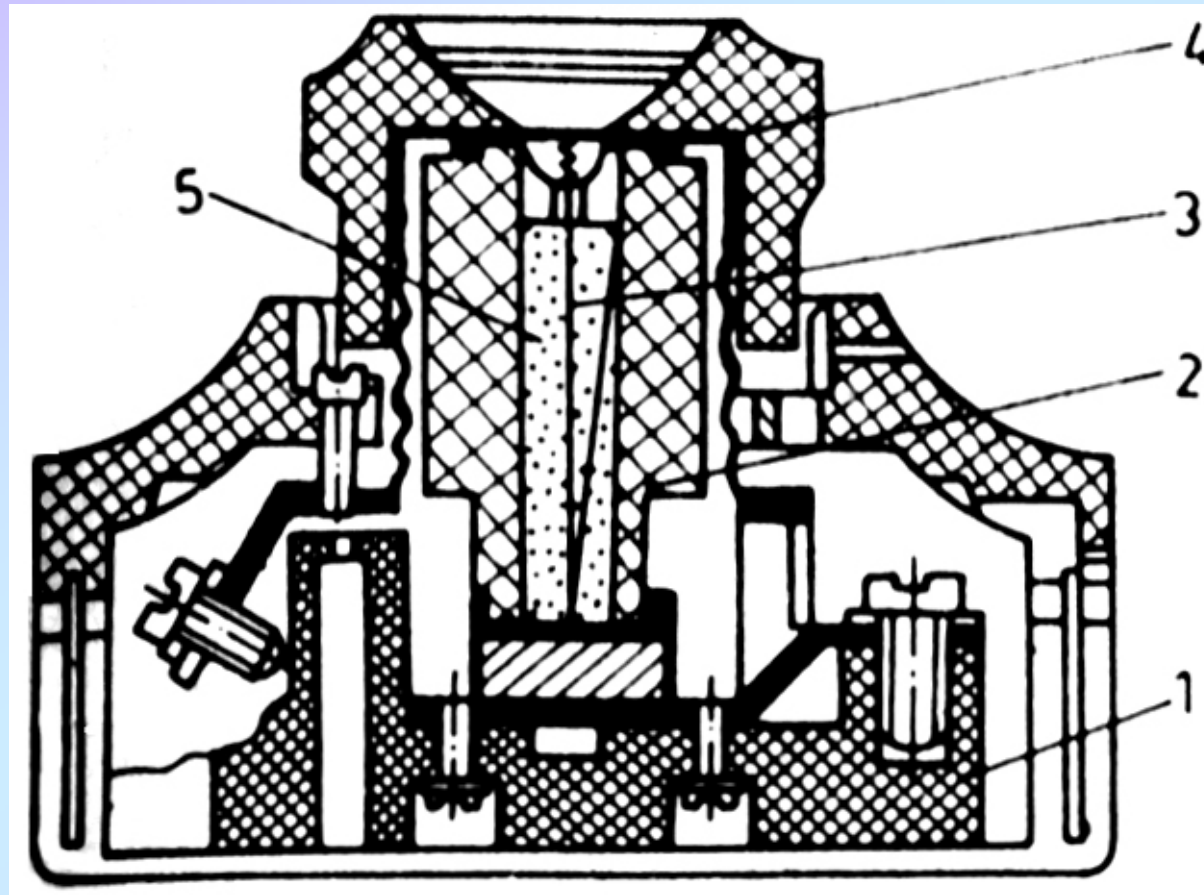




*Електрически апарати за
защита и сигнализация*

Стопяем предпазител /винтов/

- 1 – основа /изолирана/ , 2 – вложка /патрон/,
3 – стопяема нишка, 4 – метална /месингова/ гилза,
5 – кварцов пясък, 6 – капачка /изолирана/

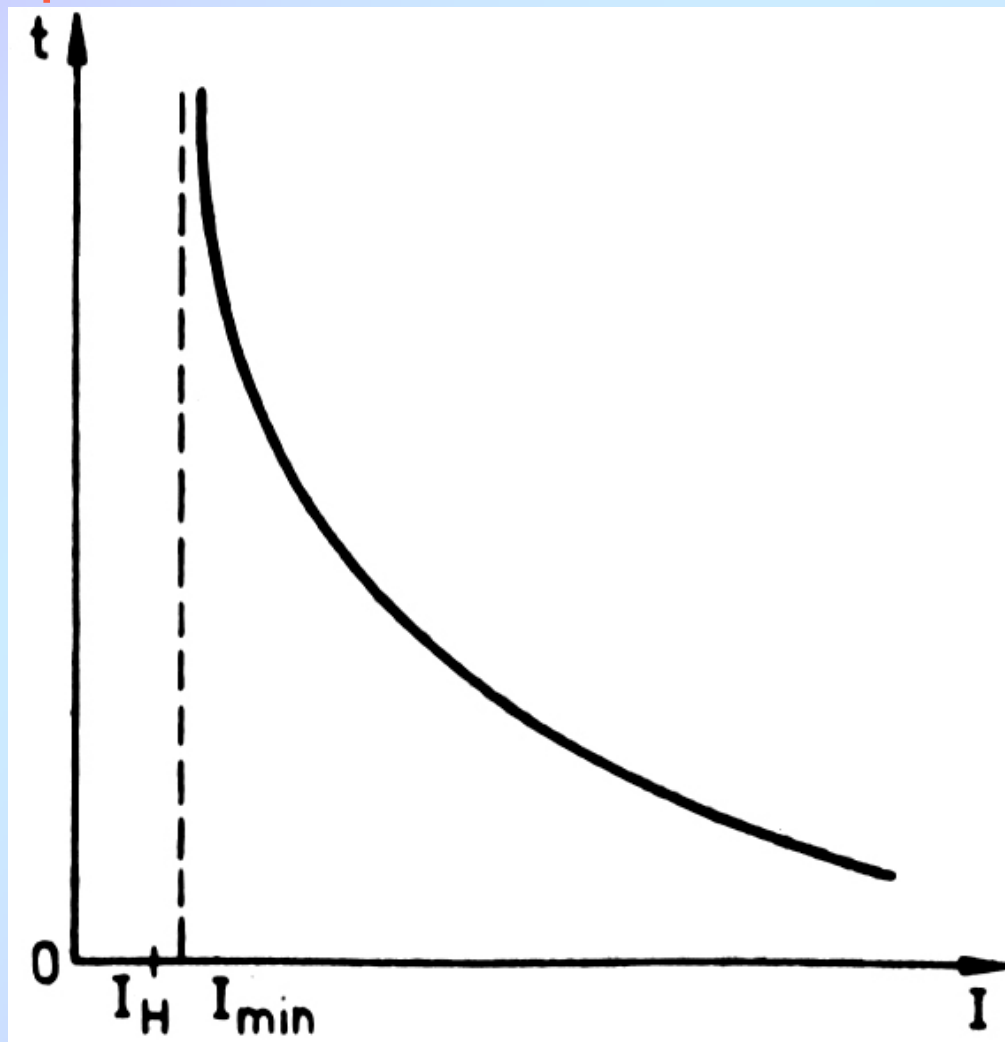


Времетокова характеристика на стопяем предпазител

$$Q = I^2 R t$$

$$t = \frac{Q}{I^2 R}$$

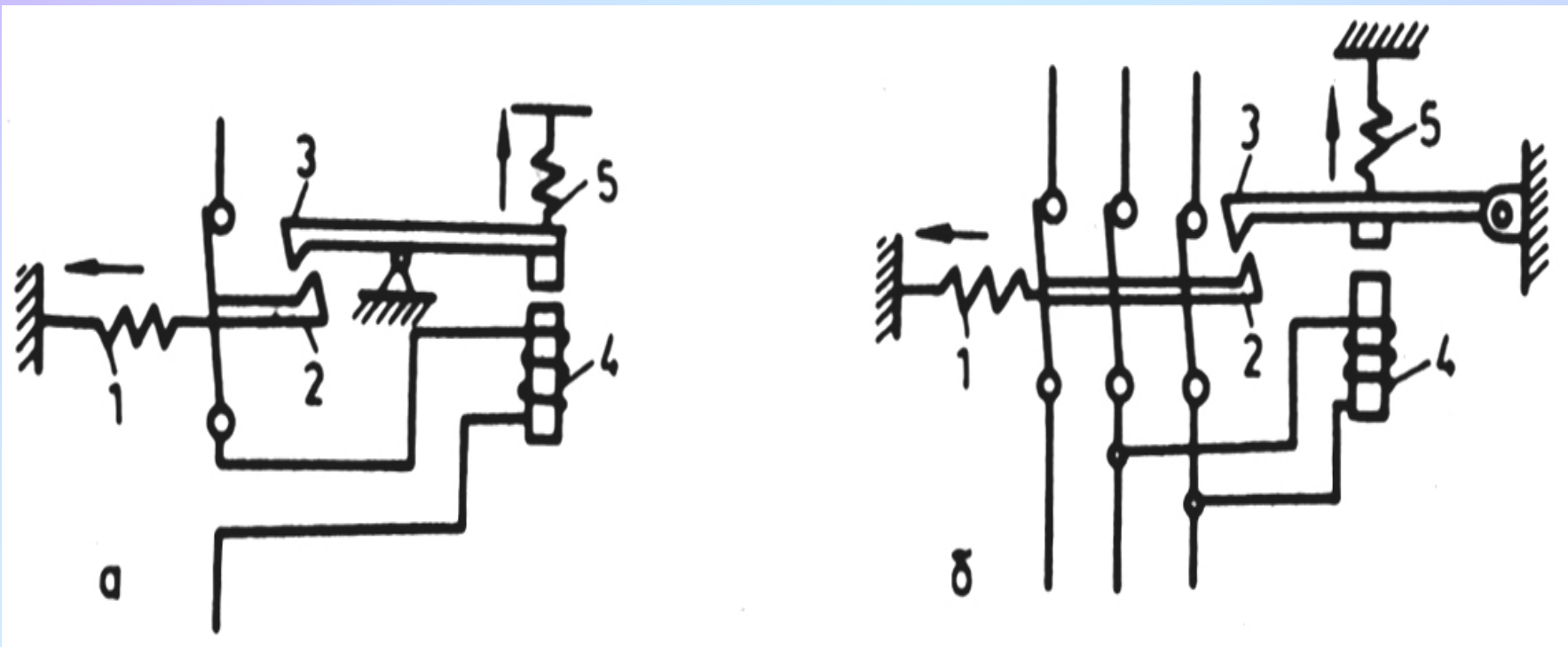
$$I_H = \frac{I_{\min}}{(1.2 \div 1.4)}$$



Принципна схема на автоматични въздушни прекъсвачи

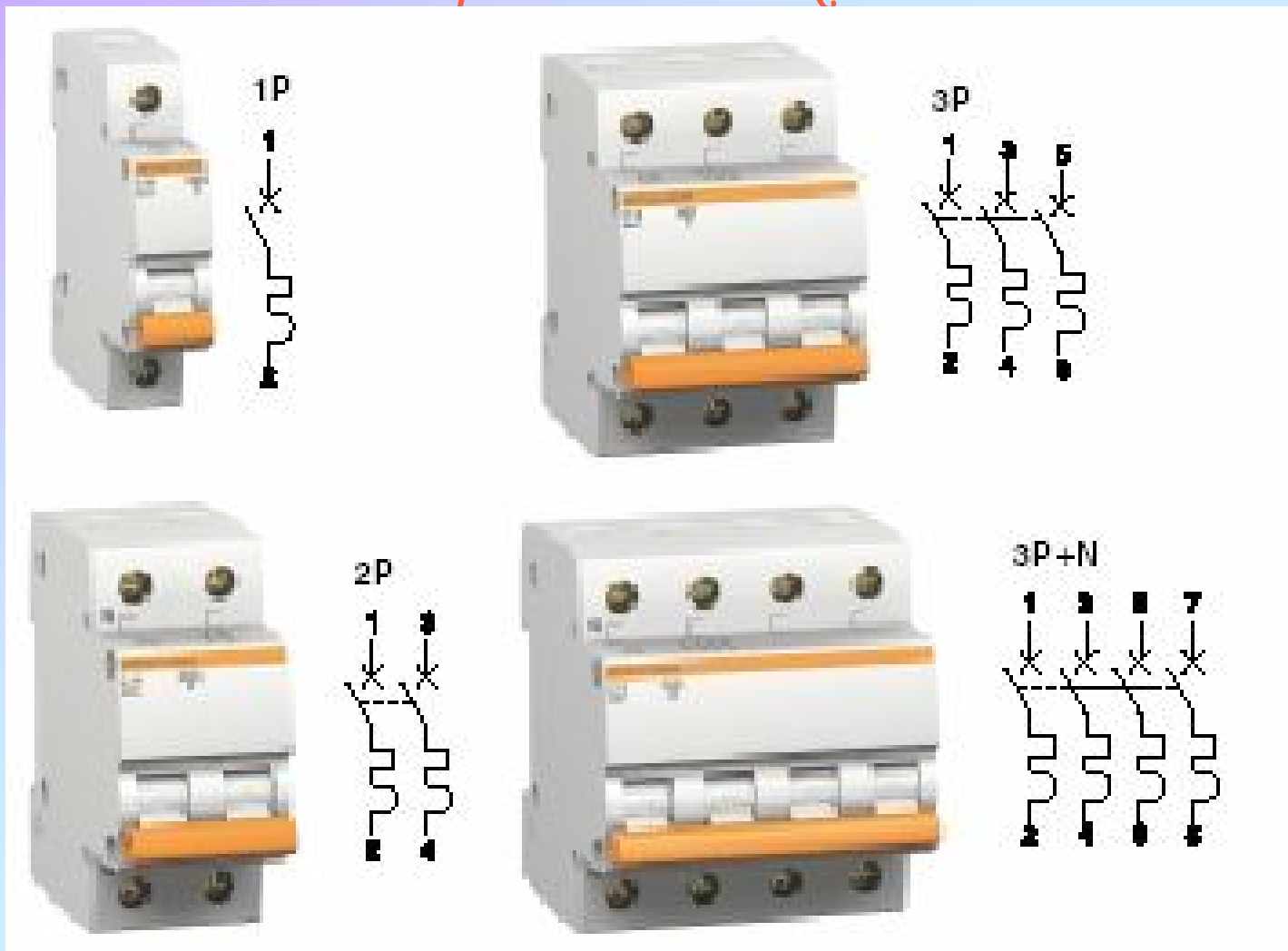
а/ за максимален ток б/ за минимално напрежение

1-възвратна пружина 2-лост с контактна система
3-лост с котва 4-електромагнит
5-пружина с настройка



Автоматични /въздушни/ прекъсвачи

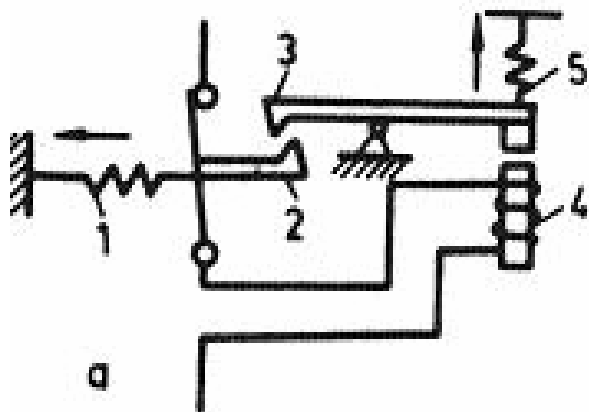
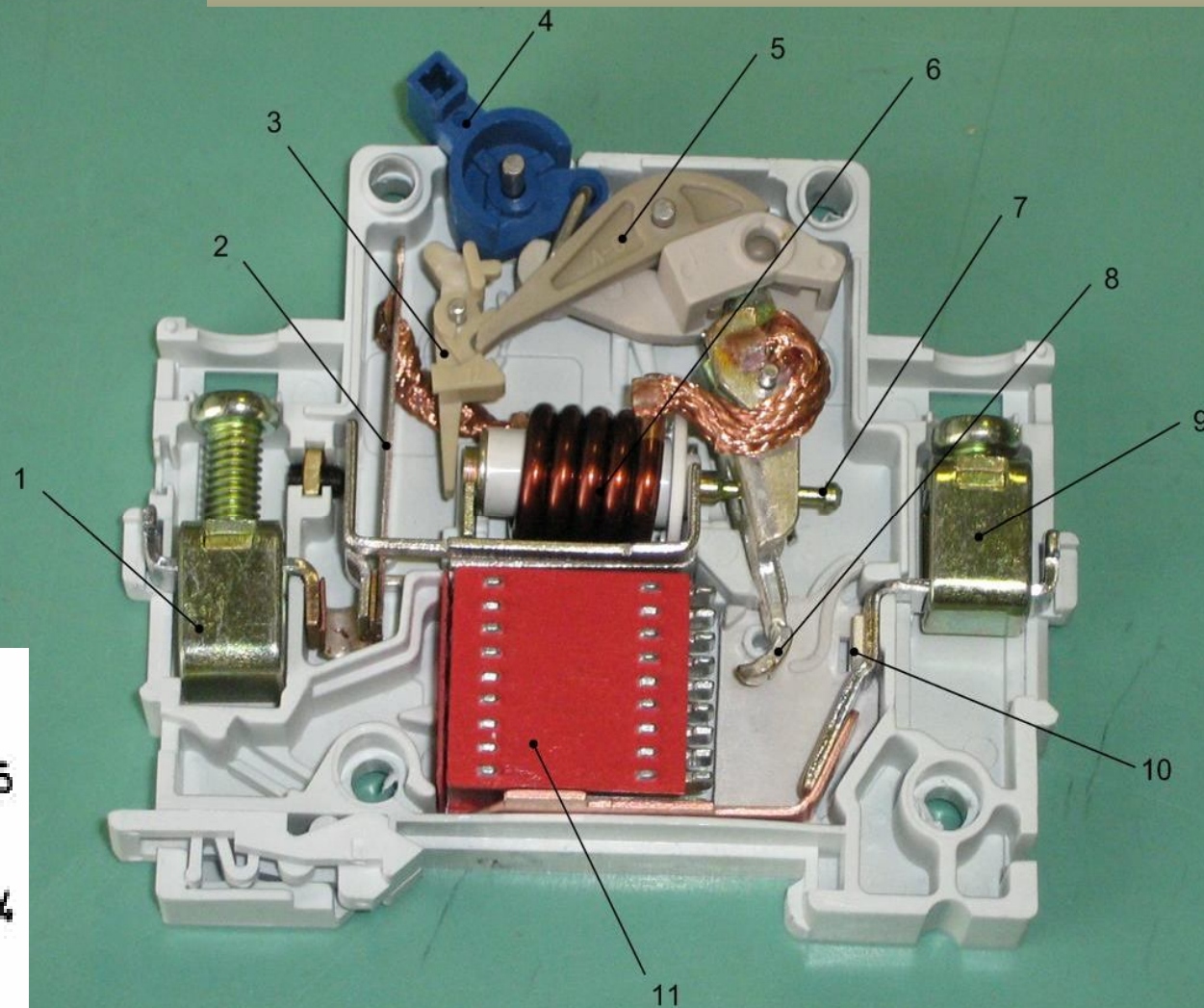
Забележка: при многополюсните прекъсвачи изключването става едновременно за всички полюси



АВТОМАТИЧЕН ВЪЗДУШЕН ПРЕКЪСВАЧ тип С 61 N

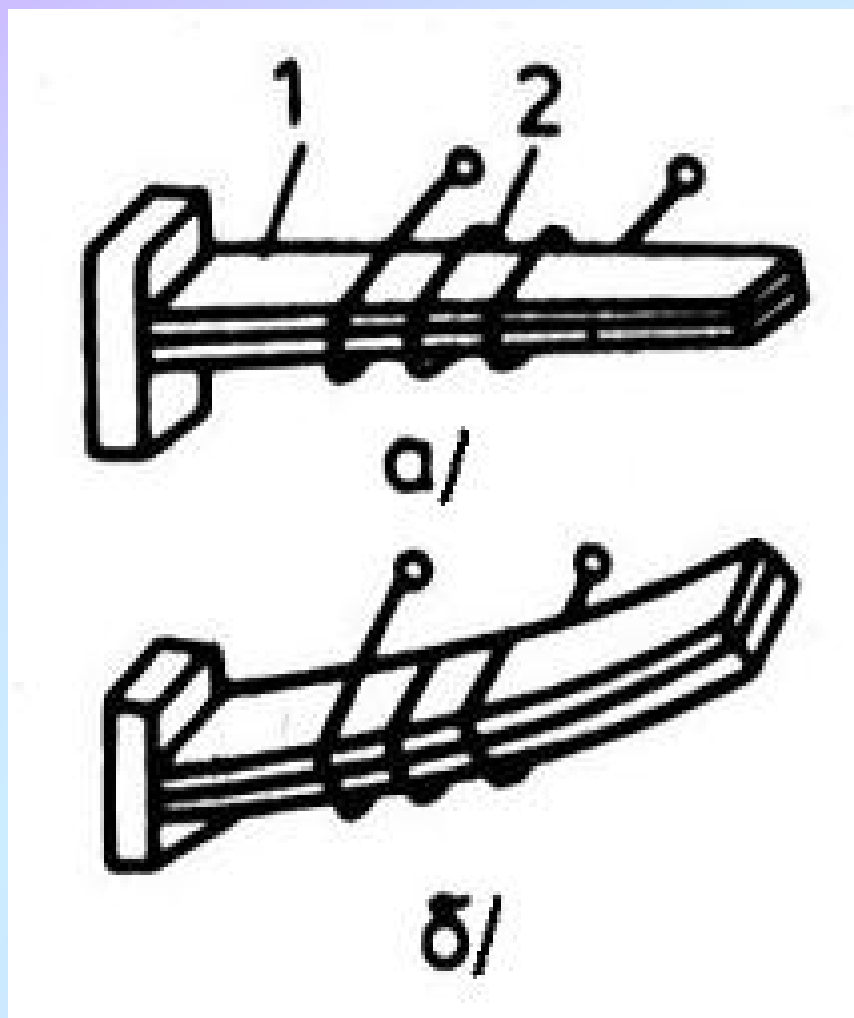
1-извод
2-биметална
пластина
3-лост за защиты
4-палец Вкл./Изкл.
5-осн.лост.с-ма
6-бобина ел.магн.
изключвател
7-котва ел.магн.
изключвател

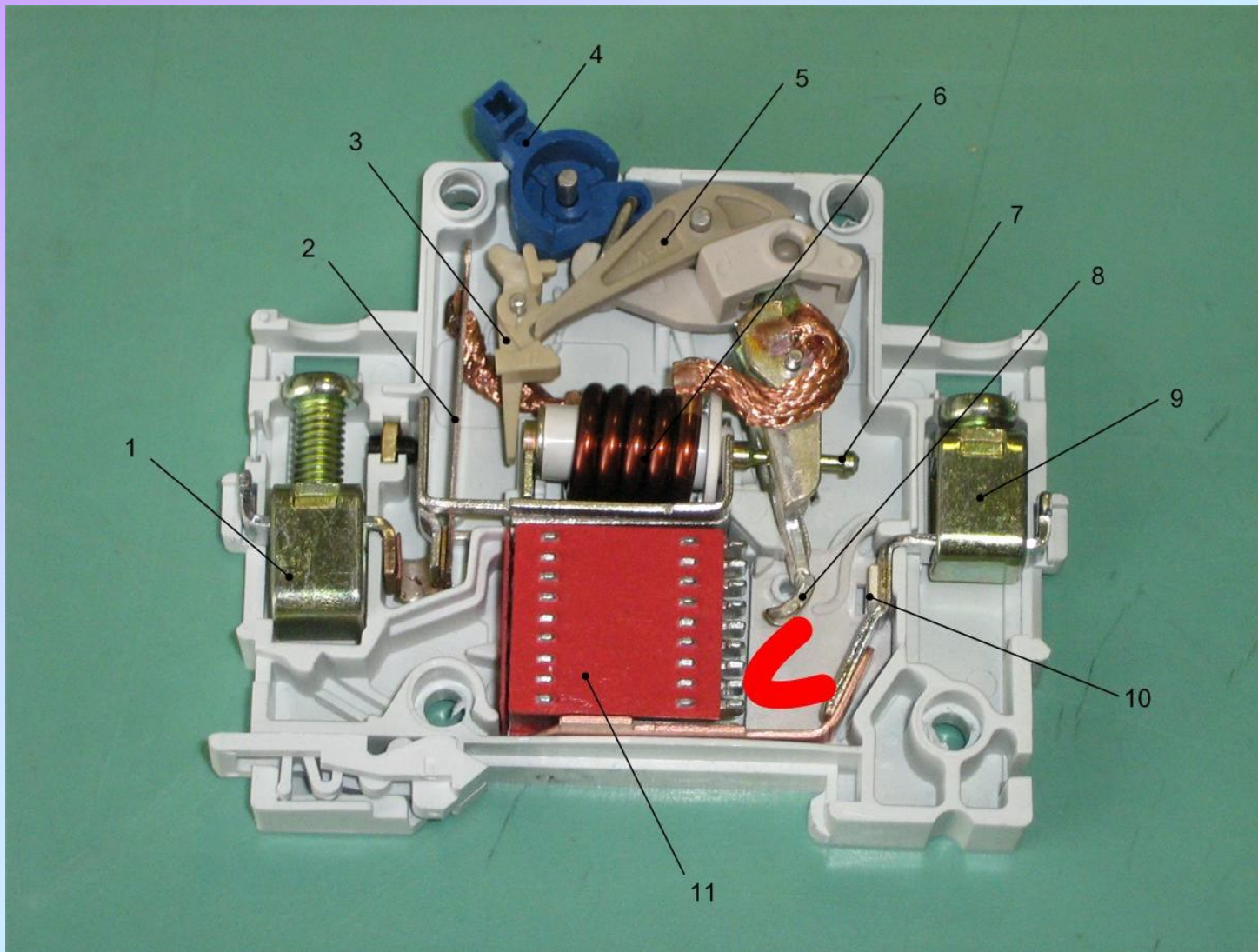
8-подв.конт.тяло 9 – извод 10–неподв.конт.тяло
11-дъгогасителна камера



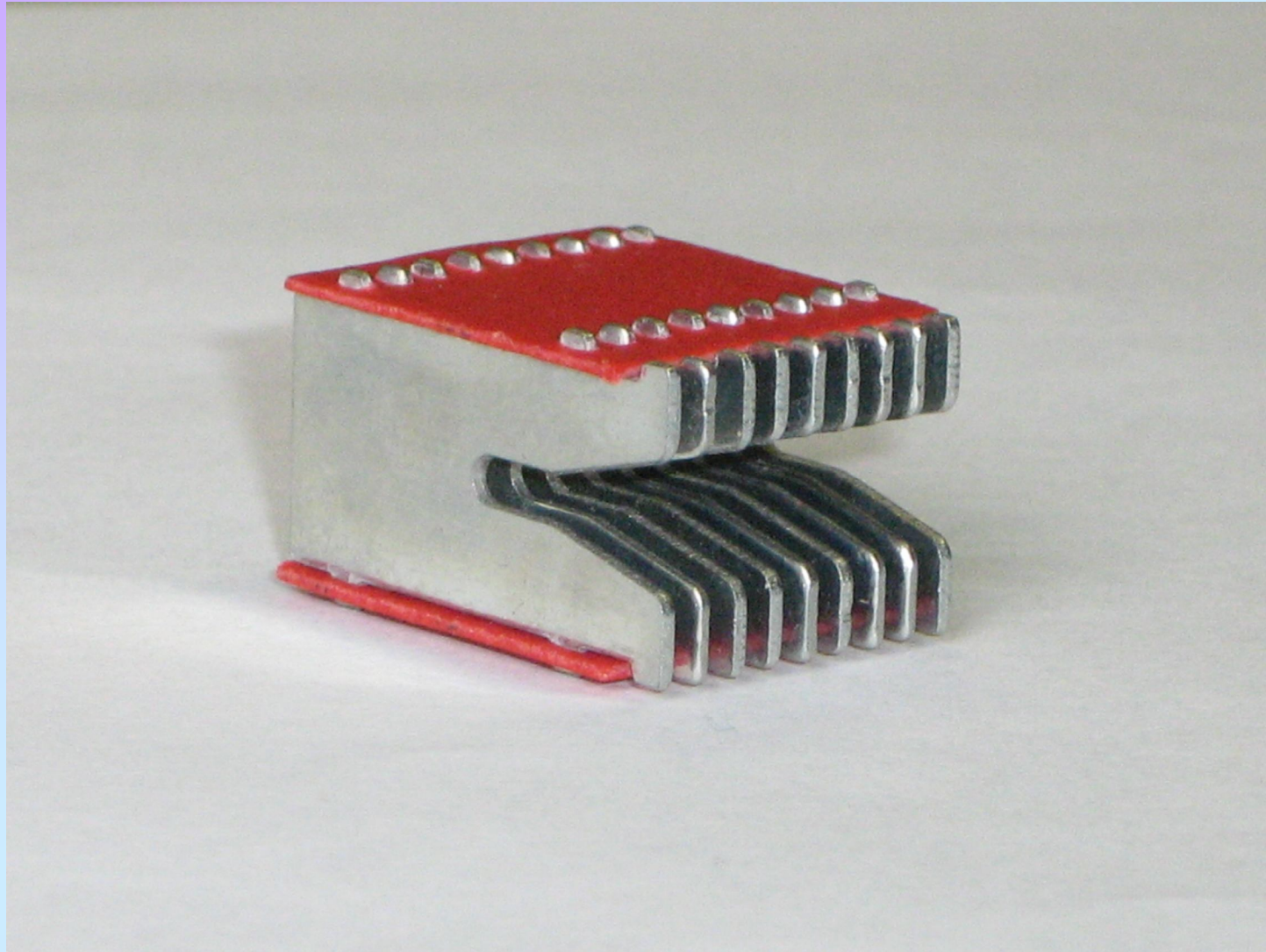
Биметал за електротоплинно реле

а/ студено/незадействано/ състояние; б/ задействано състояние
1- биметал; 2 – нагревателен елемент с контролирания ток





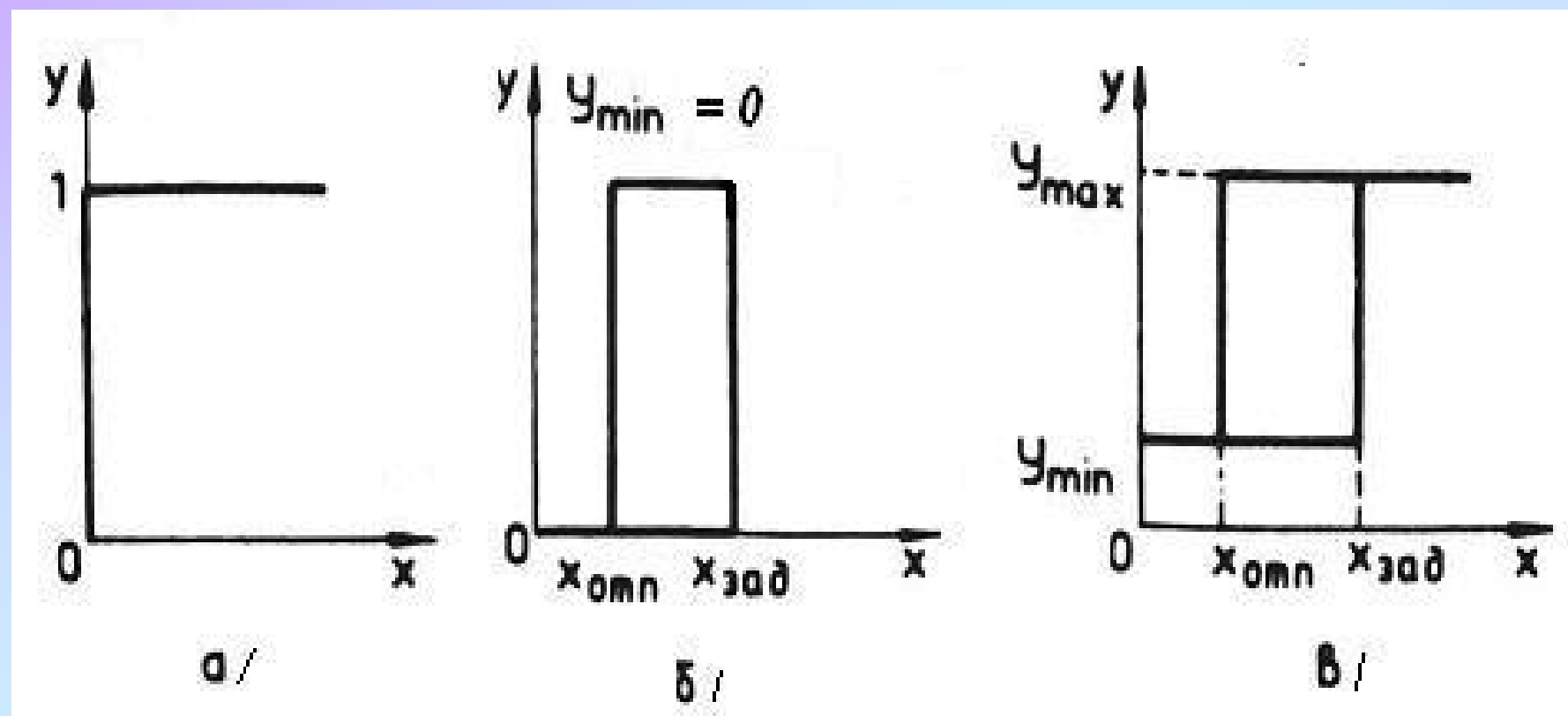
Дъгогасителна камера /дейонна решетка/ на автоматичен въздушен прекъсвач тип С 61 N





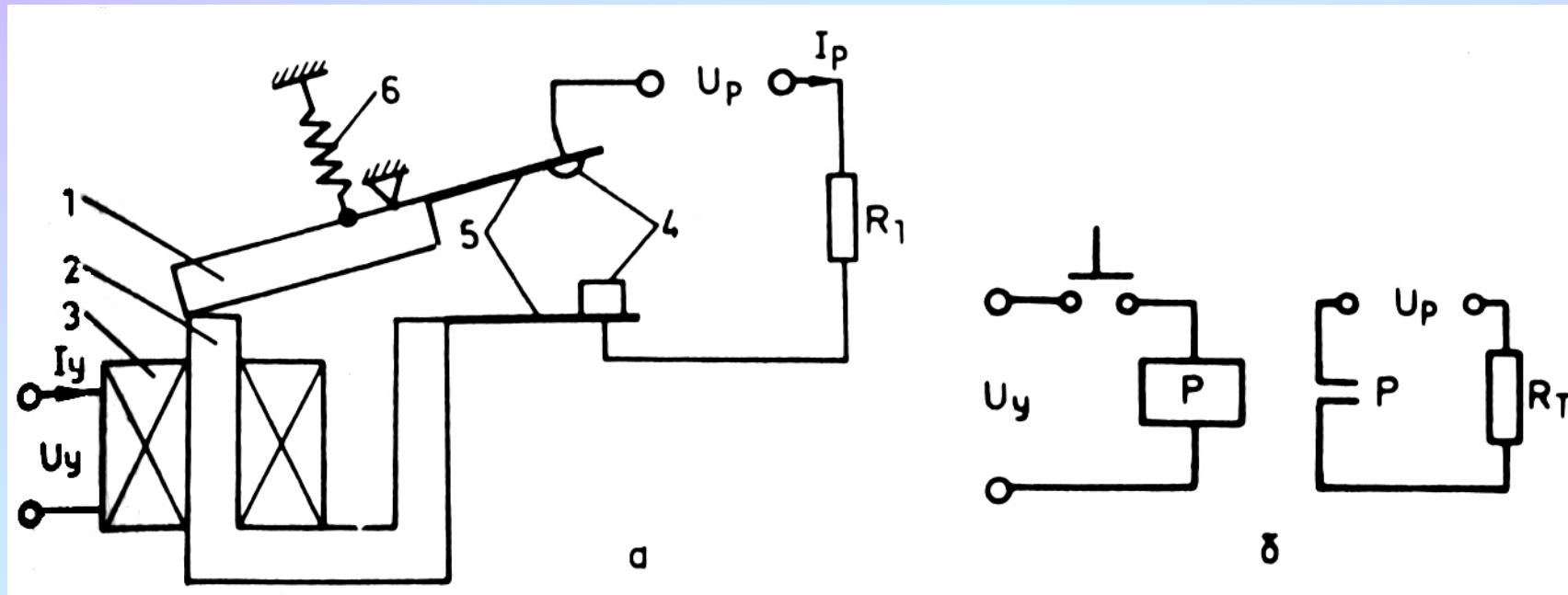
Релейни характеристики

а/ идеална ; б/ реална на контактно реле ; в/ реална на безконтактно реле



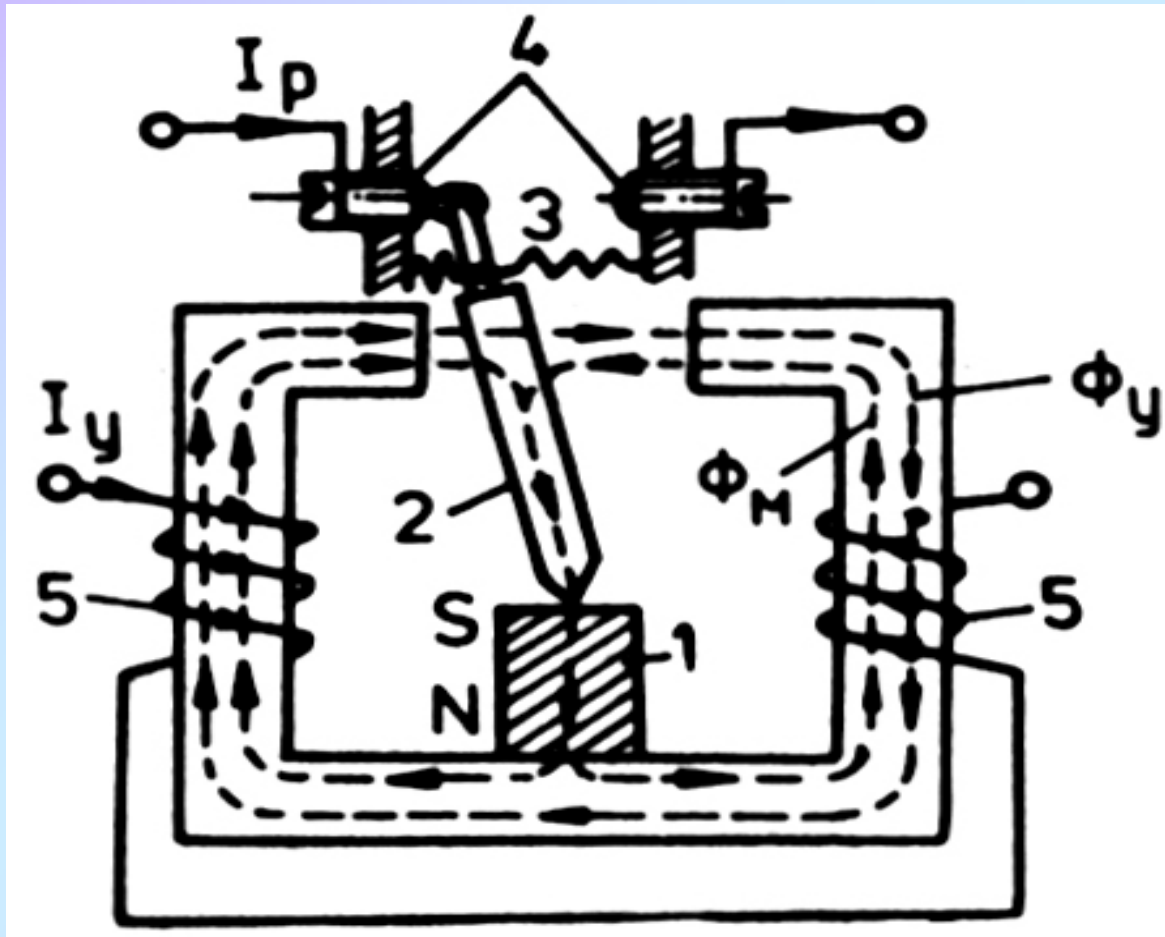
Електромагнитно реле

- а/ принципна електромеханична схема
- б/ условни схеми на веригата за управление и работната верига



Поляризирано реле

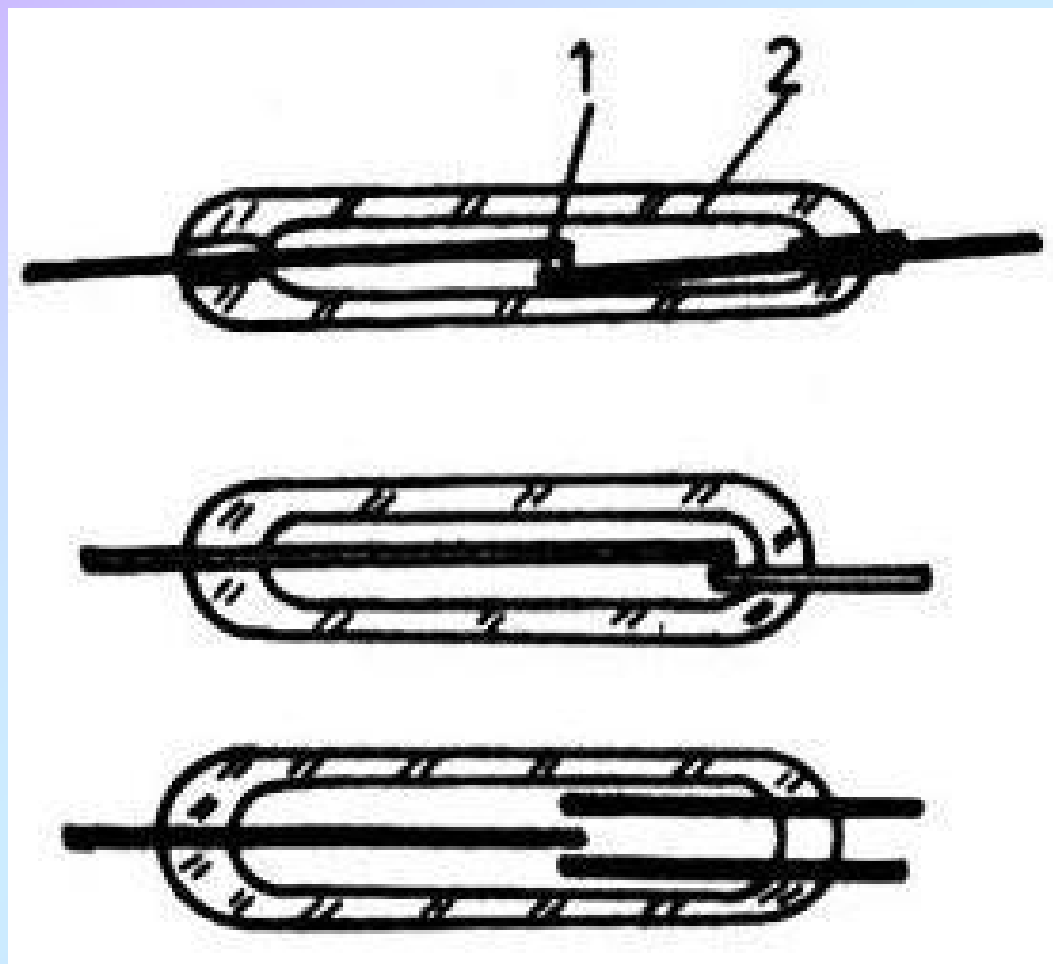
- 1 – Постоянен магнит; 2 – Котва на релето;
3 – Уравновесени пружини;
4 – Котактни тела; 5 – Намотка на релето



Хереметични релета

1 – ферромагнитни пластини от пермалой;

2 – стъклена ампула



Биметал за електротоплинно реле

а/ студено/незадействано/ състояние; б/ задействано състояние
1- биметал; 2 – нагревателен елемент с контролирания ток

