

Protection in Electrical System

الوقاية في النظام الكهربائي

أهميتها أجهزة الوقاية مبدأ عملها

مفهوم الوقاية

لغة تعني:

وضع الاحتياطات الكفيلة بمنع وقوع أمر خطير متوقع حدوثه.

اصطلاحاً في مجال توليد ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية تعني:

وضع الاحتياطات اللازمة للتقليل من أثر هذا الأمر الخطر،
والحد من انتشاره، وحصره في دائرة ضيقة قدر المستطاع.

هذه الاحتياطات تسمى دوائر وأجهزة (أنظمة) الوقاية الكهربائية.

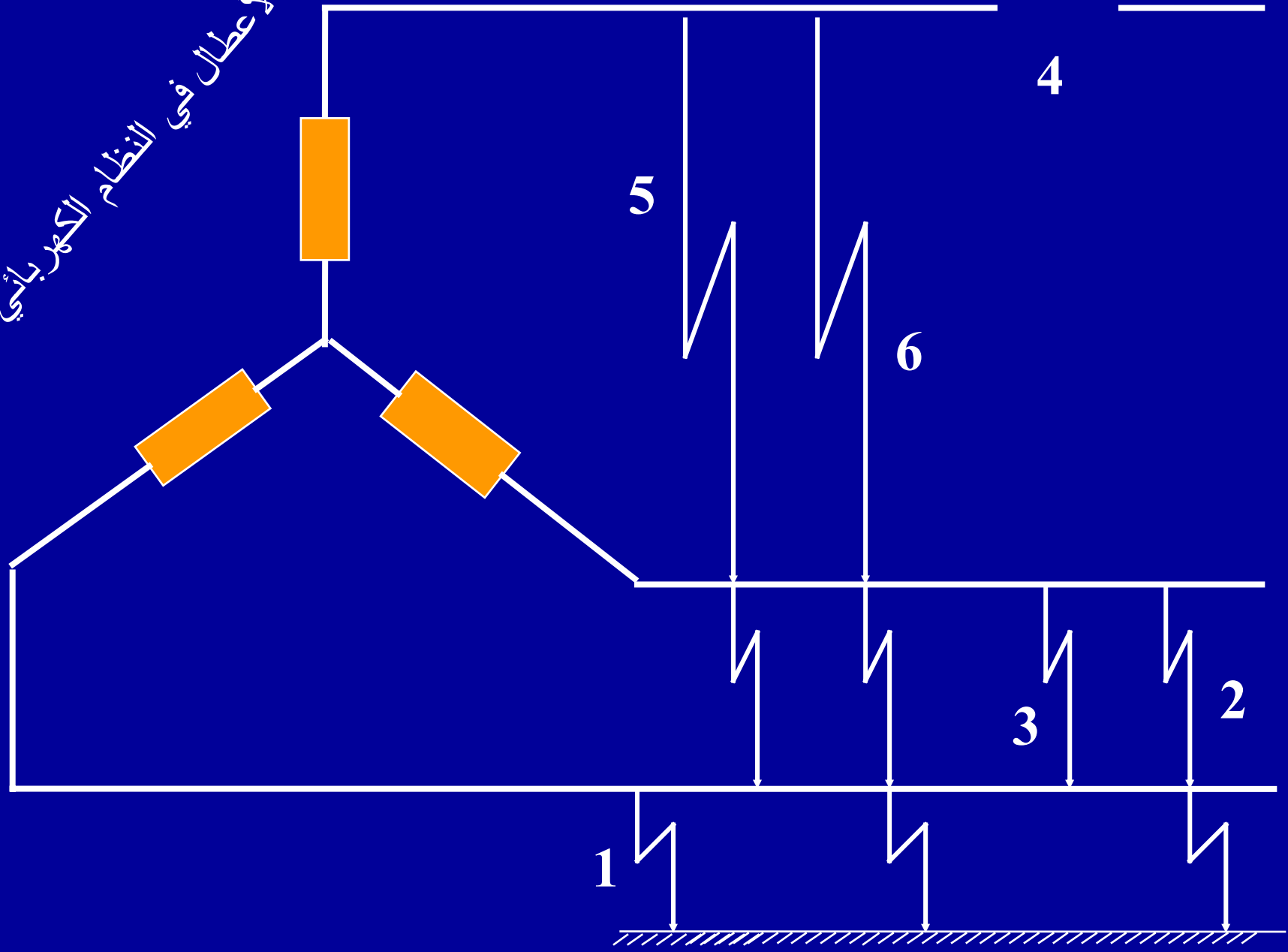
مبدأ حاجة النظام الكهربائي لأنظمة الوقاية يكمن في افتراض وقوع الأعطال

أهمية الوقاية في النظام الكهربائي

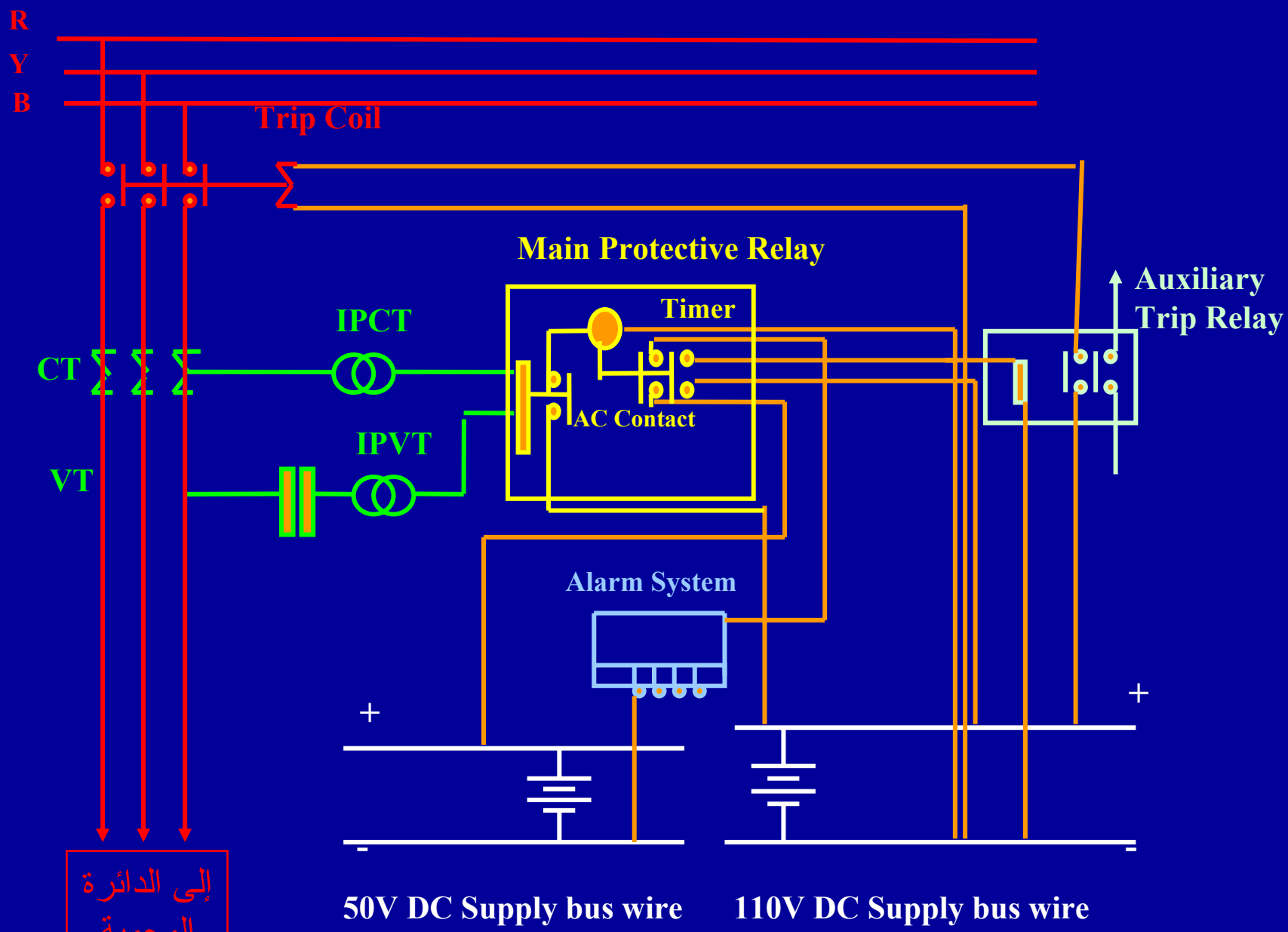
١- ضمان جودة الطاقة الكهربائية

٢- الحد من نتائج الأعطال في النظام الكهربائي

الأعطال في النظام الكهربائي



مكونات دائرة الوقاية



إلى الدائرة
المحمية

50V DC Supply bus wire

110V DC Supply bus wire

عمل مرحل الحماية

قياس الكميات الكهربائية

تحسس العطل

العمل

بعد زمن تأخير

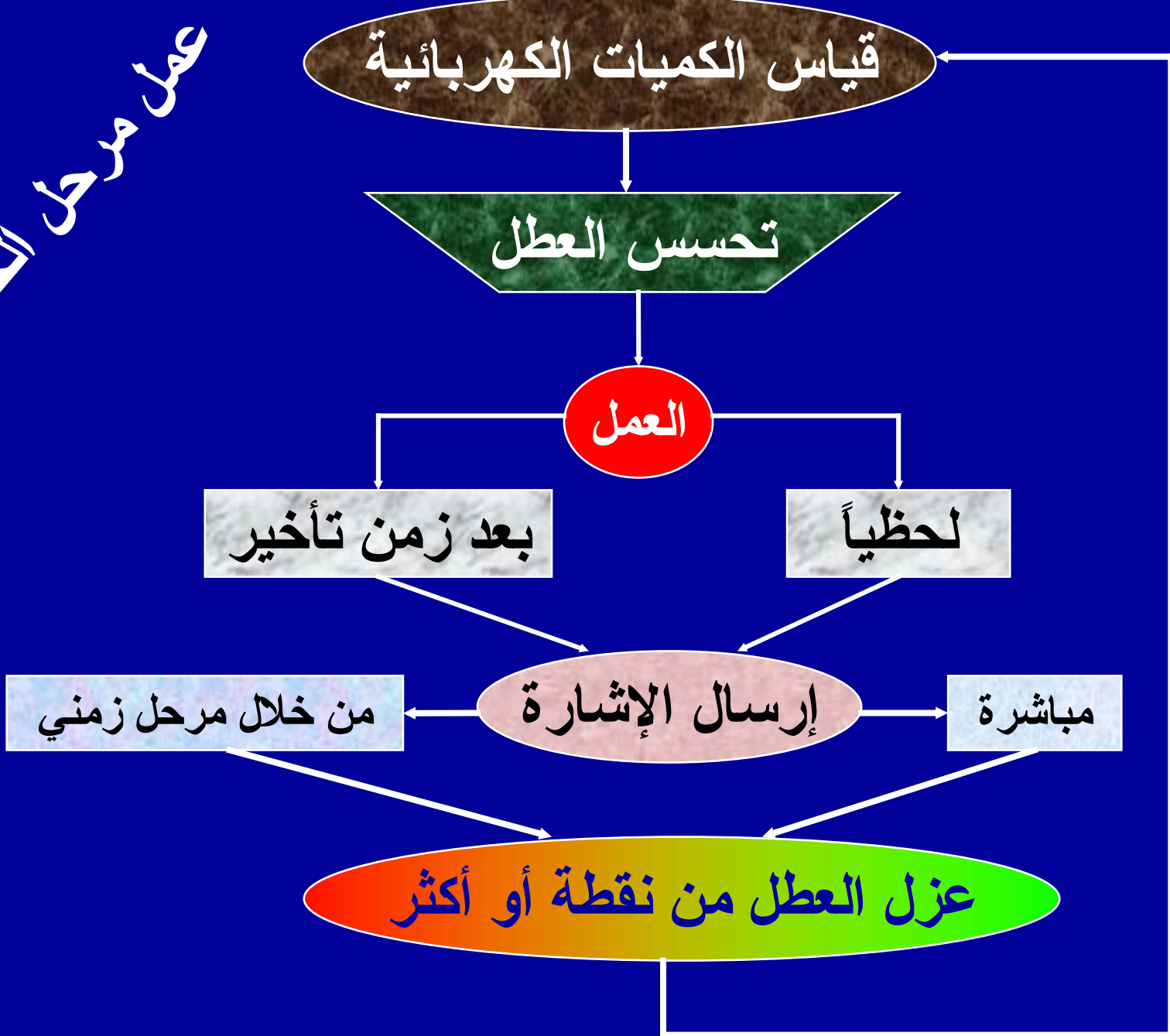
لحظياً

من خلال مرحل زمني

إرسال الإشارة

مباشرة

عزل العطل من نقطة أو أكثر



لوقاية في النظام الكهربائي

البساطة في التركيب
Simplicity

السرعة في العمل
Quick response

الاقتصادية
Economy

خصائص أجهزة الوقاية

الاعتمادية
Reliability

الحساسية
Sensitivity

الانتقائية
Selectivity

خصائص مرحل الحماية

Speed

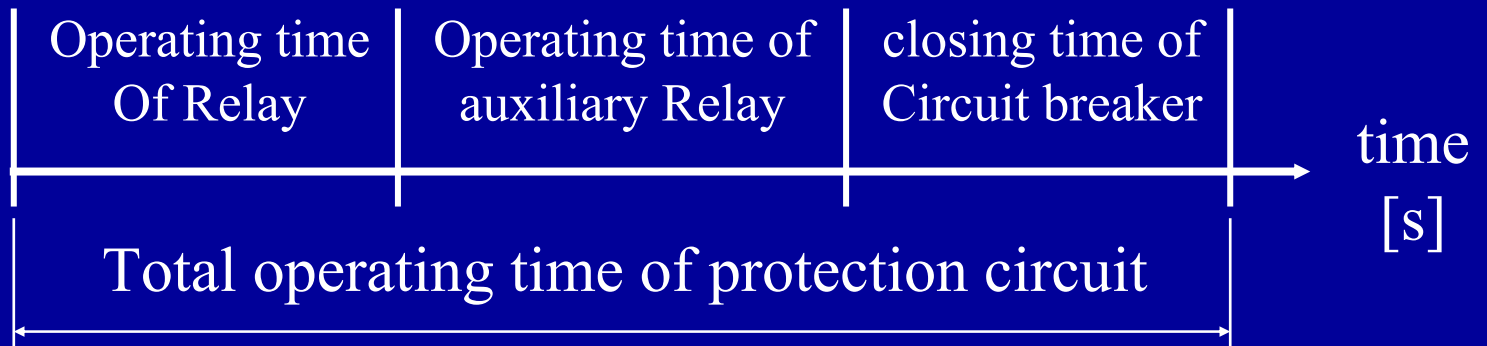
السرعة في العمل

تؤدي إلى:

استقرارية النظام

عدم انتقال العطل إلى أجزاء سليمة من النظام
تقليل الأضرار

0 s



Simplicity

البساطة في التركيب

تعني أن يكون جهاز الوقاية سهل التركيب
سهولة ضبطه والتعامل معه
سرعة صيانتته

Reliability

الاعتمادية

تعني أن جهاز الوقاية يجب أن يكون جديراً بالثقة فلا يفشل إذا وقع العطل في منطقة إرسائه
عليه أن يكون ذو جاهزية عالية
وأن تخلو دائرة الحماية نفسها من الأعطال

تكمُن في مقدرة جهاز الحماية على التخمين من خلال المعطيات التي يُزودَ بها

وتعني أن يقوم المرحل بعمله بشكل أكيد فقط إذا وقع العطل في منطقة إرسائه

أن يقوم بعمله في أسوأ الظروف

أن لا يستجيب إلا للأعطال في منطقة إرسائه

$$K_s = I_{f \min} / I_o$$

$$K_s > 1.4$$

كيف تتوصل للحساسية المطلوبة؟

- بالمعايرة الجيدة
- بجعل جهاز الحماية لا يتحسس إلا القيم الموضوع لأجلها
- باستخدام أجهزة تختص بمنطقة معينة ومحددة
- بتزويد أجهزة الحماية بمعلومات عن كميات تتغير خصائصها لا قيمتها فقط.

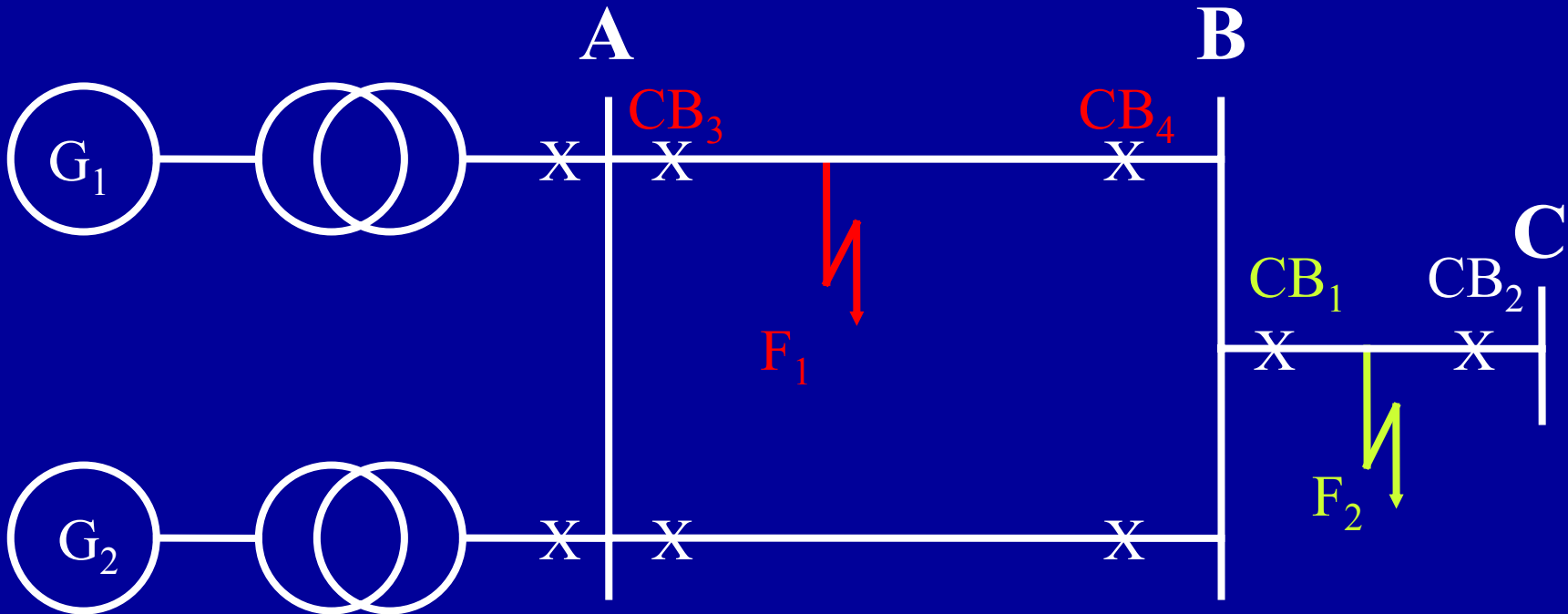
خصائص مرحل الحماية

Selectivity

الانتقائية

وتعني:

- مقدرة جهاز الحماية على إنتقاء مكان حدوث العطل.
- اختيار القاطع أو القواطع التي تعزل منطقة العطل فقط.
- المقدرة على التفريق بين الظروف الطبيعية وظروف العطل.
- المقدرة على التفريق فيما إذا كان العطل ضمن مسؤوليته أم لا.



إن توفير جهاز حماية ليحمي من كل ظرف من ظروف النظام الكهربائي المتوقعة، أمر غير مجد إقتصادياً.

إن اختيار النظام المناسب للحماية تحكمه الأمور التالية:

- قيمة الآلة أو الجهاز المراد حمايته

- أهمية الآلة أو الجهاز المراد حمايته في النظام الكهربائي ومدى أثر انقطاع الطاقة الكهربائية عنه .

التمييز بين: جهاز الوقاية

ونظام الوقاية

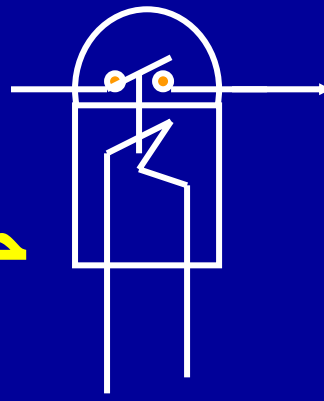
ومشروع الوقاية

هو الوحدة الأساسية في نظام الوقاية، يحتوي على واحد أو أكثر من الملفات والملامسات ووحدات الضبط. تتم تسميته حسب **نوعه** أو **مبدأ عمله** أو حسب **تركيبه** (حثي أو رقمي)

هو مصطلح يطلق على جهاز وقاية واحد أو مجموعة أجهزة تتعاون فيما بينها لتأدية واجب وقاية معين. تتم تسميته عادة حسب مبدأ العمل مثل: الوقاية التفاضلية أو المسافية. وحسب الظرف غير الطبيعي مثل: الوقاية من ارتفاع التيار، أو الأعطال الأرضية....

هو مصطلح يطلق على مجموعة من أنظمة الحماية، ويسمى عادة باسم **المعدة المراد حمايتها**، مثل: مشروع حماية المولد، ومشروع حماية المحول، أو الشبكة، وغيرها

Protective relays



أجهزة الحماية

تصنيف أجهزة

الحماية

حسب موقعها في الدائرة الكهربائية

- أجهزة ابتدائية (Fuses, MCB's)

- أجهزة ثانوية (Protec. Relays)

حسب التركيب : - مرحلات حثية (كهرومغناطيسية).

- مرحلات رقمية (إلكترونية).

حسب الكمية التي تتحسسها : - مرحلات التيار .

- مرحلات الفولطية .

- مرحلات التردد .

- مرحلات القدرة

- وغيرها

وهو التصنيف الأكثر شيوعاً

حسب خصائصها

- اعتمادية

- لا اعتمادية

- مركبة

مرحلات التيار Current Relays

مرحلات الوقاية من ارتفاع التيار

Over Current Relays (OCR)

مرحلات التيار التفاضلية

Differential Relays

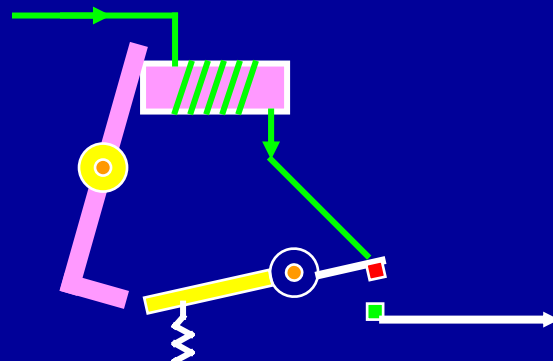
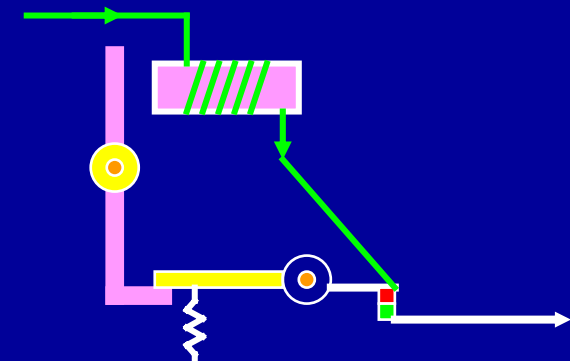
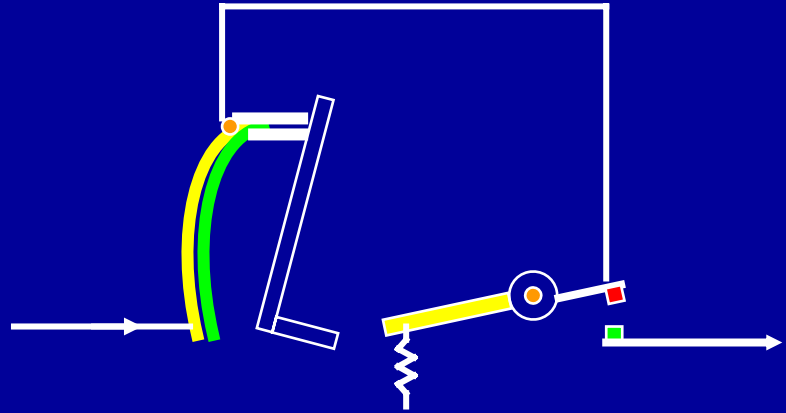
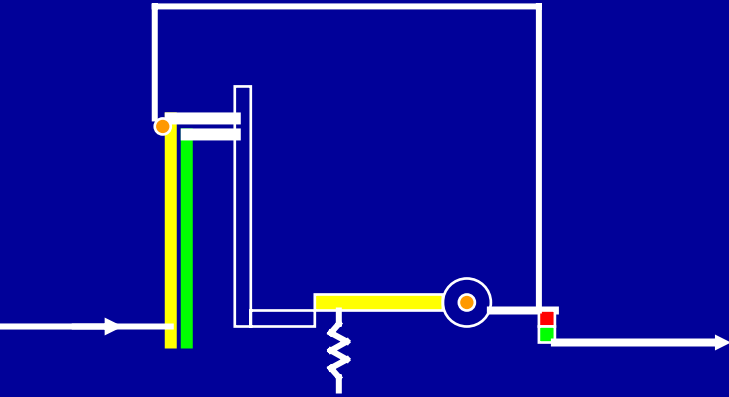
مرحلات التيار للوقاية من حالة عدم الاتزان

Unbalance Relays

Current Relays مرحلات التيار

المرحلات الابتدائية

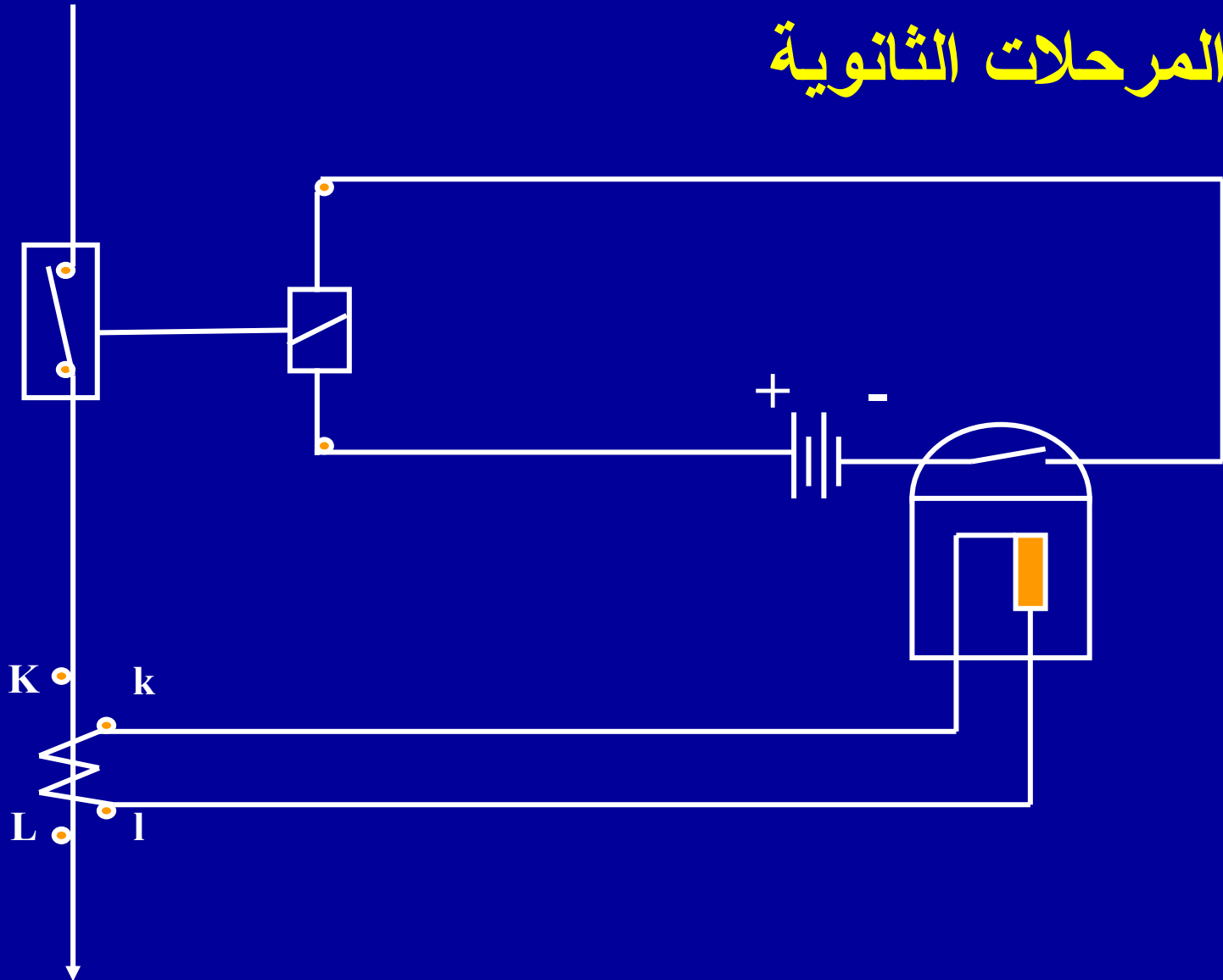
- لا تحتاج إلى أية أجهزة إضافية، CT 's ، VT 's ، $DC P/S$
- كونها تعمل على كامل تيار الدارة فإن ضبطها بسيط.



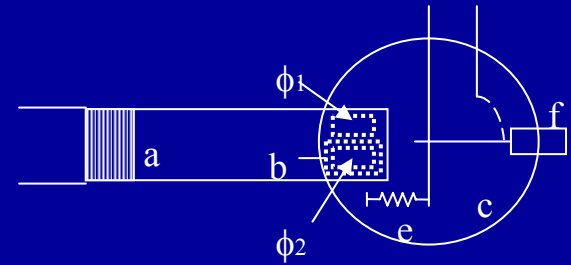
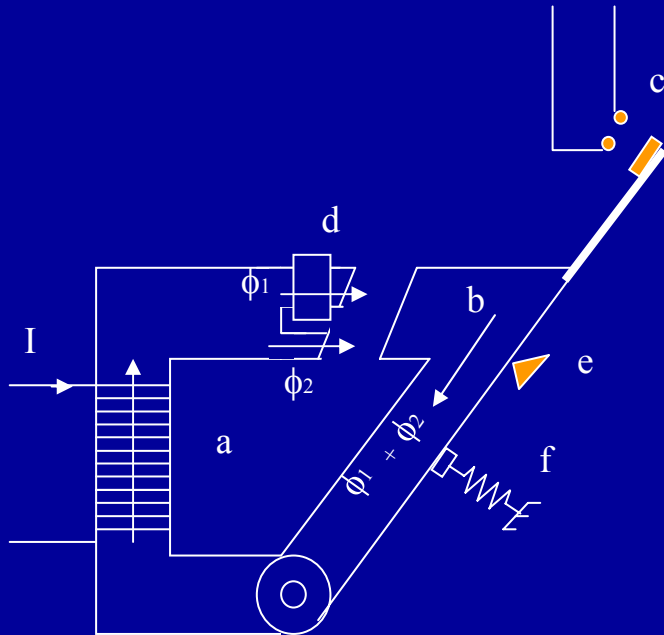
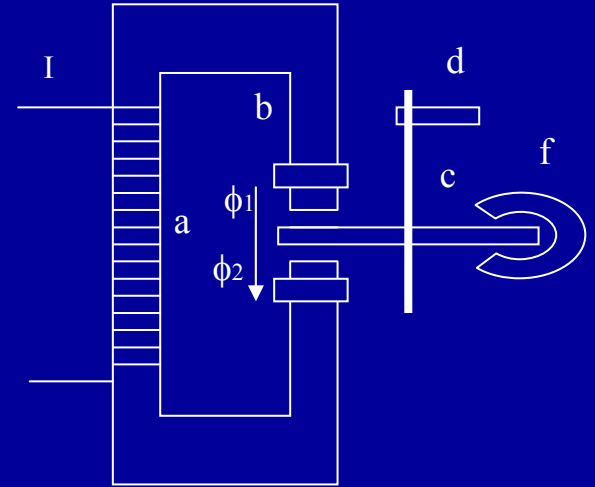
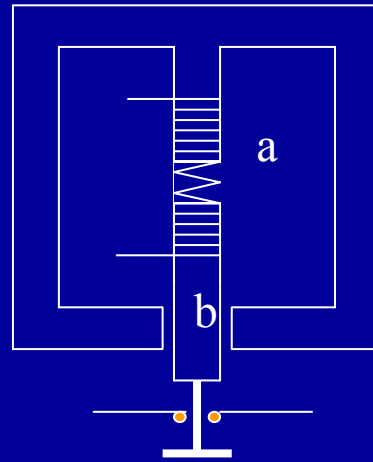
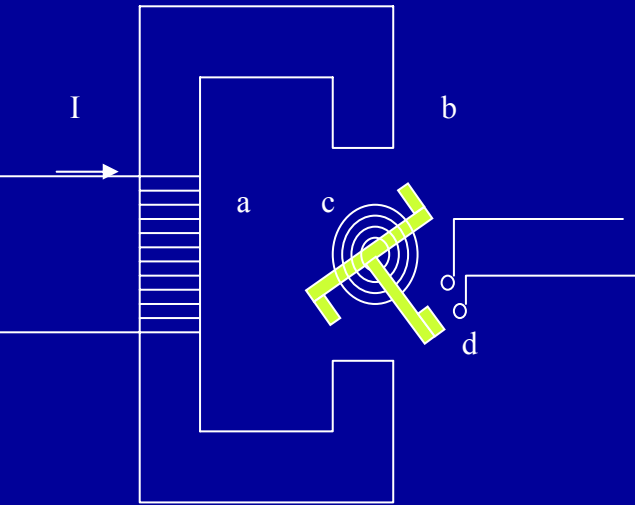
Current Relays

مرحلات التيار

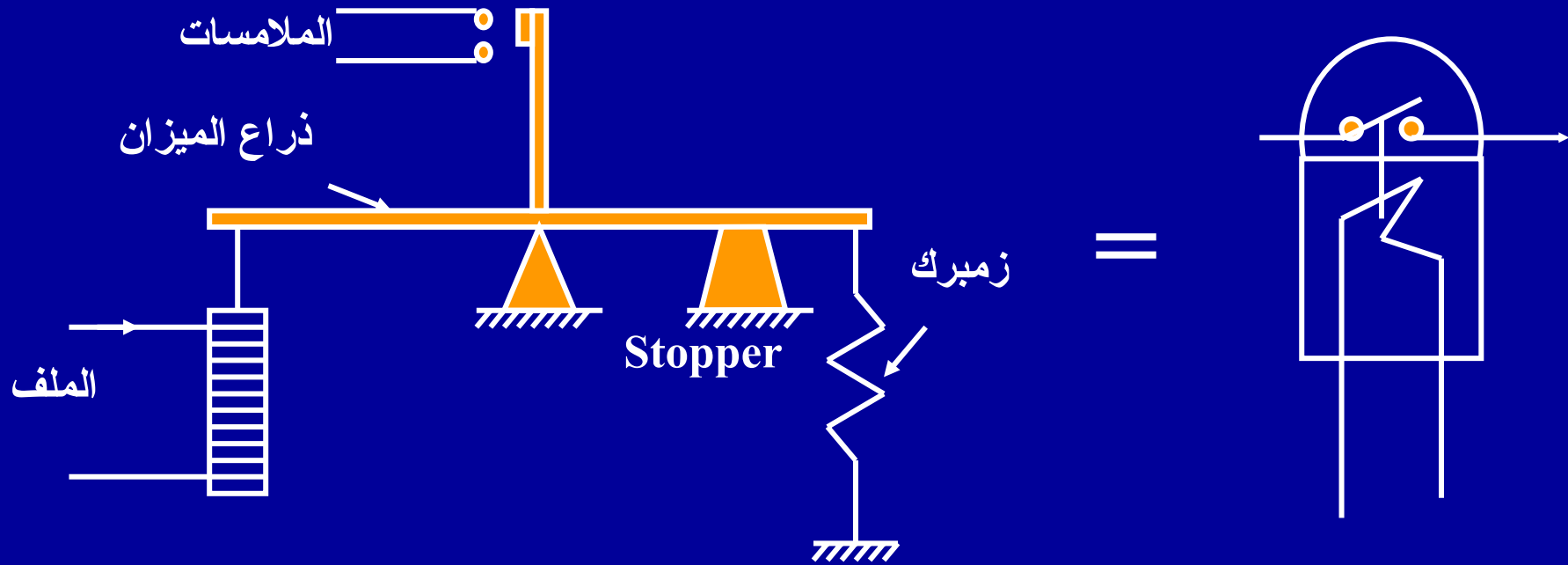
المرحلات الثانوية



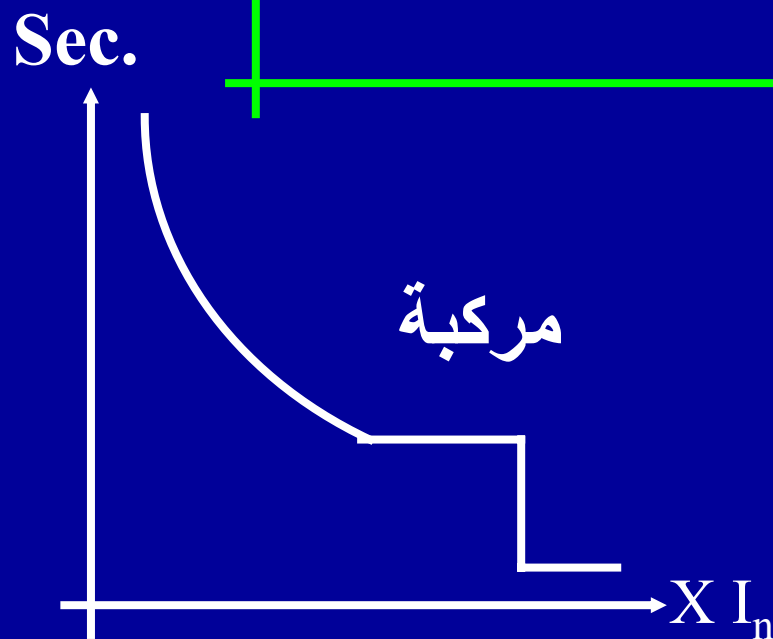
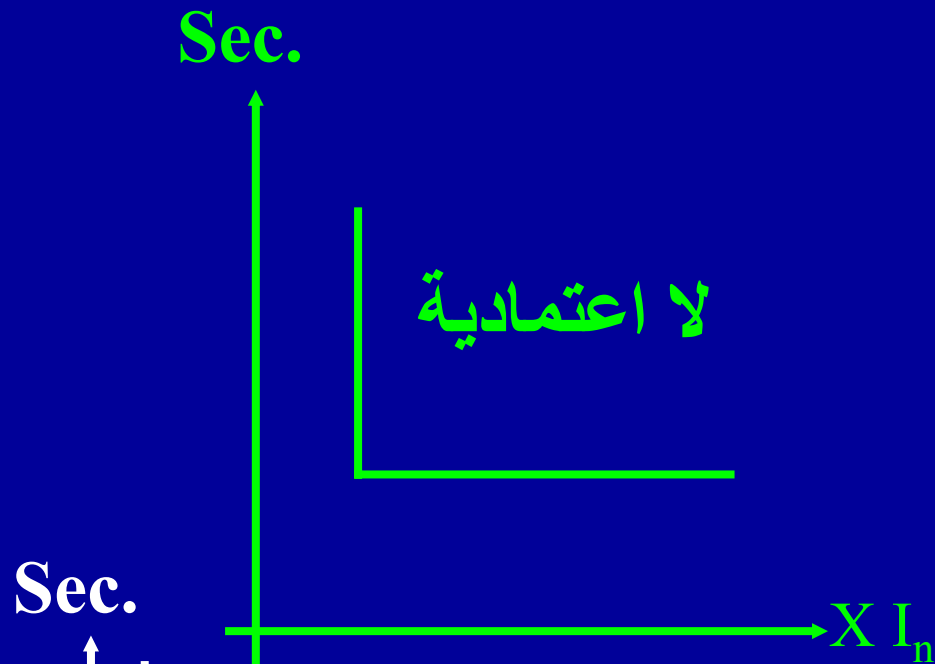
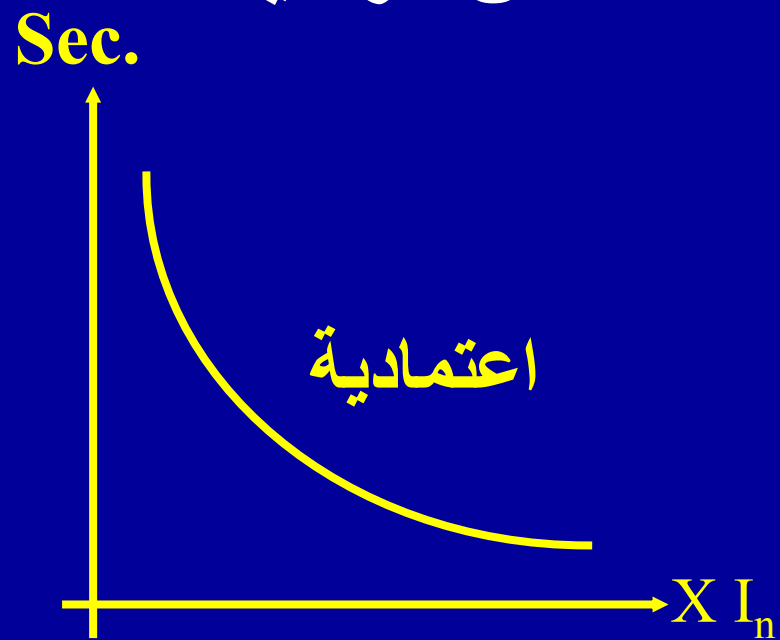
الأشكال التي تنتج بها مرحلات التيار



مبدأ عمل مرحل التيار

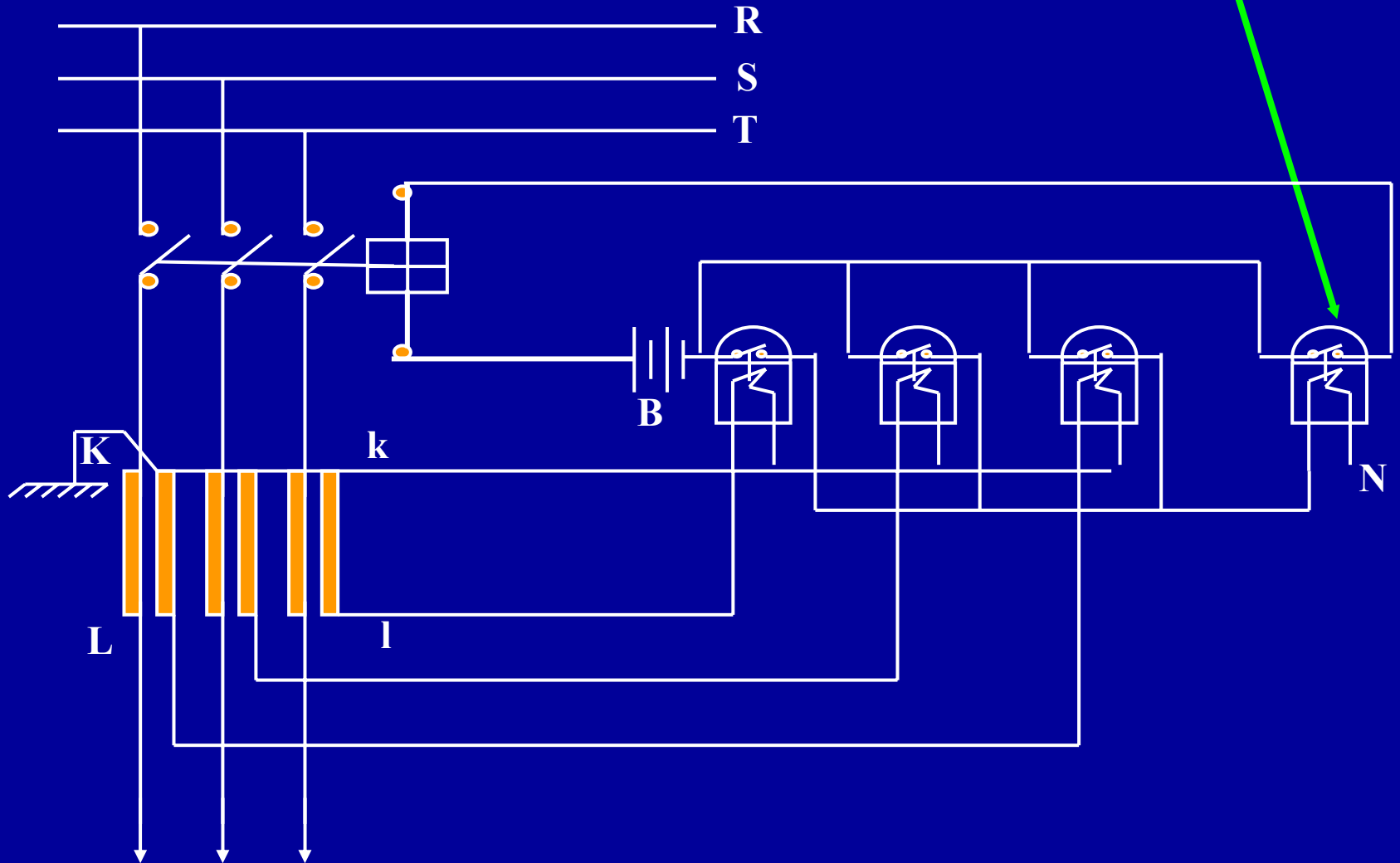


تصنيف مراحل التيار حسب الخصائص الزمنية

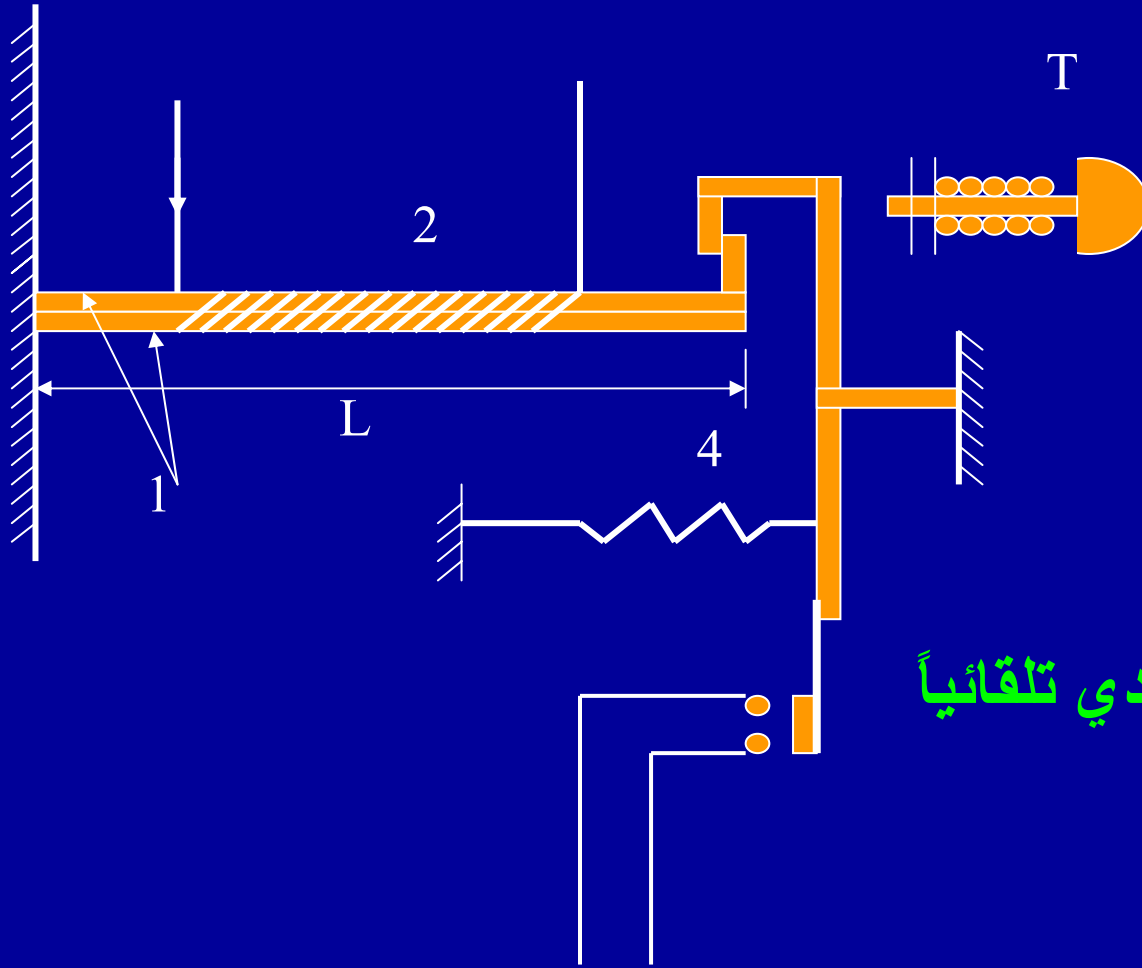


في المرحلات اللحظية يتم الحصول على زمن التأخير المناسب باستخدام

مؤقت زمني



مبدأ عمل المرحل الحراري للحماية من زيادة التيار

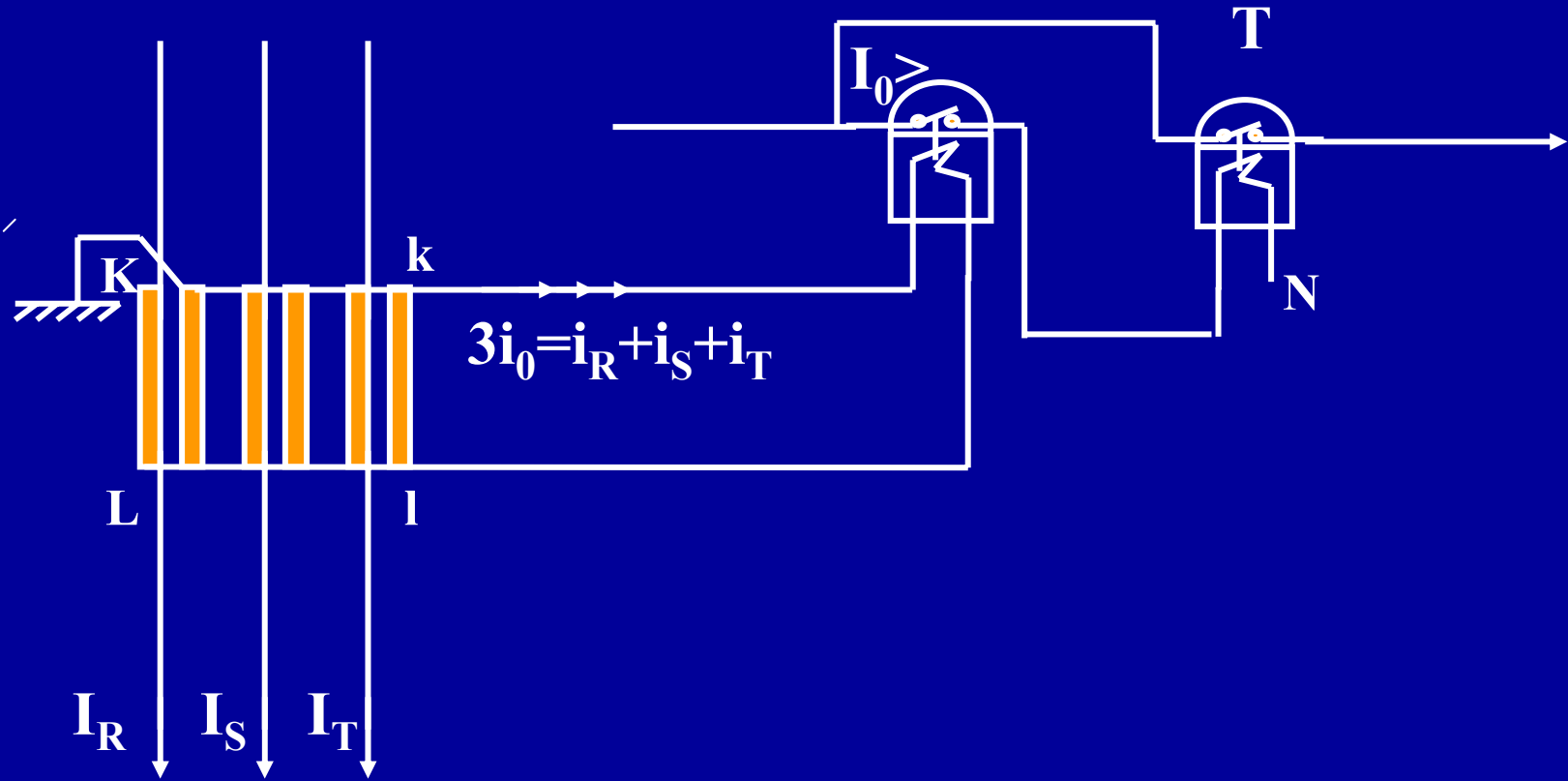


ميزته : اعتمادي تلقائياً

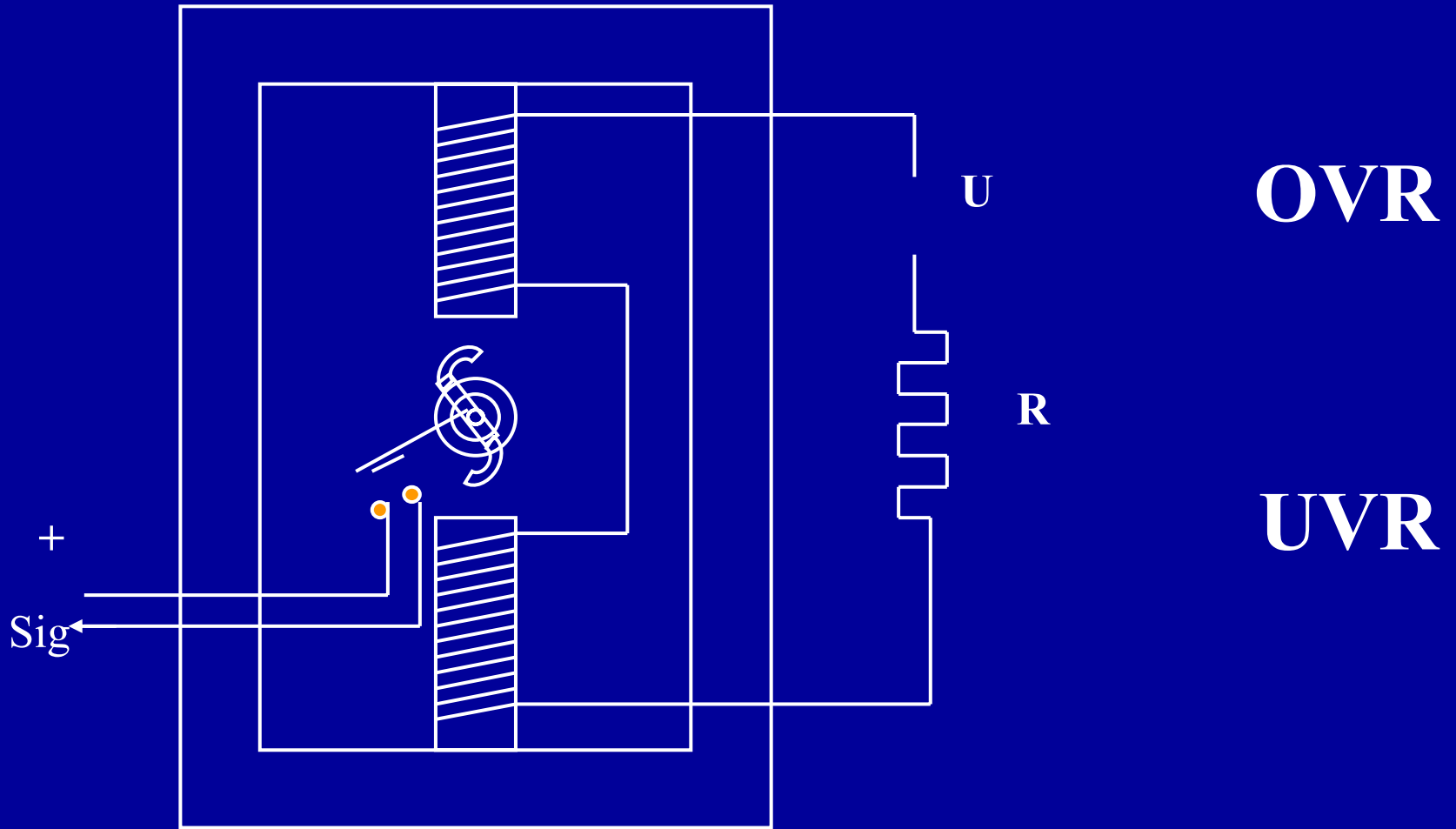
سببته : لا يمكن إعادته للعمل إلا بعد انخفاض درجة الحرارة

مراحل الحماية من حالة عدم الاتزان

للحماية من تيارات التسرب الأرضي، وعدم تماثل الأحمال



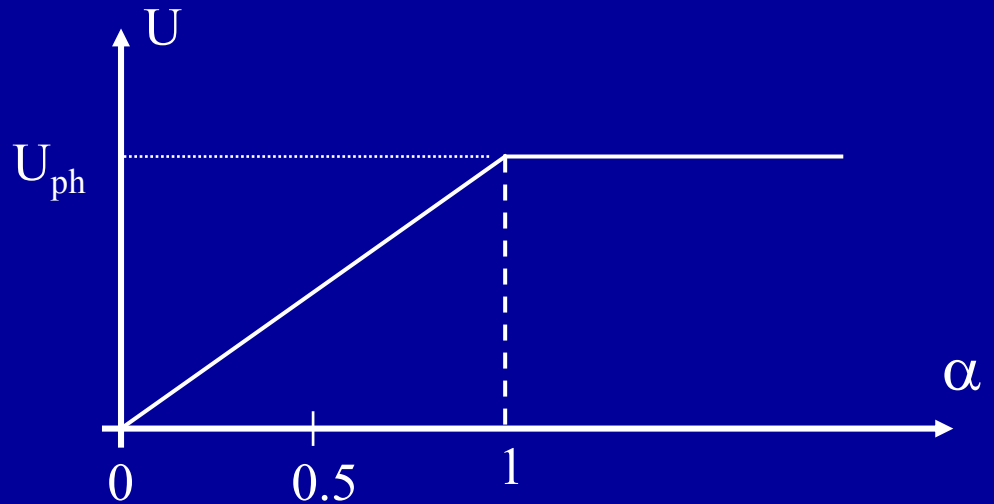
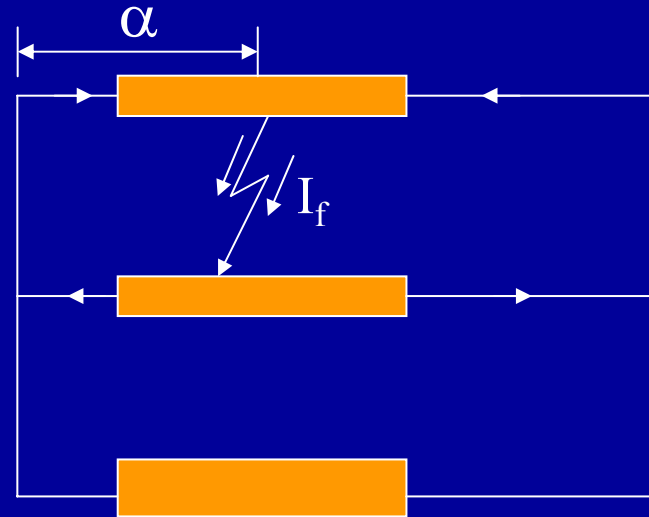
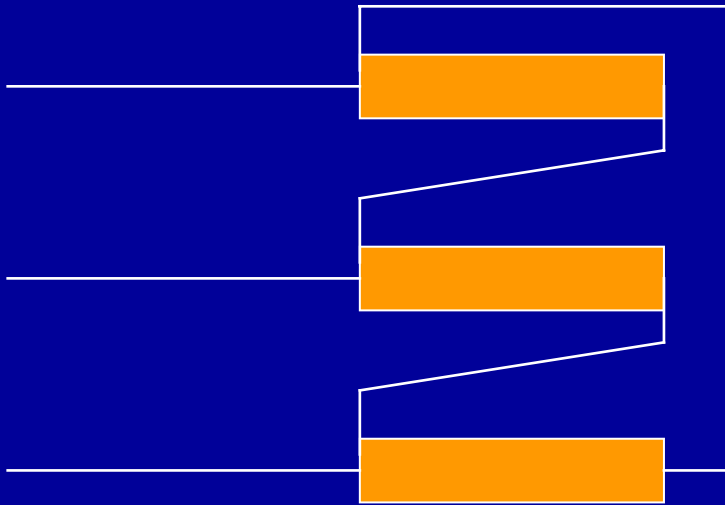
Voltage Relays مرحلات الفولطية



Deferential Relays

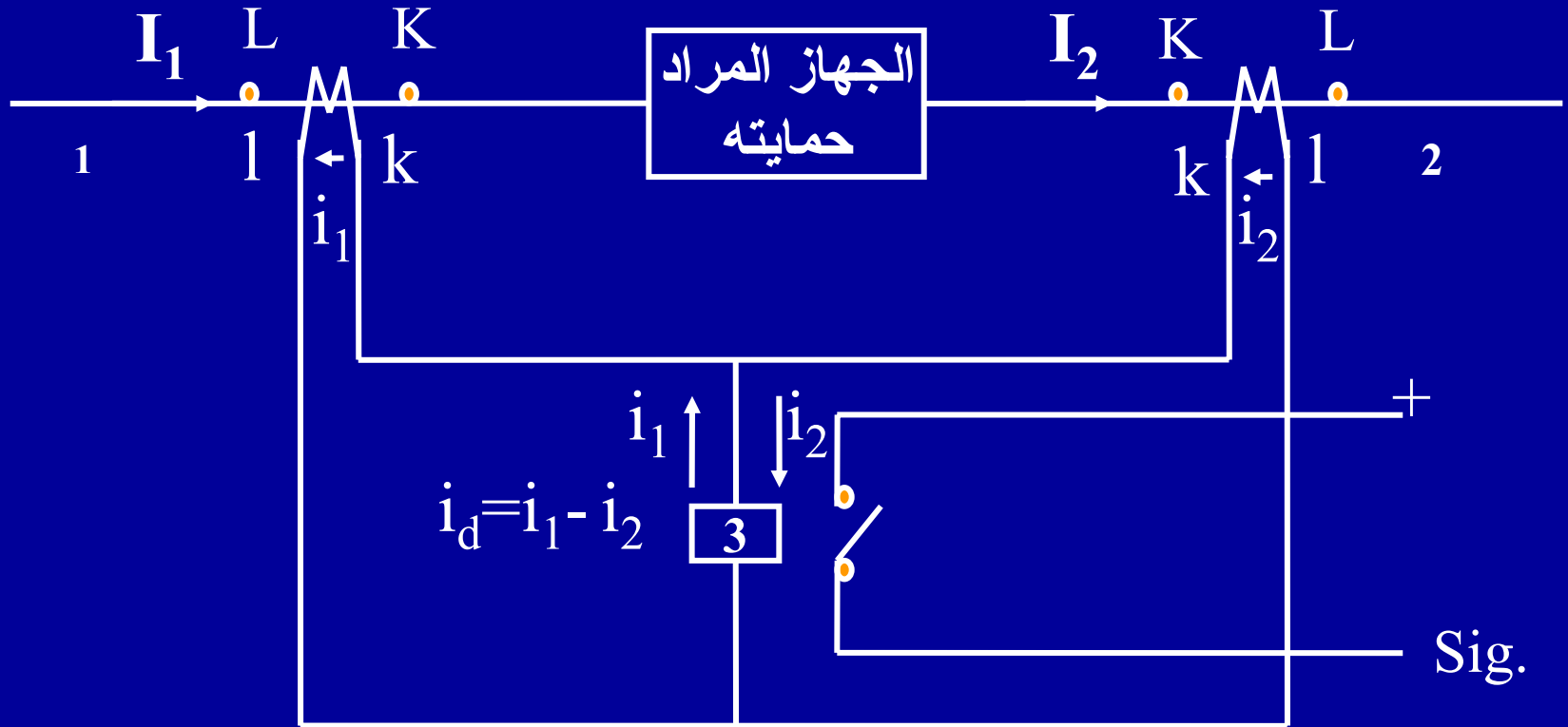
مرحلات التيار التفاضلية

Why?



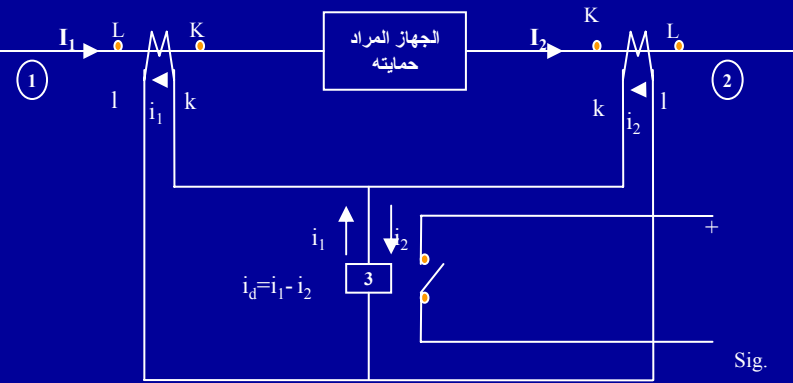
$\alpha = \% \text{ of coil length}$

Deferential Relays مرحلات التيار التفاضلية



يعمل على مبدأ المفاضلة (الفرق) بين التيارات الداخلة والخارجة من الجهاز المراد حمايته

Deferential Relays مرحلات التيار التفاضلية



في حالة عدم وجود عطل:

$$I_1 = I_2 , i_1 = i_2 \text{ \& } i_d = i_1 - i_2$$

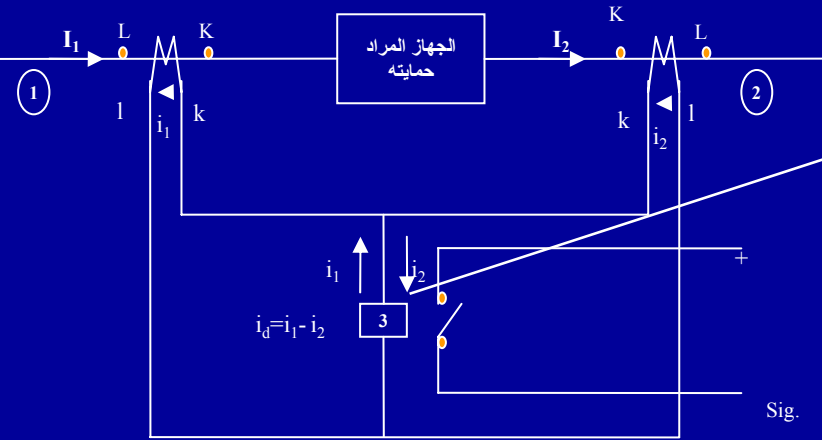
$$\text{If } i_1 = i_2 \text{ then } i_d = 0$$

في حالة العطل:

$$I_1 \neq I_2 , i_1 \neq i_2 \text{ \& } i_d = i_1 - i_2 \neq 0$$

Deferential Relays

مرحلات التيار التفاضلية

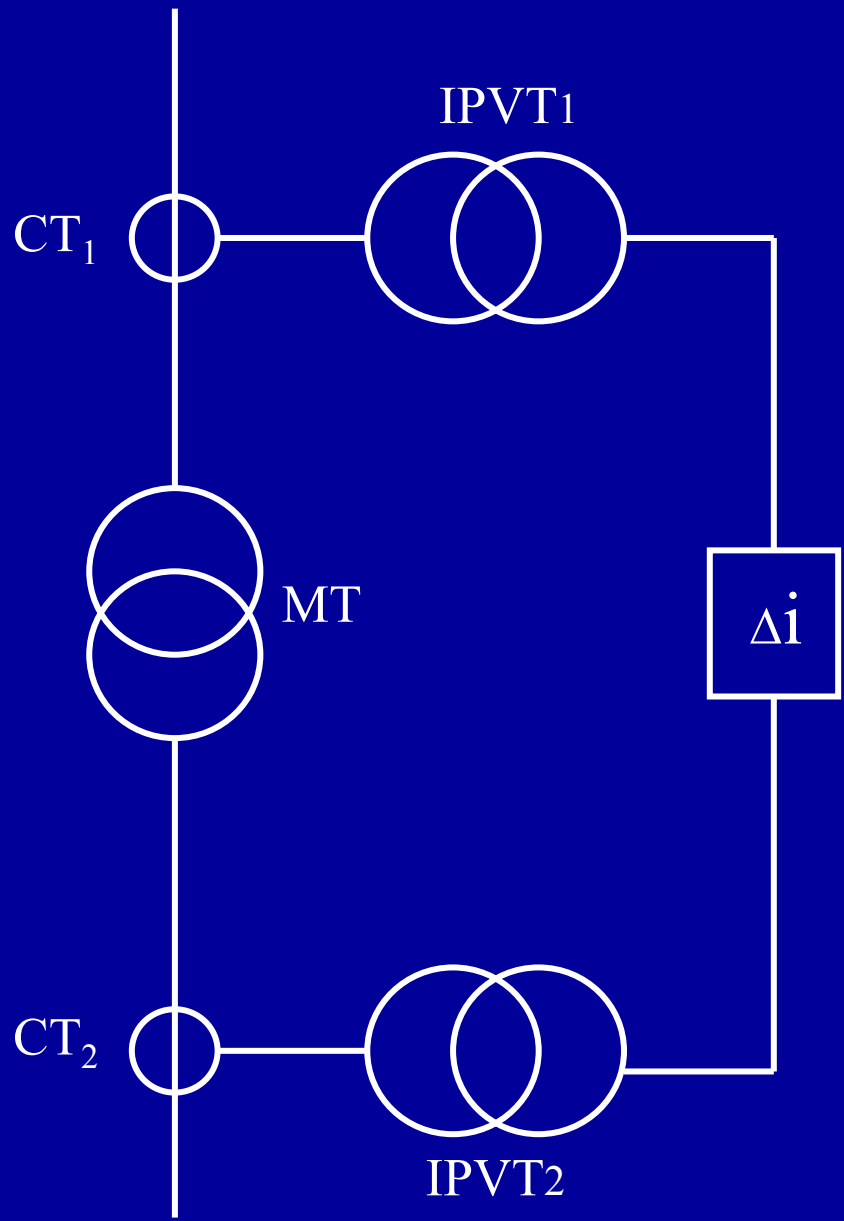


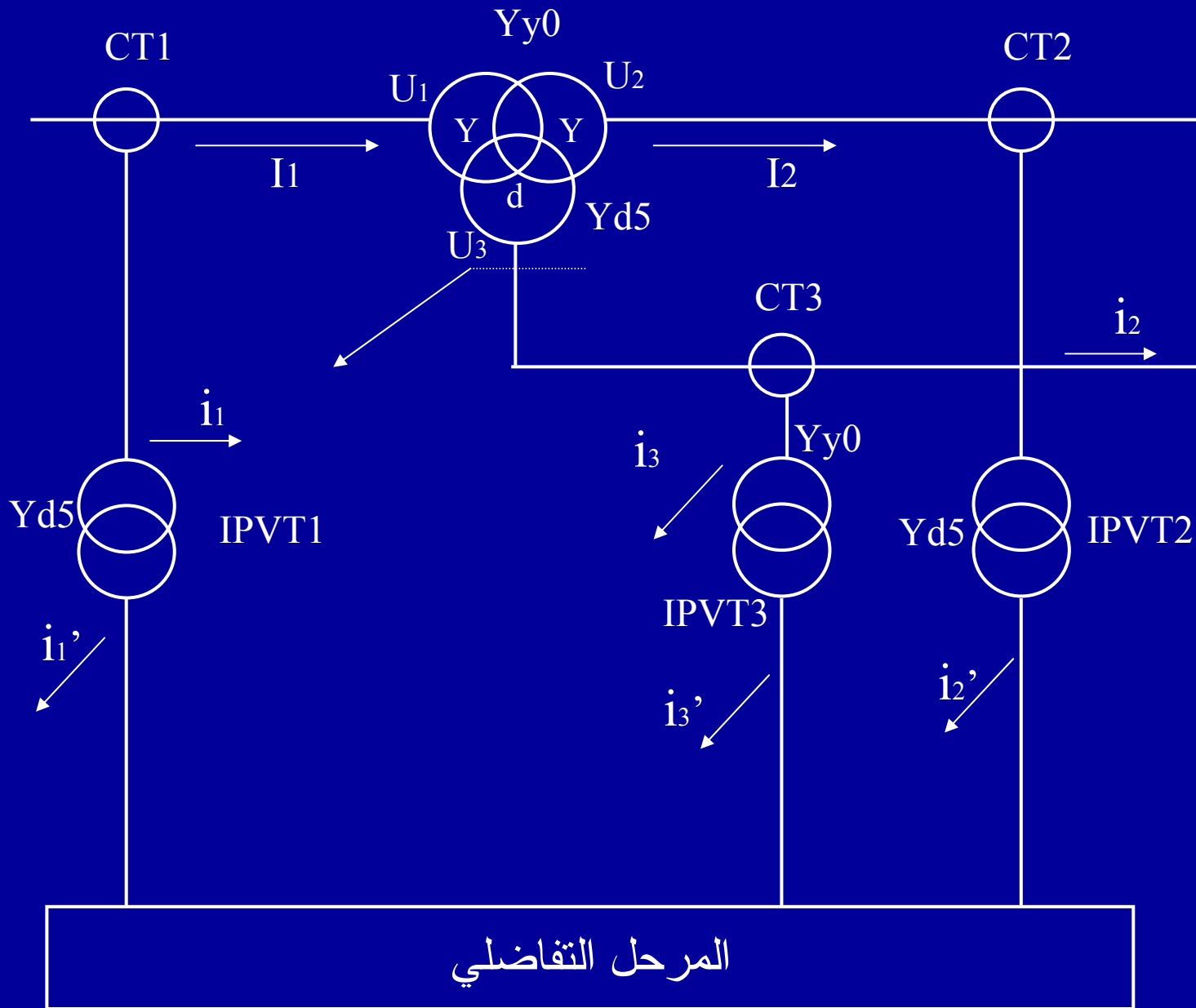
Relay (3) isn't instantaneous relay

Actually $i_1 \neq i_2$:

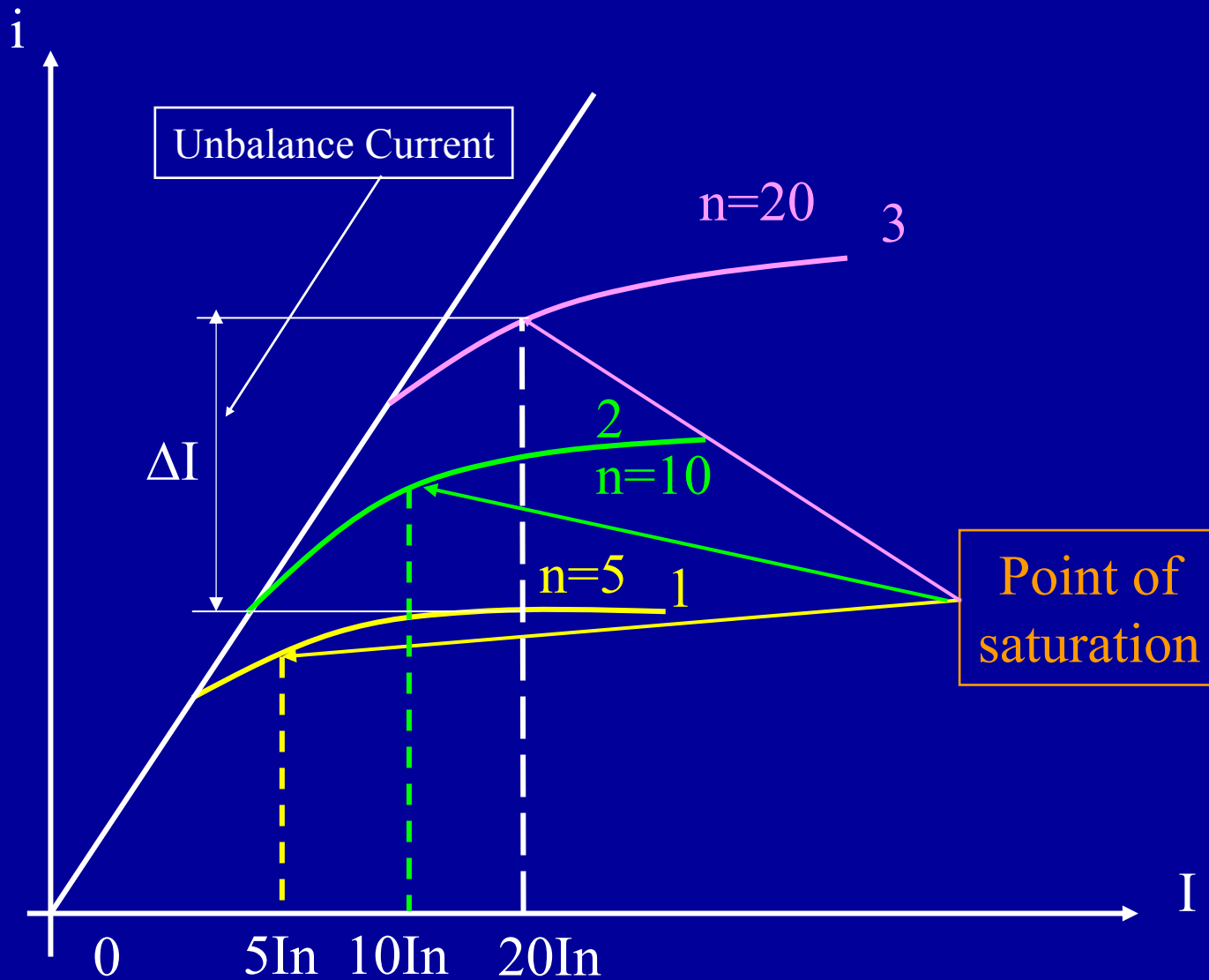
- Vector group of protected Tr.
- $n_1 \neq n_2$
- Outside S/C.
- Prim. Curr. of Protected Tr. \neq Sec. Curr.
- Protected Tr. Have ON Load Tap Changer.

لذلك فإنه يتم ضبطه عادة على قيمة معينة
بحيث يبدأ العمل عند مرور تيار تتجاوز قيمته
(10% - 40%) من قيمة التيار الإسمي للجهاز المحمي.

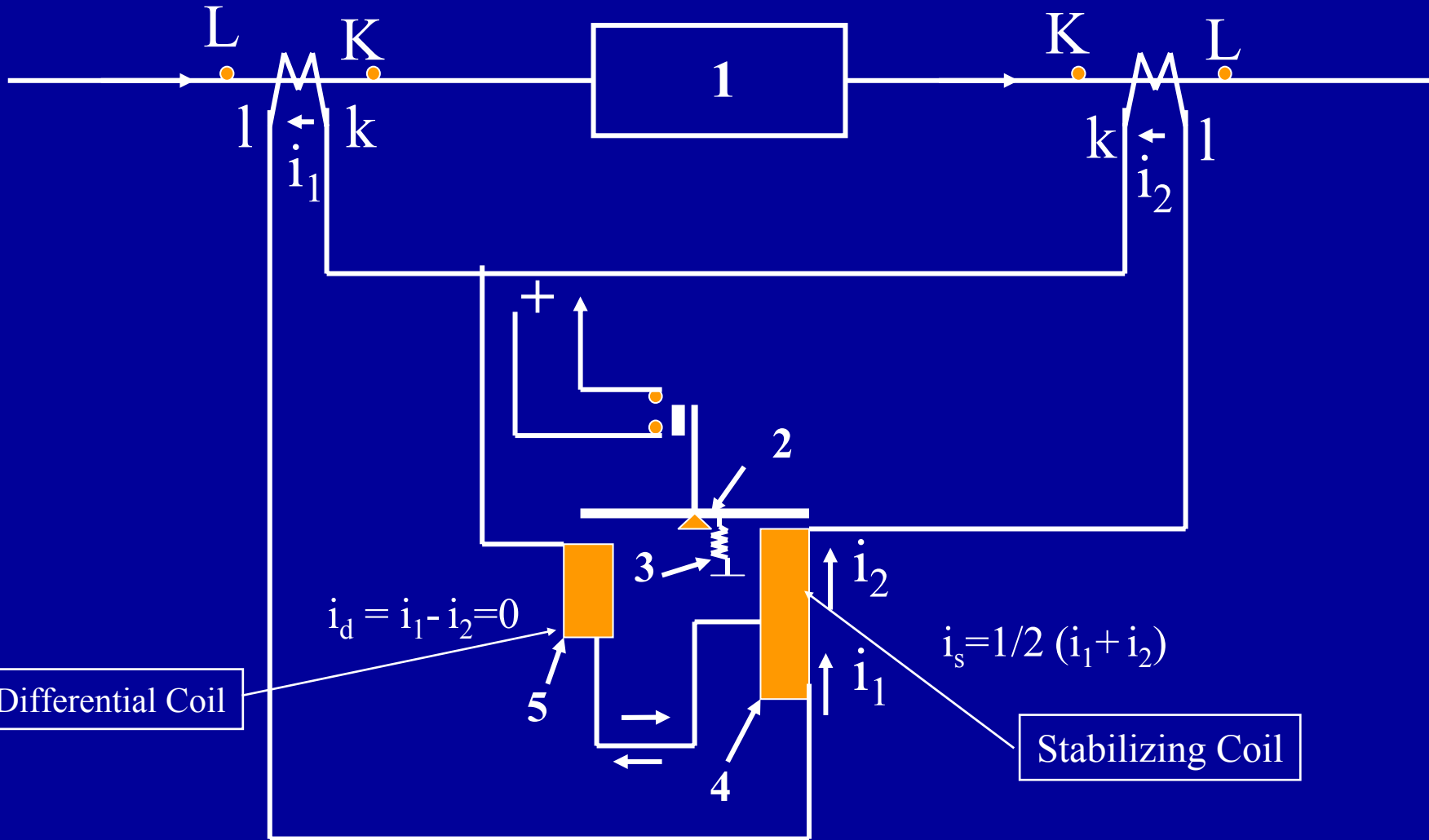




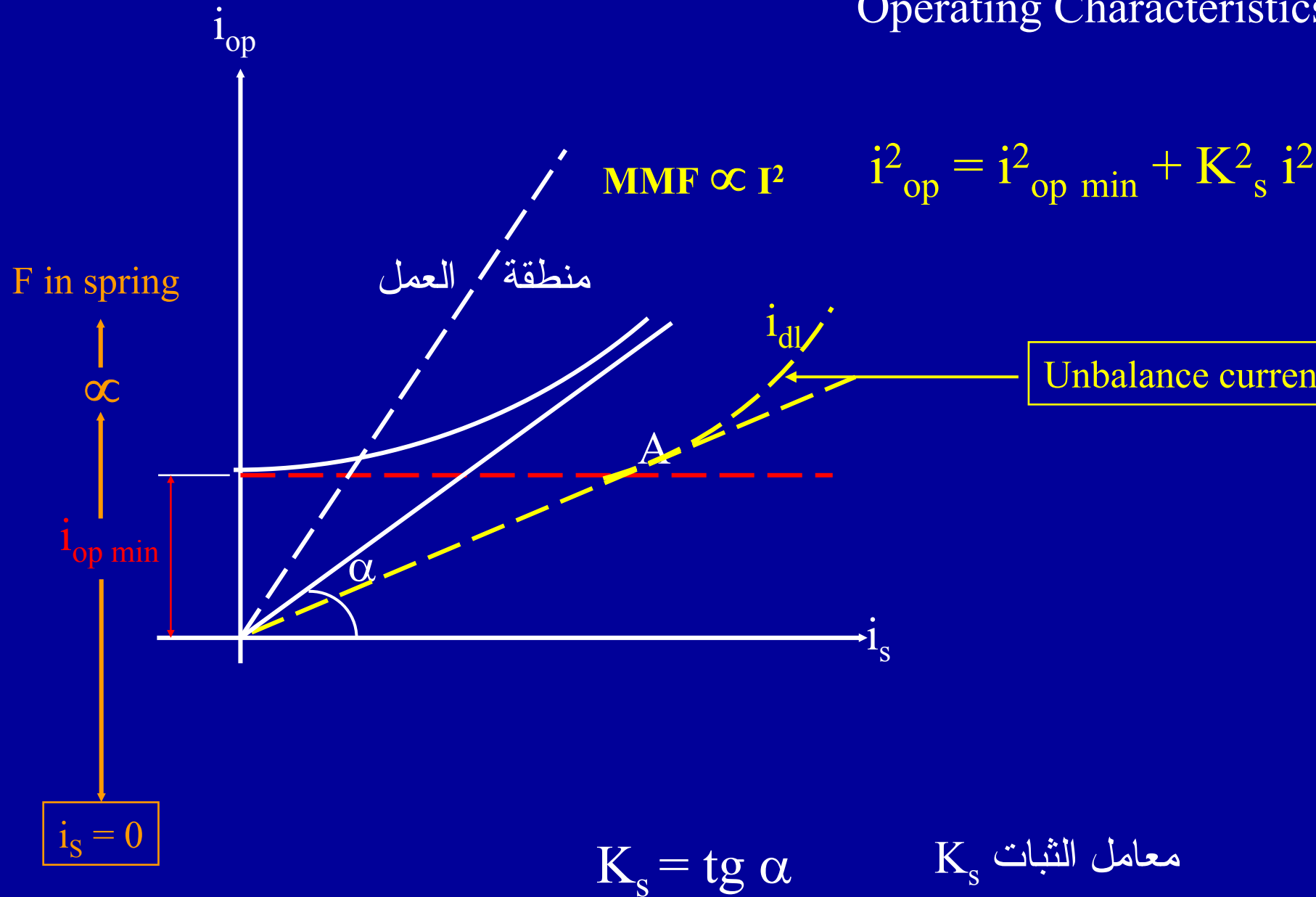
CT's Characteristics



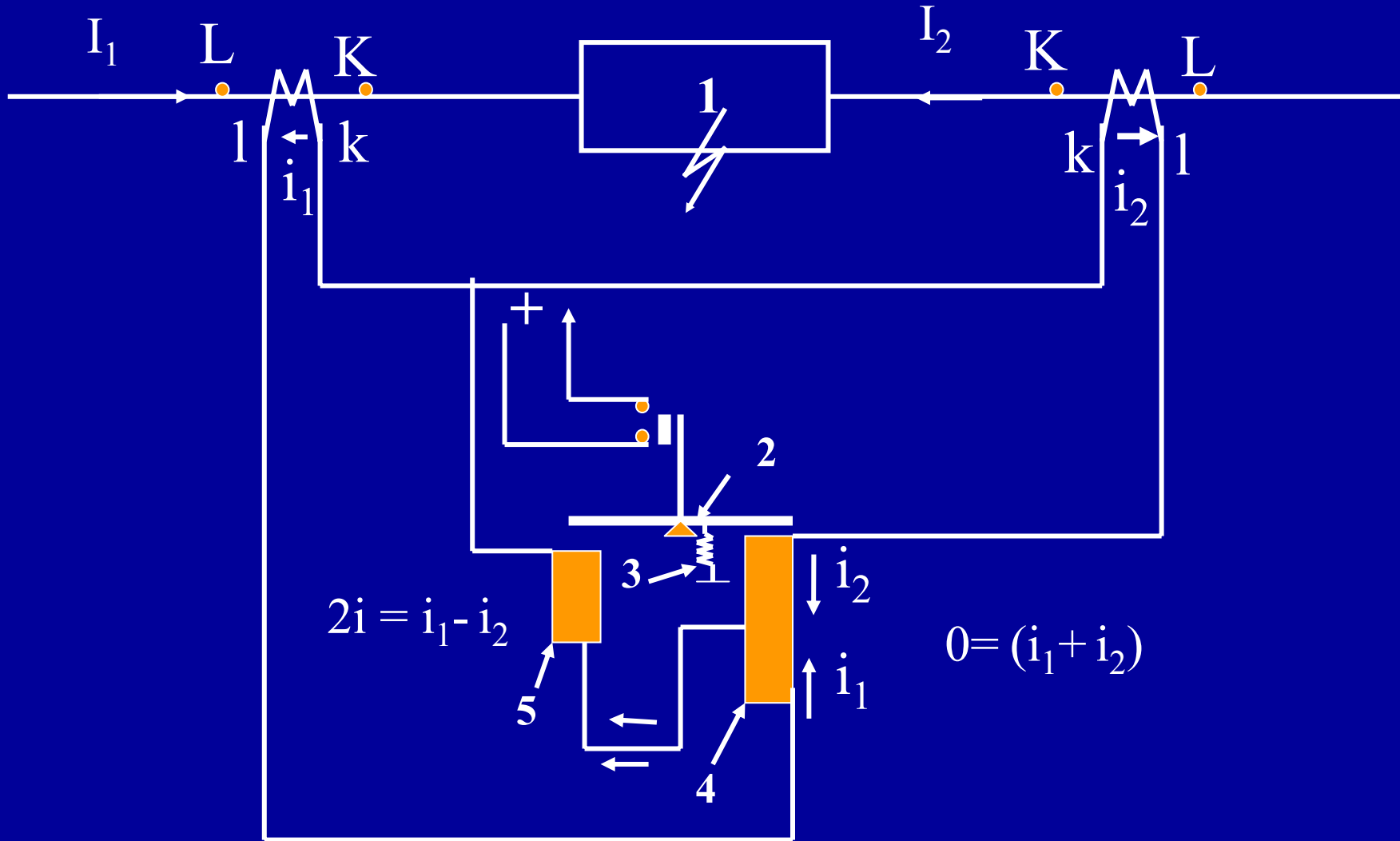
لذلك بدلاً من مرحل التيار يوضع مرحل اتزان
أو مرحل نسبي كالموضح في الشكل



Operating Characteristics

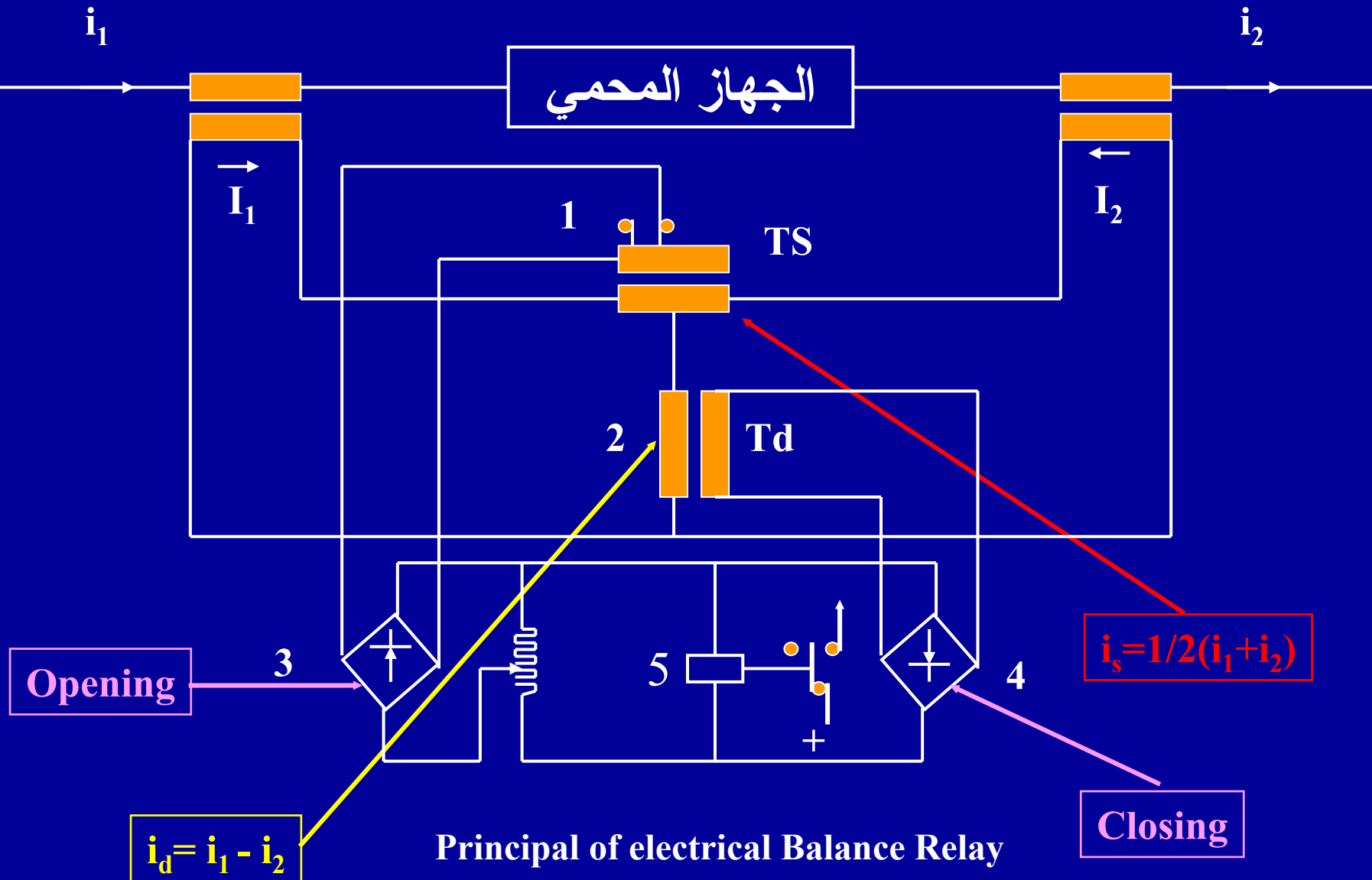


عند وجود عطل في الجهاز المحمي مع تغذية من الطرفين تكون مسارات التيارات كما هو في الشكل



مرحلات الاتزان الكهربائي

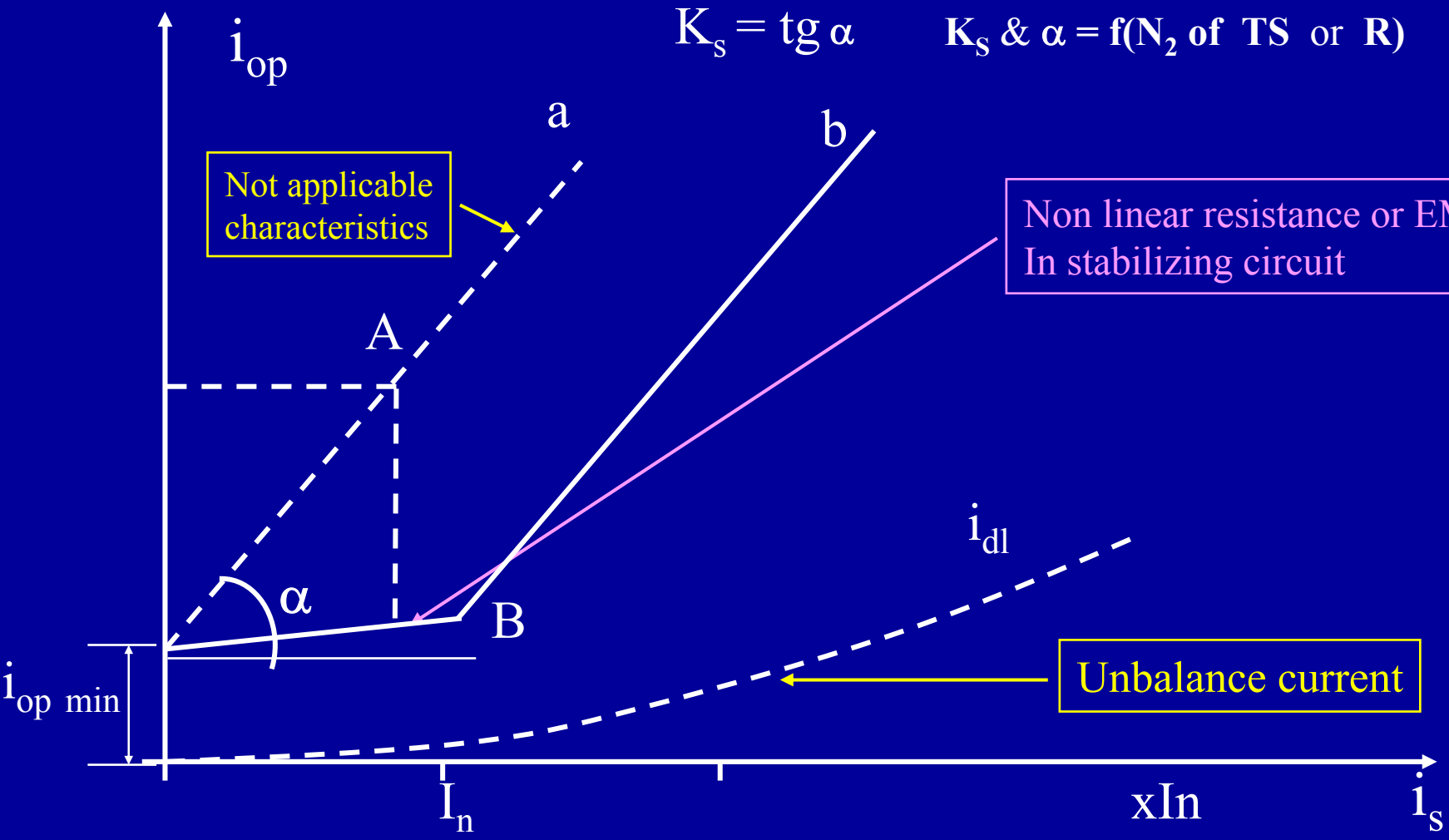
تعمل على مبدأ مقارنة التيارات مباشرة، لا من خلال القوى الكهرومغناطيسية



Principal of electrical Balance Relay

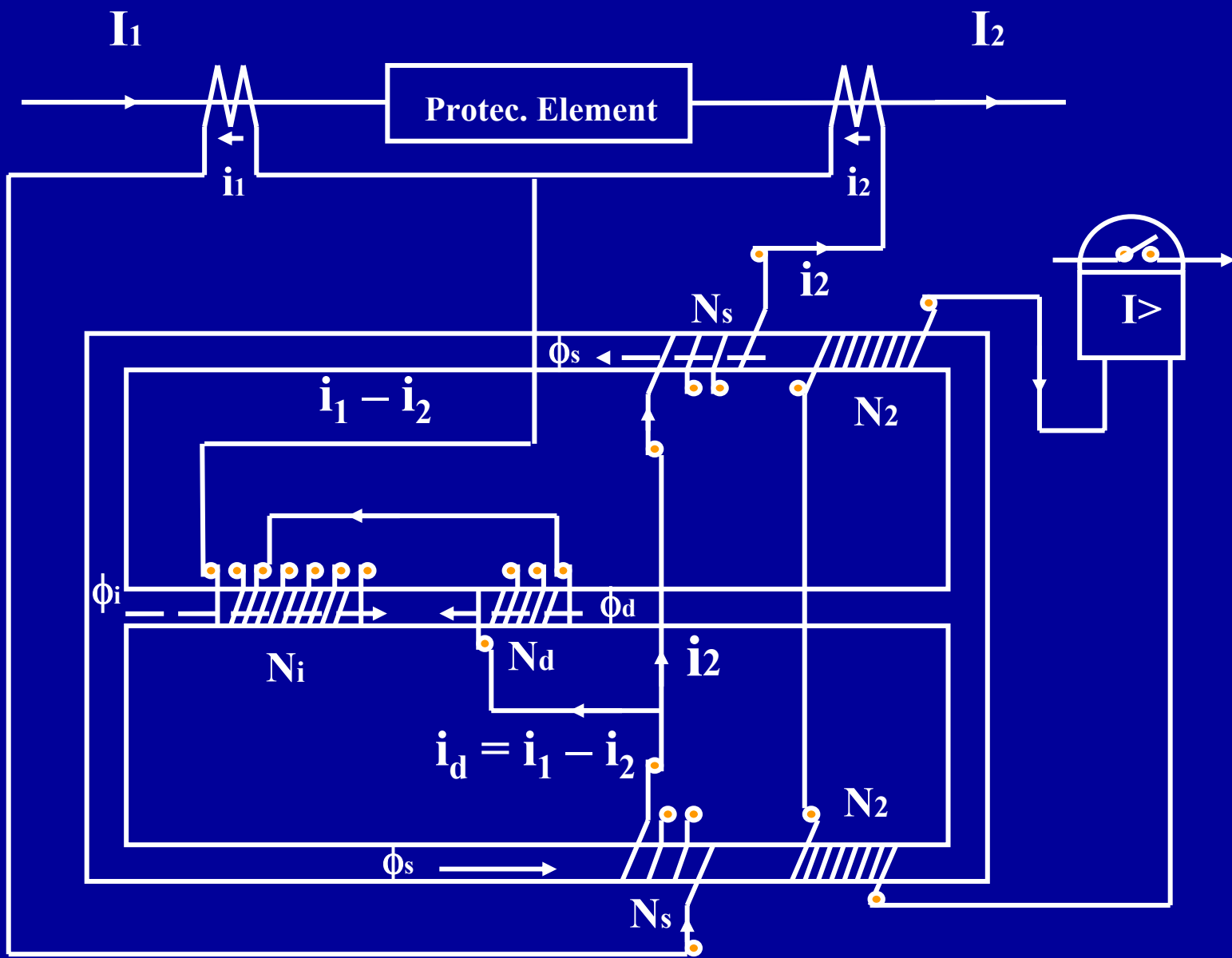
Moment $\propto I$ $i_{op} = i_{op \text{ min}} + K_s i_s$

$K_s = \text{tg } \alpha$ $K_s \text{ \& } \alpha = f(N_2 \text{ of TS or R})$



Operating Characteristics

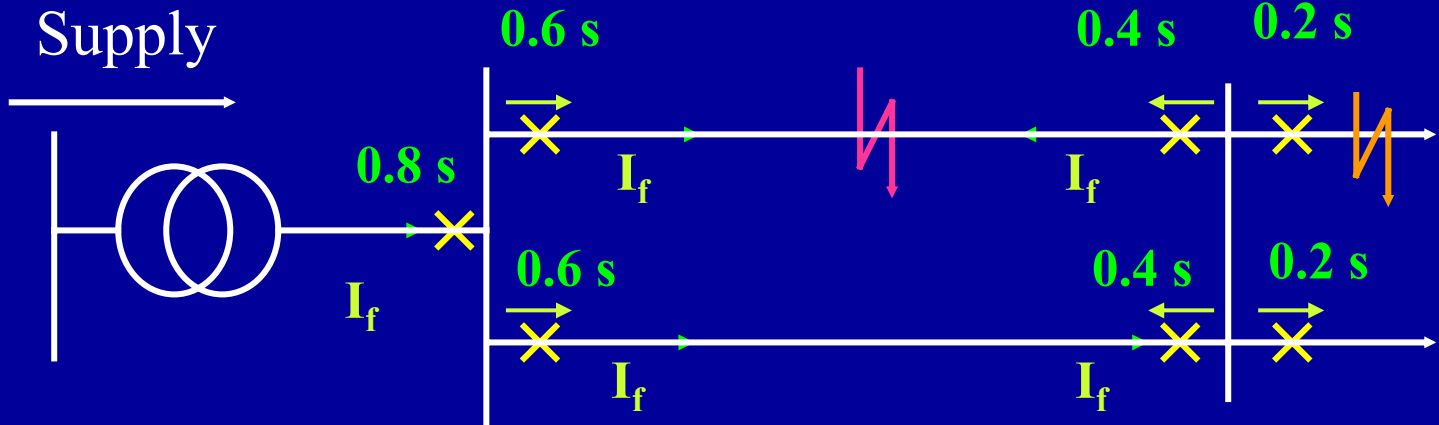
Magnetic Balance Relay



Directional Protection Relays

لمرحلات الاتجاهية

Why?



المرحلات الاتجاهية

تتضمن أهمية هذه المرحلات في إعطائها قيمة مضافة
للخصائص أجهزة وأنظمة الوقاية، فهي تحسن من :
انتقائيتها، حساسيتها وترفع اعتماديتها.

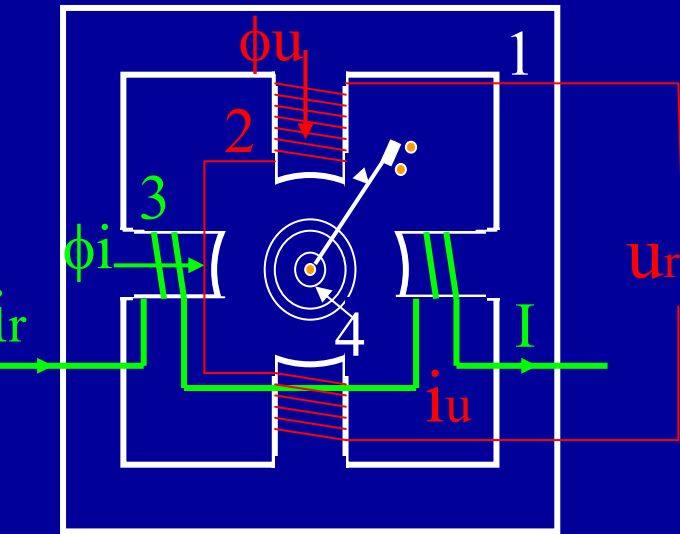
تعتمد في عملها على زاوية انحراف متجه القدرة الكهربائية.

$$P = KU I \cos \varphi$$

$$P > 0 \quad \text{if} \quad \begin{array}{l} 90^\circ \geq \varphi \geq 0^\circ \\ \text{or} \\ 0^\circ \geq \varphi \geq 270^\circ \end{array}$$

$$\text{Else} \quad P < 0$$

المرحلات الاتجاهية



تركيبها الميكانيكي غالباً ما يتألف من عضو متحرك يتأثر بعزم يعتمد على القدرة.

$$M_r = K U_r i_r \cos(\varphi_r + \alpha) - M_m$$

بيث : M_r – العزم المحصل المؤثر على العضو المتحرك

φ_r – الزاوية بين الفولطية والتيار.

α – الزاوية الداخلية للمرحل.

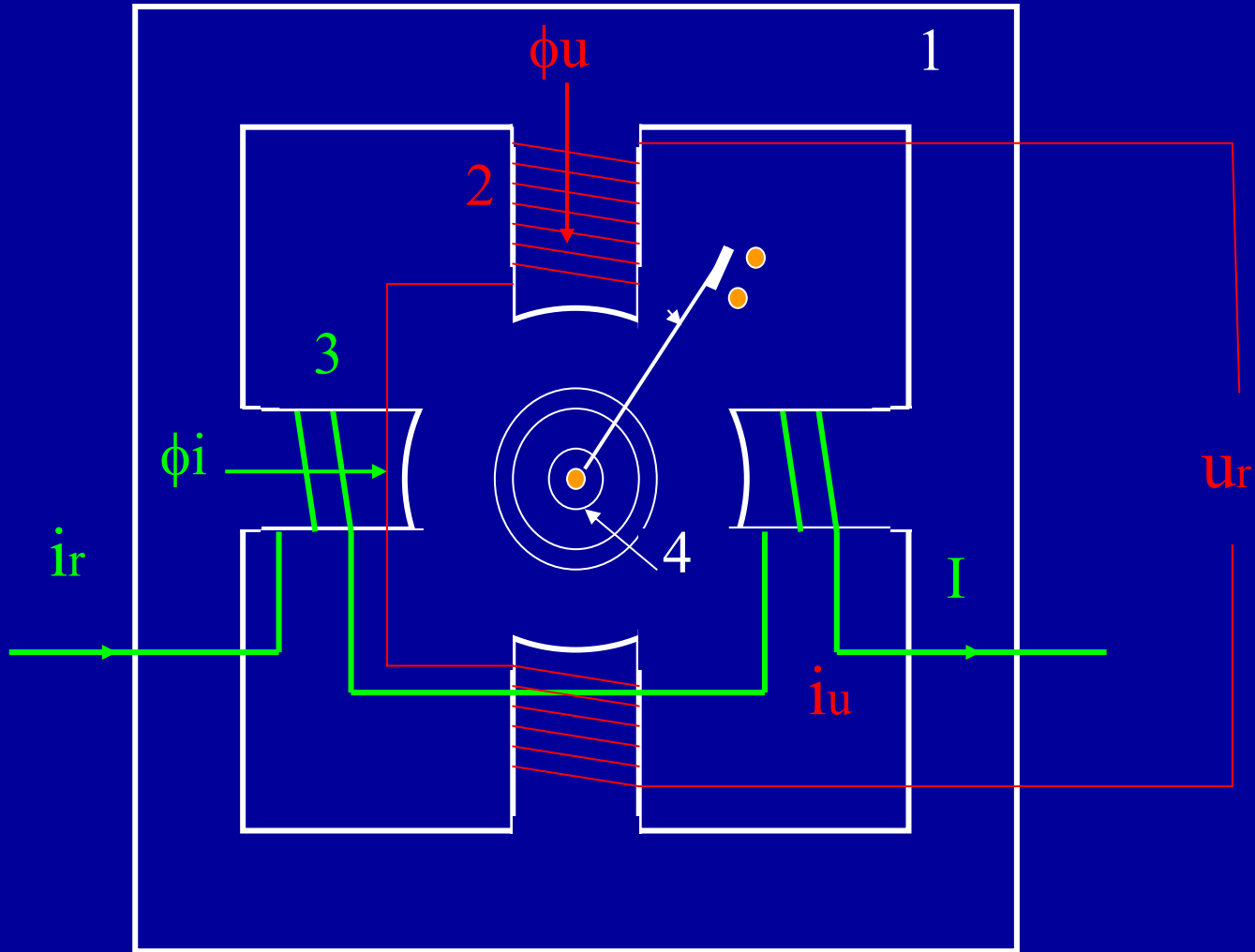
K – ثابت يعتمد على تركيب المرحل.

M_m – العزم الميكانيكي المقاوم (الاحتكاك، الزمبرك، وغيره.

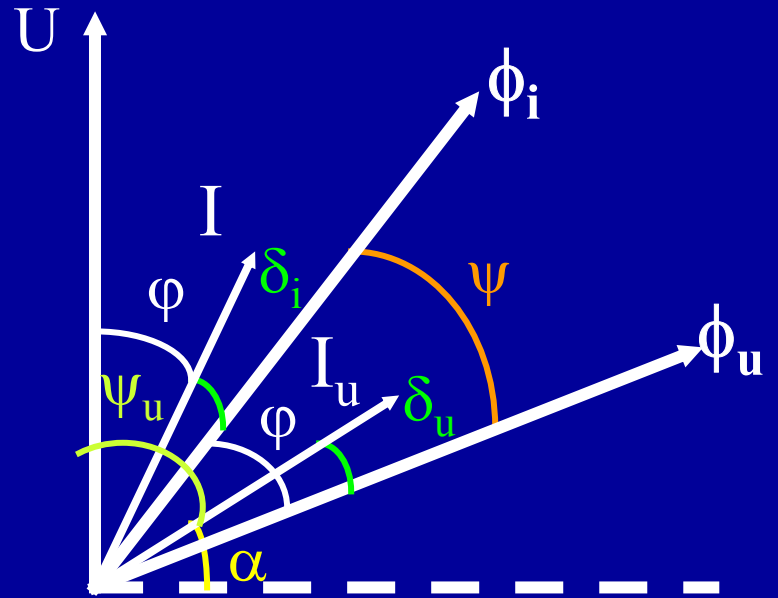
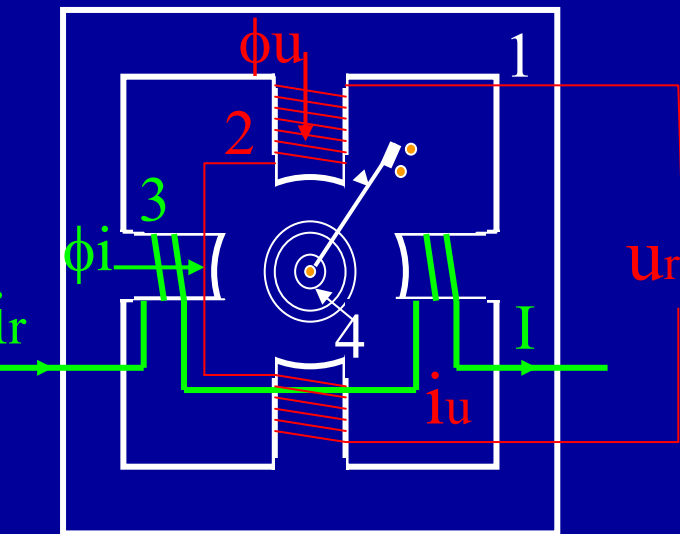
$$M_r = 0 \text{ or } >0 \text{ or } <0 \text{ Depends on } (\varphi_r + \alpha)$$

To be Operate $K U_r i_r \cos(\varphi_r + \alpha) \geq M_m$

مكونات مراحل القدرة (المراحل الاتجاهية)



المرحلات الاتجاهية



$$\phi_i \propto I \quad \phi_u \propto U$$

$$M = k \phi_i \phi_u \sin \psi$$

$$\psi_u = 90 - \alpha$$

$$\text{If } P = IU \cos(\phi + \alpha) \Rightarrow M = k_1 P$$

$$\delta_i = \delta_u$$

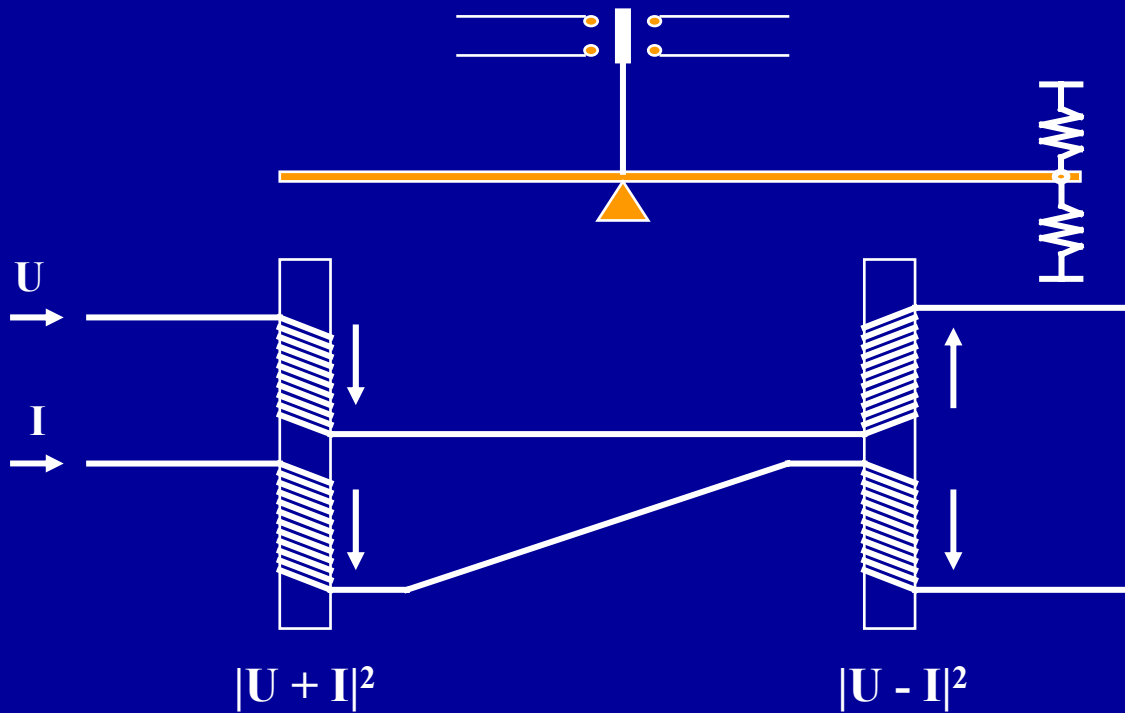
$$M = k_1 IU \sin(\psi_u - \phi)$$

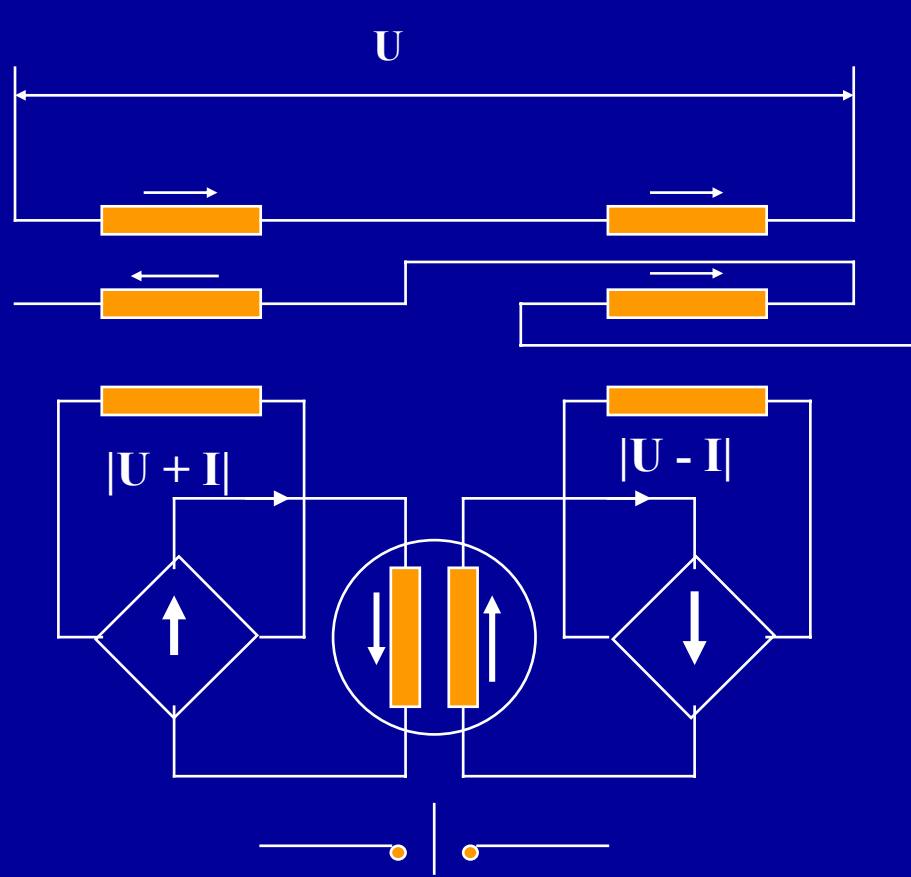
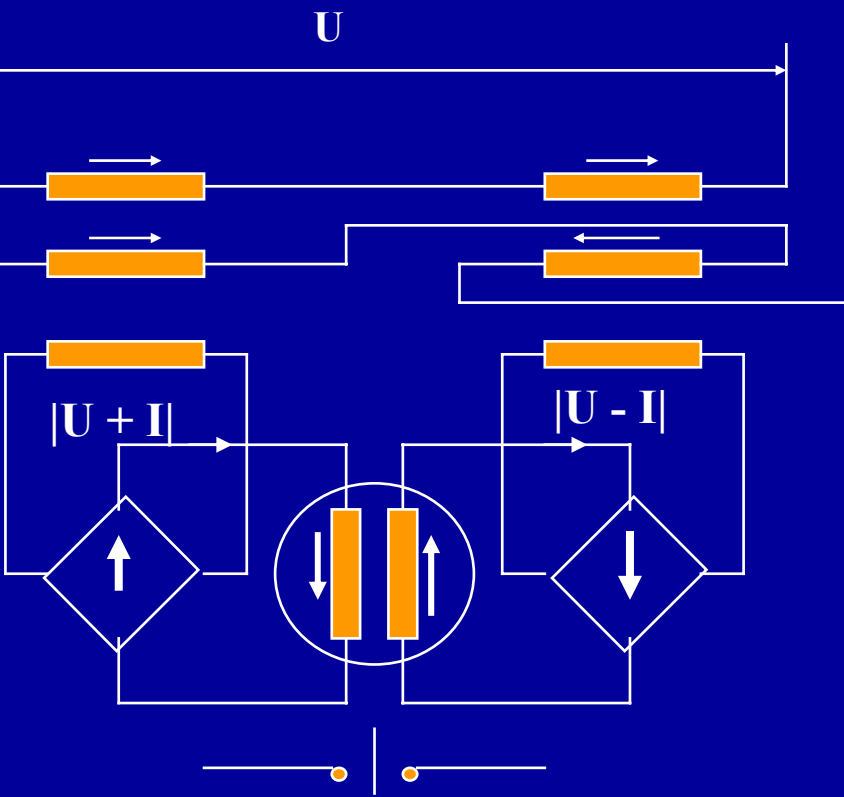
$$M = k_1 IU \cos(\phi + \alpha)$$

$$P = IU \cos(\varphi + \alpha) + \left| (U/2)^2 + (I/2)^2 \right| - \left| (U/2)^2 + (I/2)^2 \right|$$

$$P = \left| (U/2)^2 + (UI \cos(\varphi + \alpha))/2 + (I/2)^2 \right| - \left| (U/2)^2 - (U/2)^2 \cos(\varphi + \alpha)/2 + (I/2)^2 \right|$$

$$P = \left| U/2 + I/2 \right|^2 - \left| U/2 - I/2 \right|^2$$

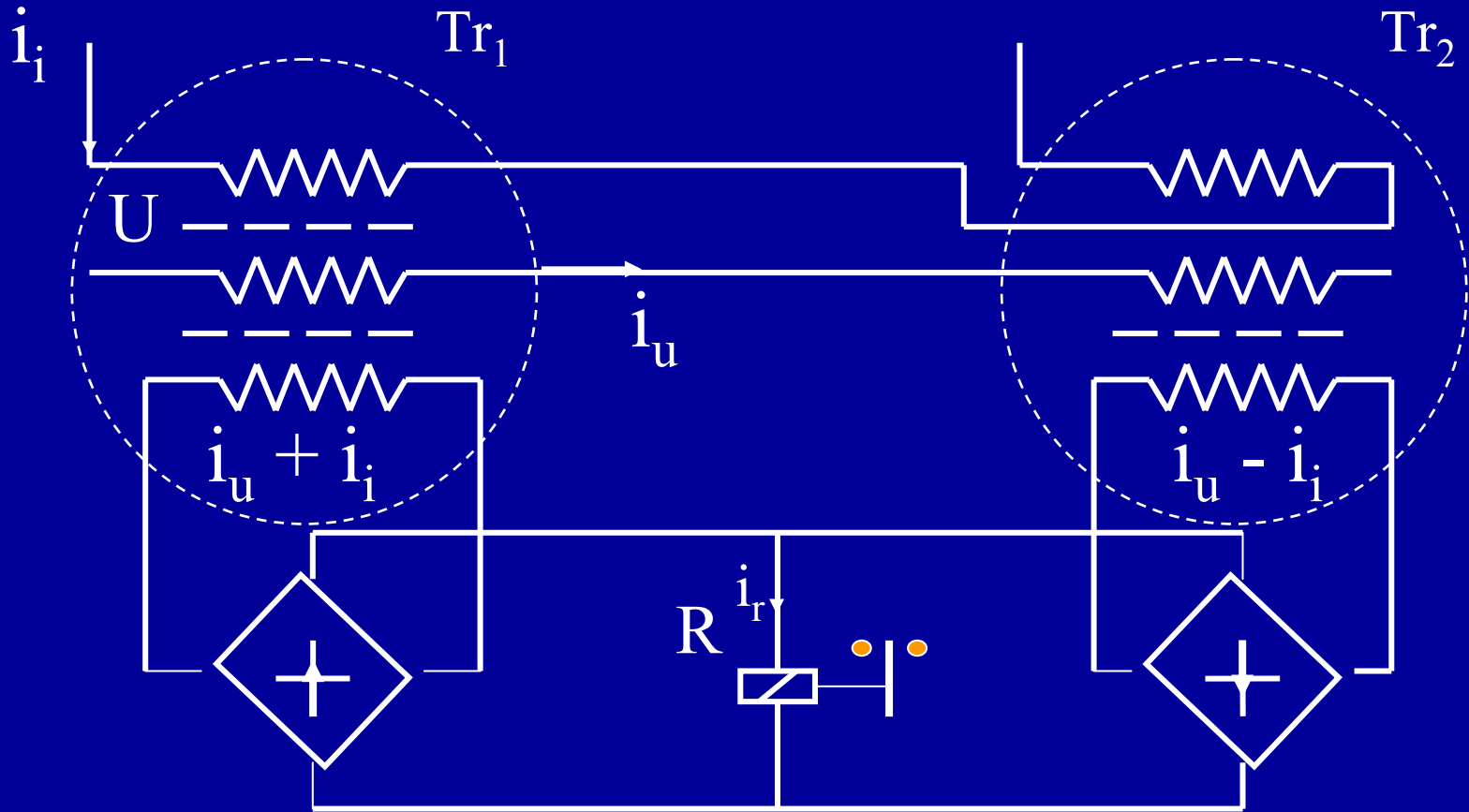


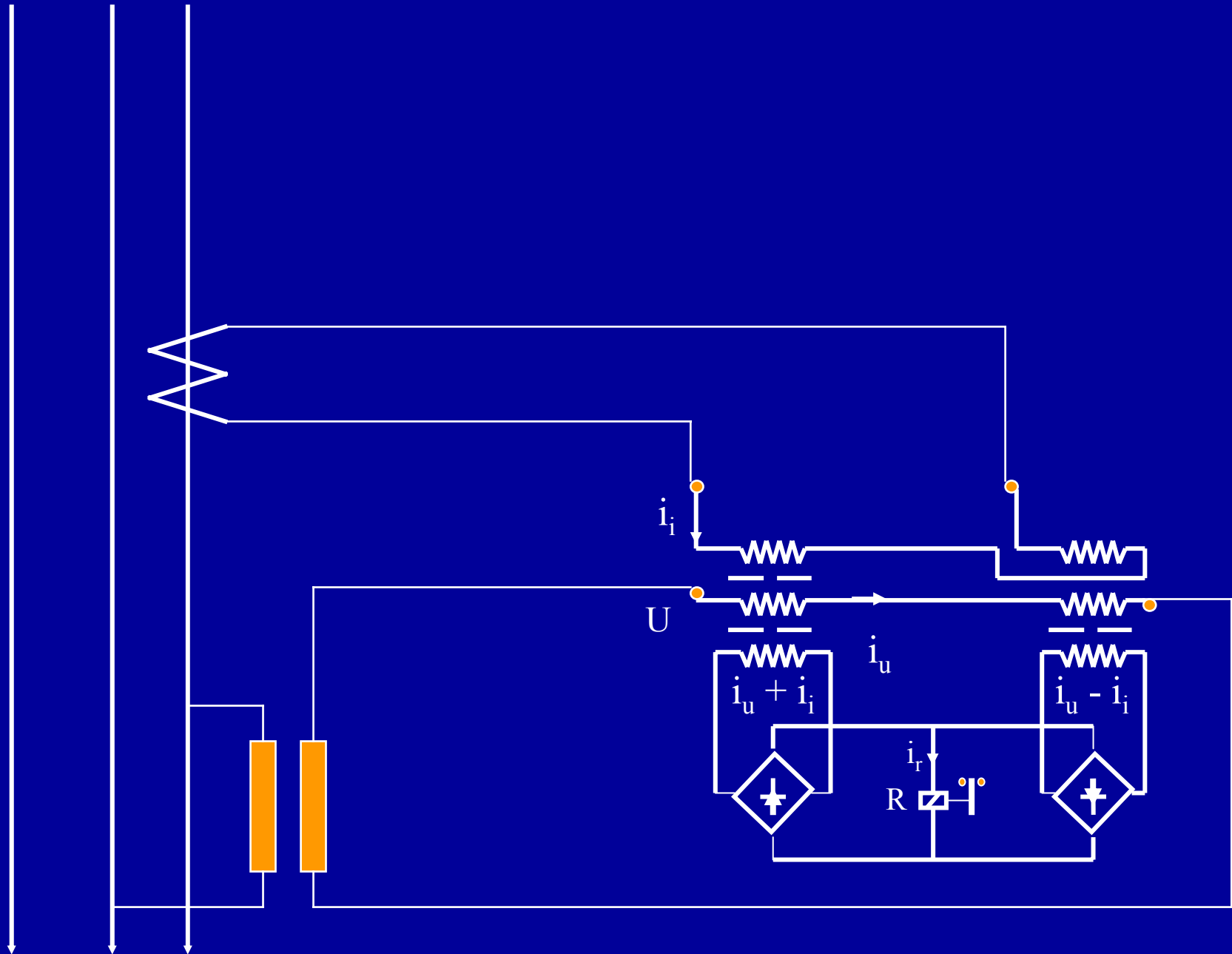


Electrical Balance Relays

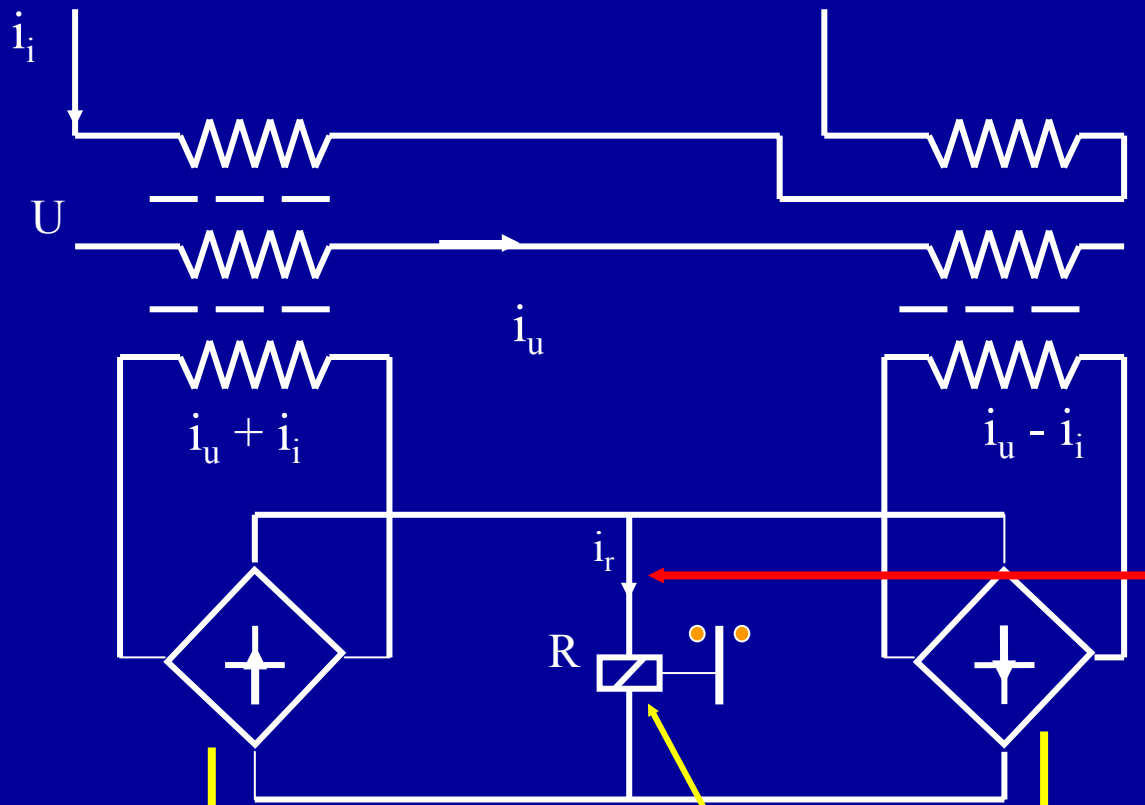
مبدأ عمل مرحل الاتزان الكهربائي

إن مقارنة مجموع وطرح المتجهات أفضل ما تكون كهربائياً كما في الشكل التالي:





مبدأ عمل مرحلة الاتزان الكهربائي



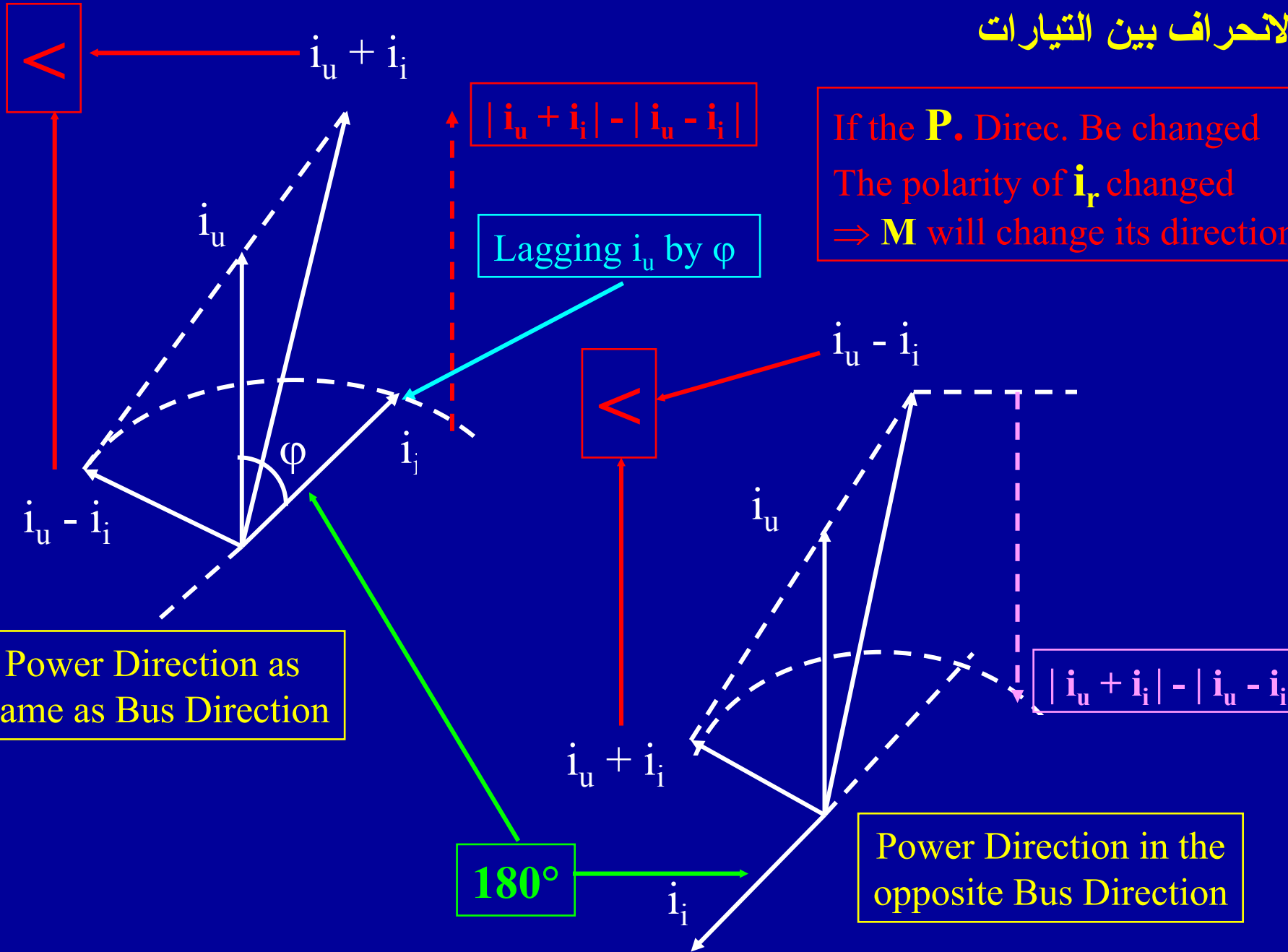
$$i_r = |i_u + i_i| - |i_u - i_i|$$

$$I_{DC} \propto (i_u + i_i)$$

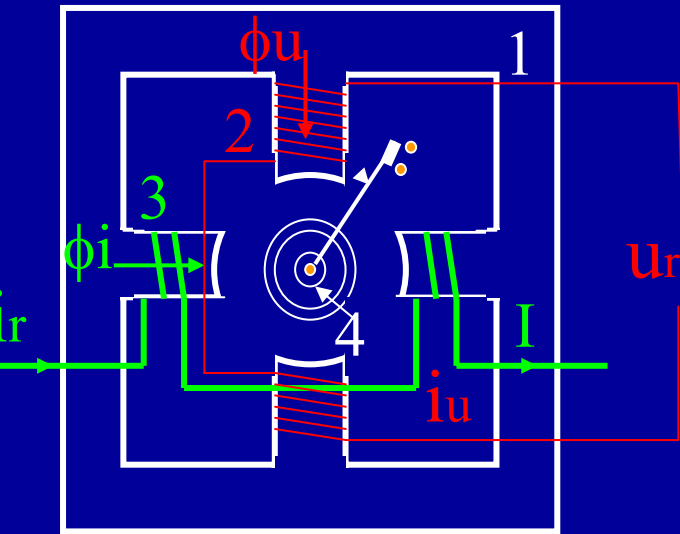
$$I_{DC} \propto (i_u - i_i)$$

المرحلات الرقمية الحالية تستخدم دائرة إلكترونية بدلاً من المرحل R

الاتحراف بين التيارات



المرحلات الاتجاهية



تركيبها الميكانيكي غالباً ما يتألف من عضو متحرك يتأثر بعزم يعتمد على القدرة.

$$M_r = K U_r i_r \cos(\varphi_r + \alpha) - M_m$$

بيث : M_r – العزم المحصل المؤثر على العضو المتحرك

φ_r – الزاوية بين الفولطية والتيار.

α – الزاوية الداخلية للمرحل.

K – ثابت يعتمد على تركيب المرحل.

M_m – العزم الميكانيكي المقاوم (الاحتكاك، الزمبرك، وغيره.

$$M_r = 0 \text{ or } >0 \text{ or } <0 \text{ Depends on } (\varphi_r + \alpha)$$

To be Operate $K U_r i_r \cos(\varphi_r + \alpha) \geq M_m$

Total Operating Power : $U_r i_r = S_r$ [VA]

$$S_{op} = M_m / K \cos(\varphi_r + \alpha)$$

The relay will be very Sensitive

If $\varphi_r + \alpha = 0$ because of $S_{op} = S_{op \min}$

To be operate with max. sensitivity Should

φ - Angle between I_r & U_r During Fault time

$$\varphi_r + \alpha = \varphi$$

&

$$M_m = \min$$

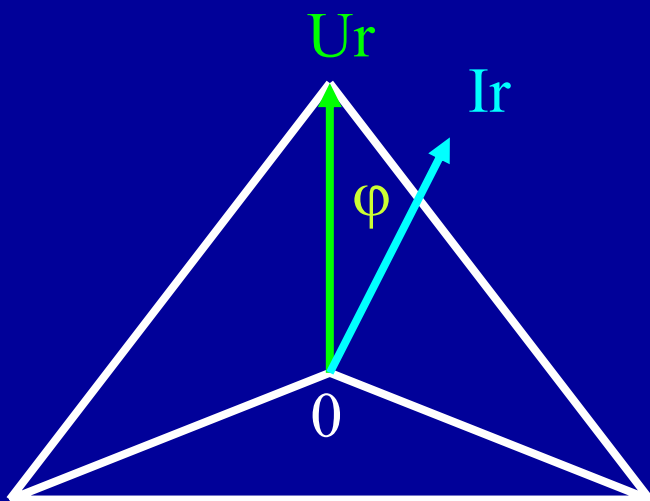
Above conditions obtained by Changing α using reconnections

ديبط العرحلات الاتجاهي

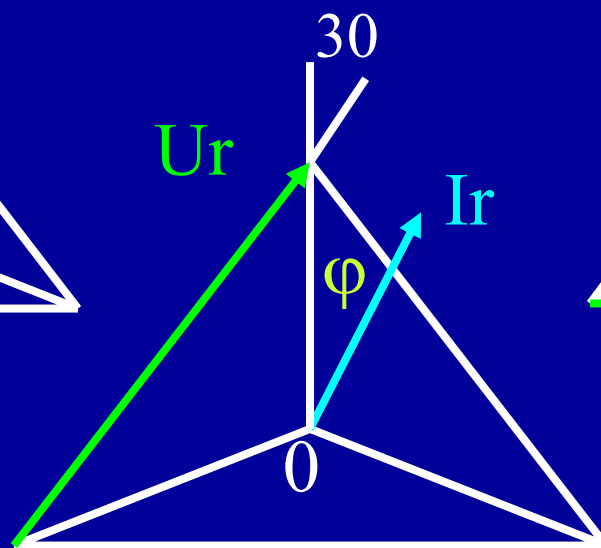
In this case : $\varphi_r = \varphi + \beta$

β - New angle obtained by reconnections on the Relay terminals

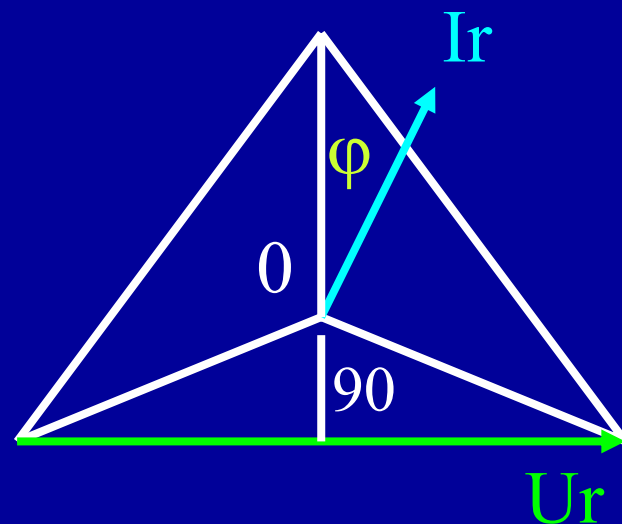
Reconnections can be made by connecting the current circuit on One phase while the voltage circuit on the other phase, also by mixing phase & line voltages & currents together.



$\beta=0$



$\beta= - 30$



$\beta= - 90$

$\beta > 0$, Lagging

$\beta < 0$, Leading

باختيار التوصيلة المناسبة لقيمة الزاوية الداخلية α المقابلة لها يمكن الوصول إلى أكبر حساسية ممكنة عند أي زاوية عطل φ مرغوبة، وغالباً ما تنتج هذه المرحلات بالأنواع التالية:

$$\alpha + \beta = 0^\circ \text{ (W)} \quad \longleftrightarrow \quad \text{P - relays}$$

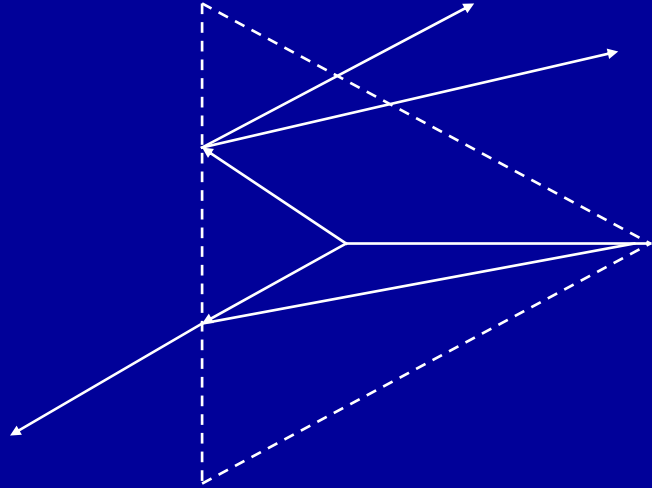
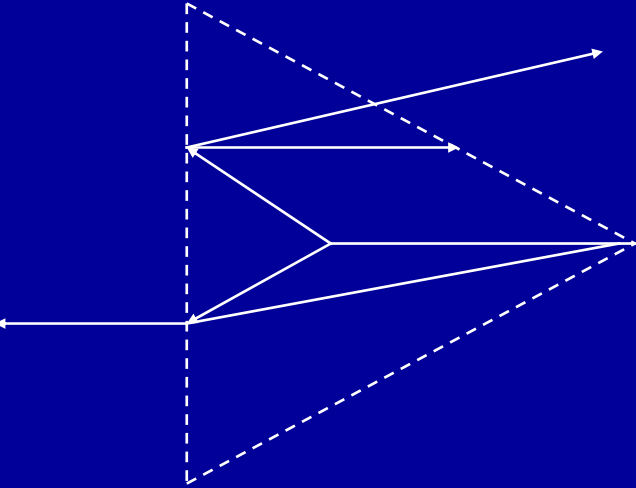
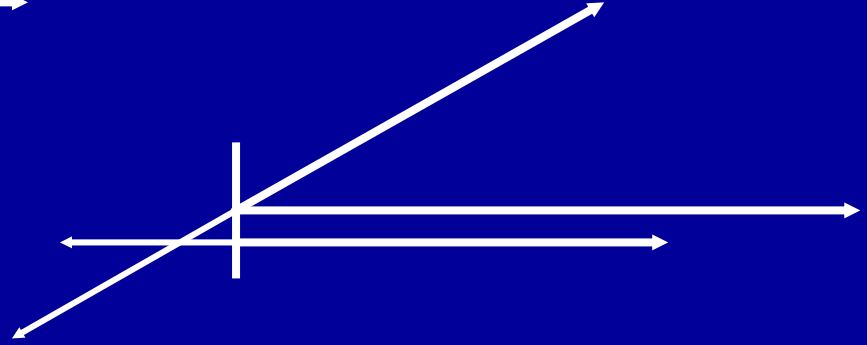
$$\alpha + \beta = 90^\circ \text{ (VAR)} \quad \longleftrightarrow \quad \text{Q - relays}$$

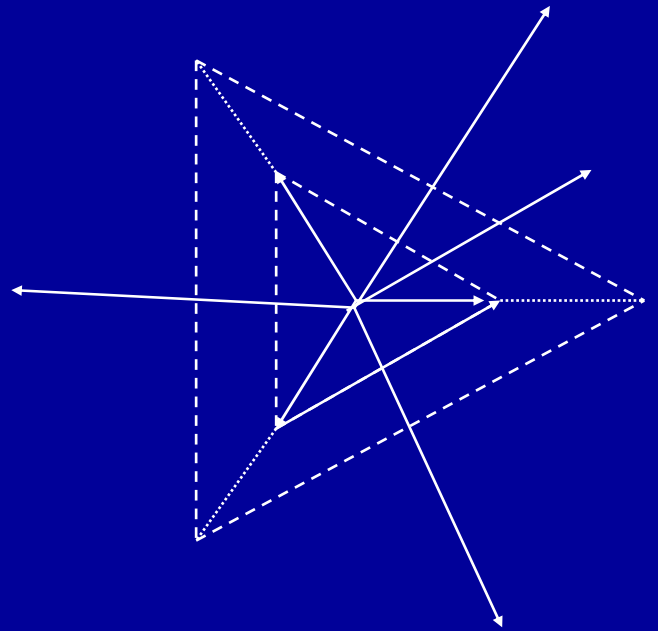
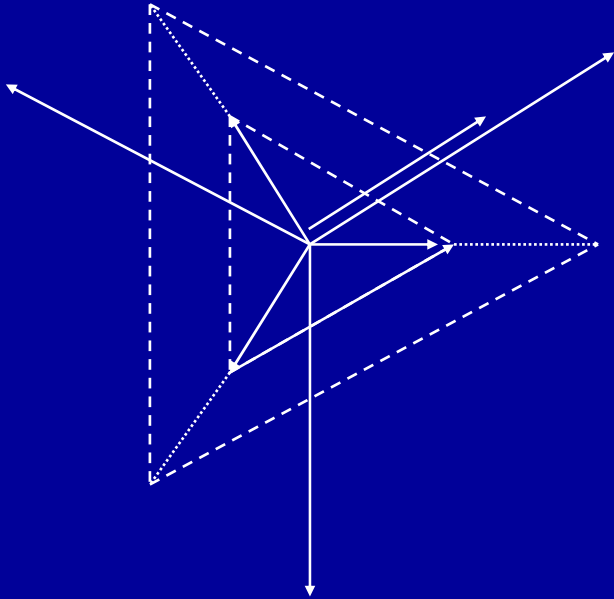
$$\alpha + \beta = 30^\circ - 180^\circ \text{ (VA)} \quad \longleftrightarrow \quad \text{S - relays}$$

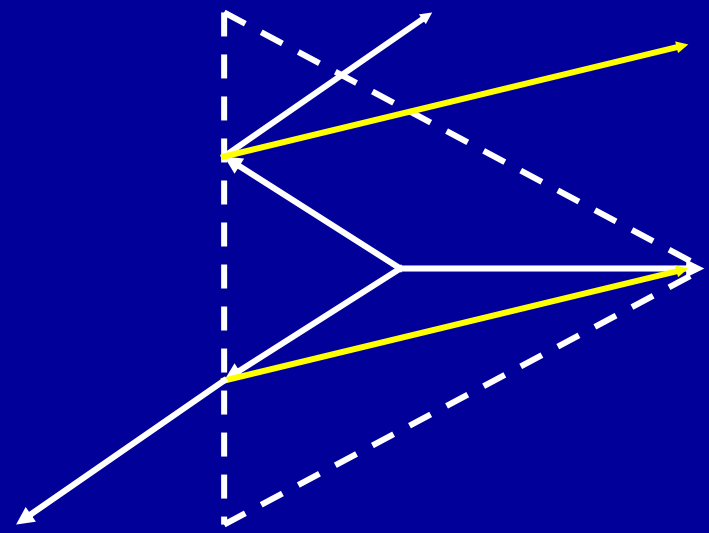
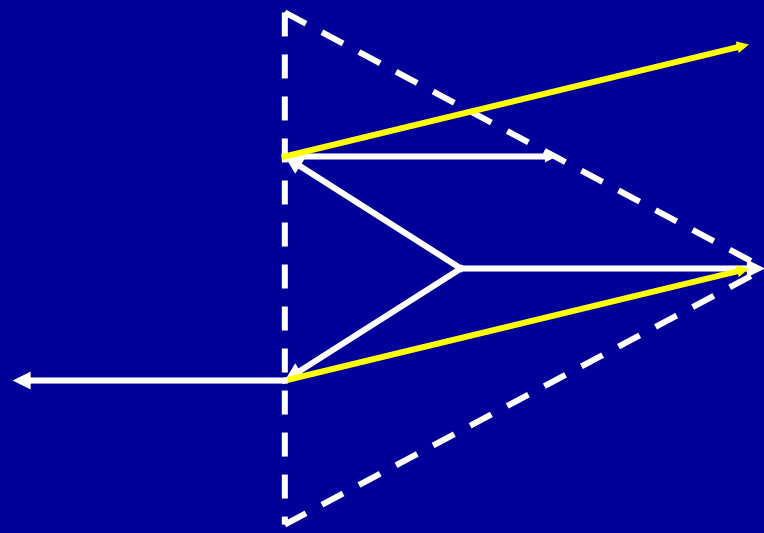
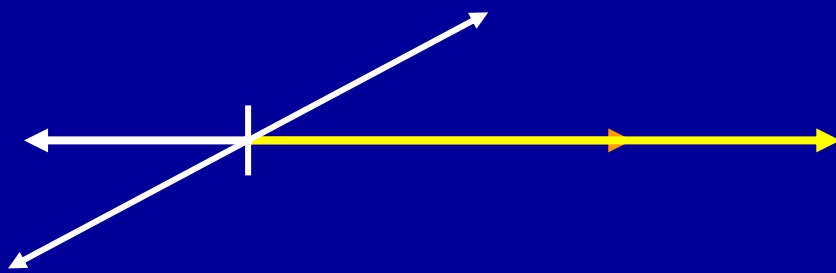
$$\alpha + \beta = 180^\circ \quad \text{Reverse Power relays}$$

Depending on it's construction these relays can be divided into :

- Induction relays,
- Electro dynamic Relays,
- Electrical Balance Relays.







خصائص المرحلات الاتجاهية

العناصر الأساسية التي تؤثر في خصائص المرحلات الاتجاهية هي :

- الزاوية الداخلية (α) وتأخذ القيم ($0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 80^\circ, 90^\circ, 180^\circ$)

ويكون للجهاز عندها أعلى حساسية

- الزاوية الناتجة عن طريق التوصيل (β) وهي في الغالب (0° or 90°)

وهي الزاوية بين الفولطية التي تدفع التيار في المرحل، والفولطية الموصولة فعلياً مع المرحل

- الخطأ الزاوي وهو الخطأ بين الكميات الفعلية والكميات التي المقاسة

وهي القيمة الصغرى لإحدى الكميات الداخلة إلى المرحل وتؤدي

إلى عمله، في الوقت الذي تكون فيه قيمة الكمية الأخرى كما هي في الوضع الطبيعي

- الحساسية

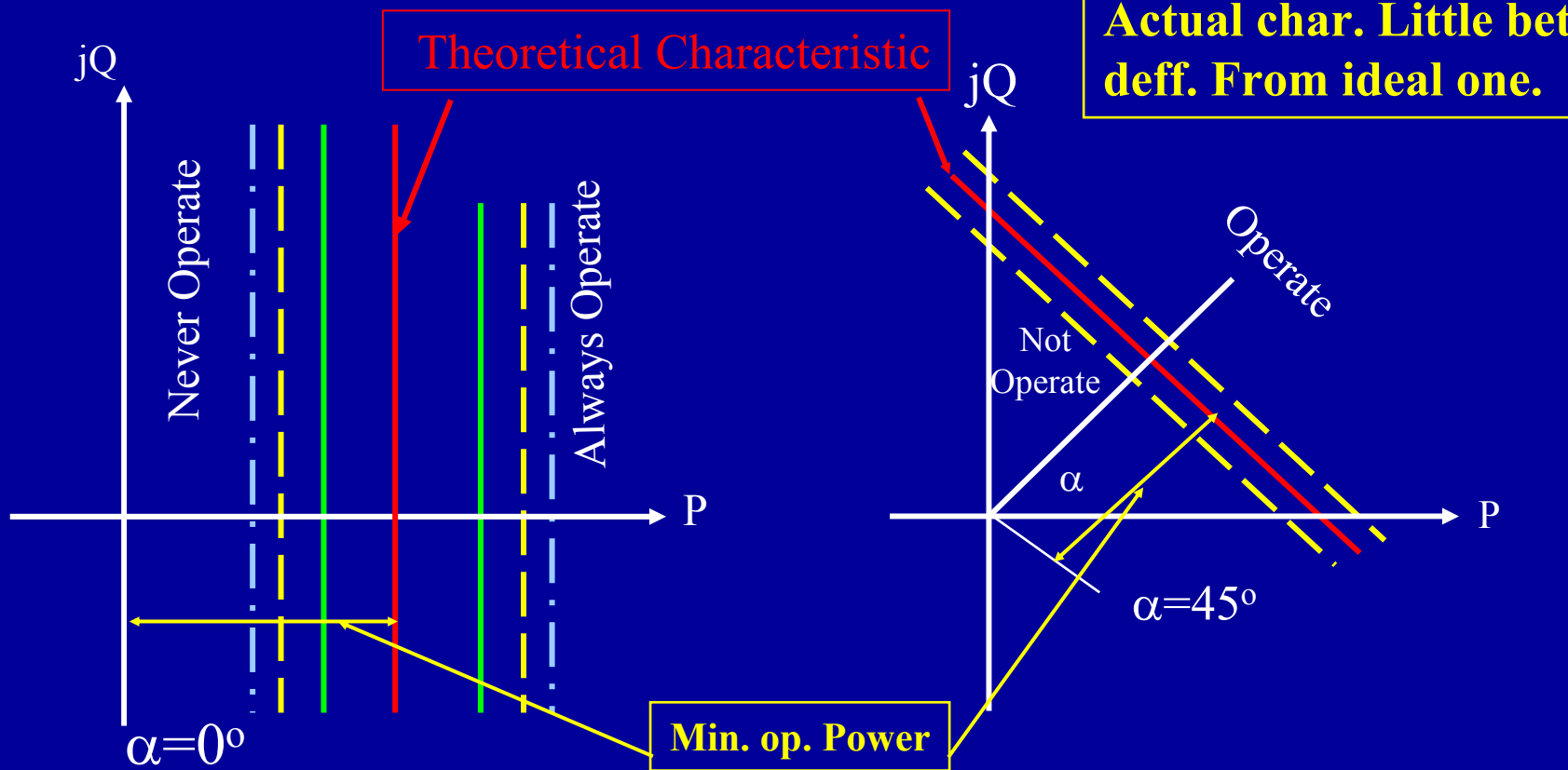
- القيم الفعالة التي تدخل المرحل وهي في العادة (1 or 5 A) أو (110 Or $110\sqrt{3}$ V)

خصائص المرحلات الاتجاهية

الخصائص الزمنية

تعطى في المستوى $(P - jQ)$

خصائص العمل



----- Error Boundary when $U = K_1\% U_n$ $K_1 < 100\%$

----- Error Boundary when $U = 100\% U_n$

----- Error Boundary when $U = K_2\% U_n$ $K_2 < K_1$

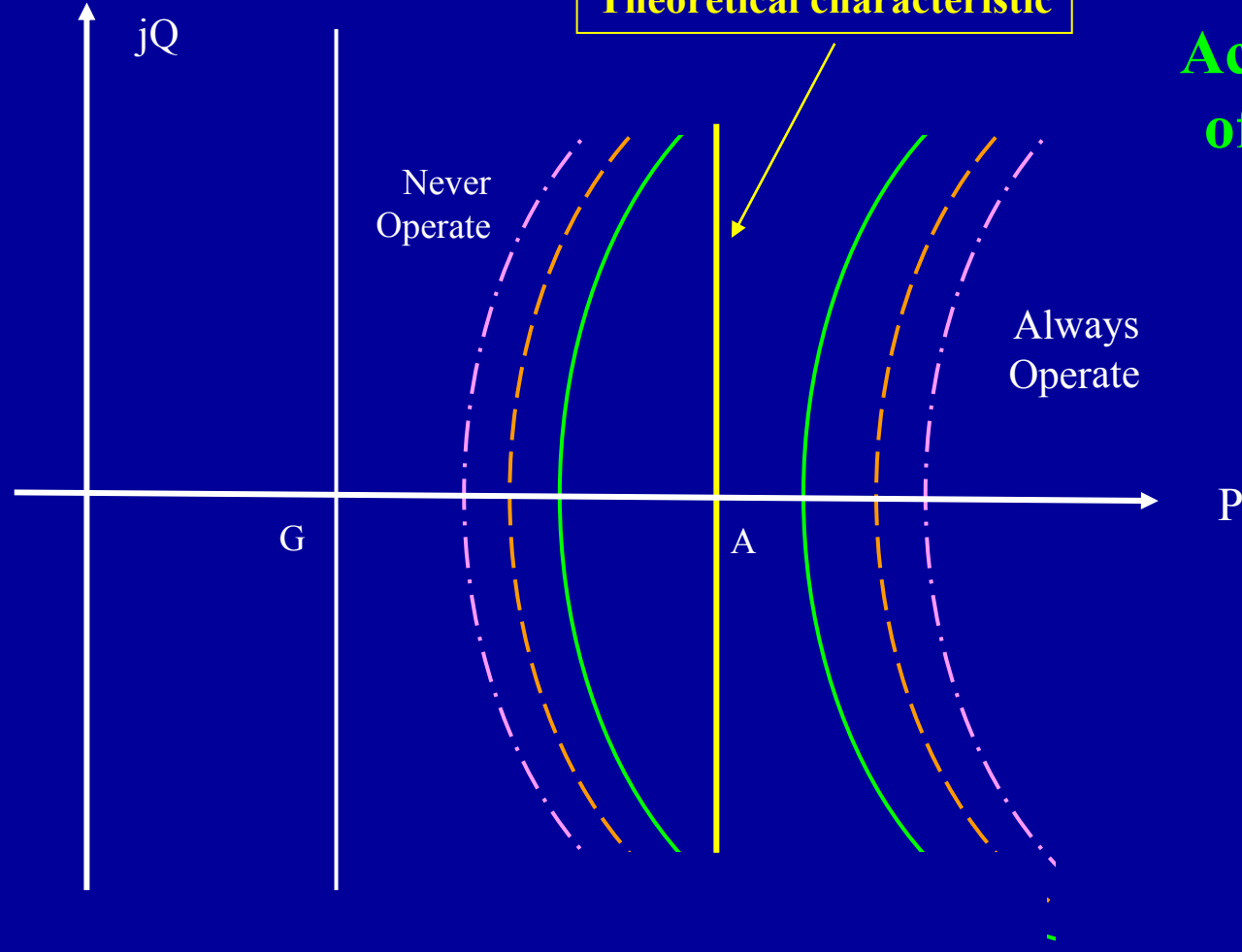
Theoretical characteristic

Actual oper.Char. of Direc. P Relay

$$\infty = 0^\circ$$

Never Operate

Always Operate



G Nominal value relay.

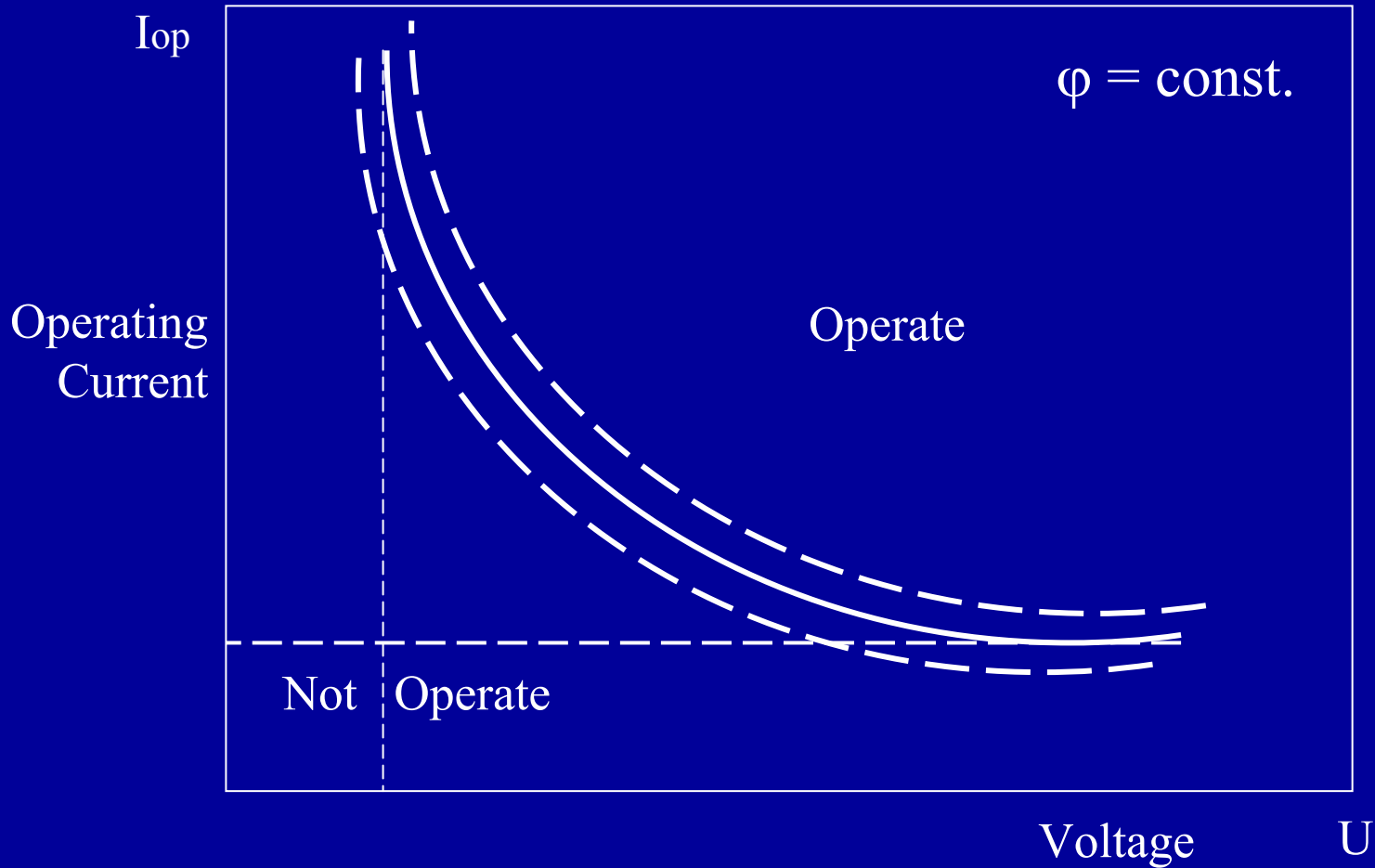
A Theoretical setting value

--- Error Boundary when $U=K_1\% U_n$ $K_1 < 100\%$

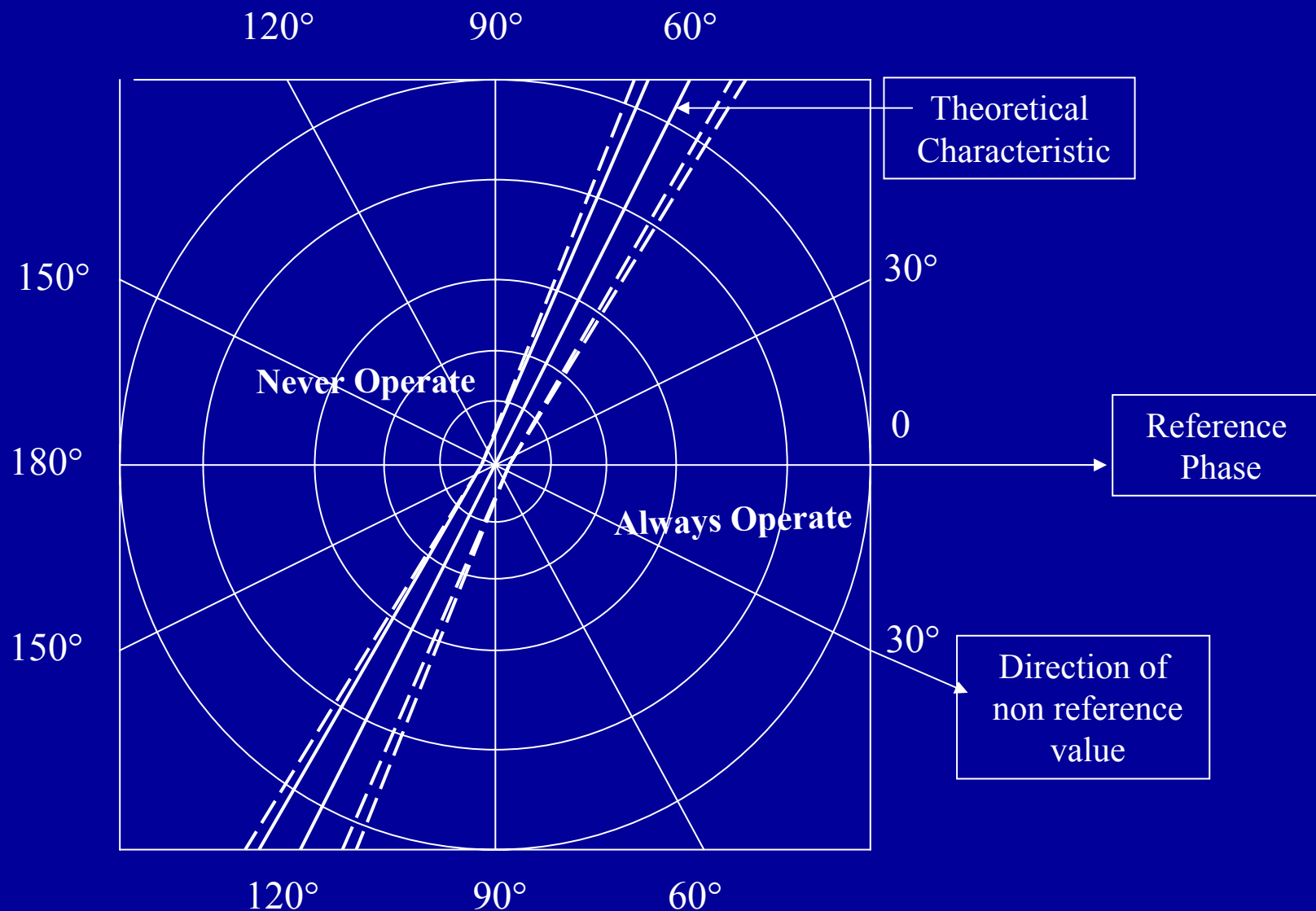
— Error Boundary when $U=100\% U_n$

-.-.- Error Boundary when $U=K_2\% U_n$ $K_2 < K_1$

Operating Characteristics of Directional relay as $I_{op} = f(U)$

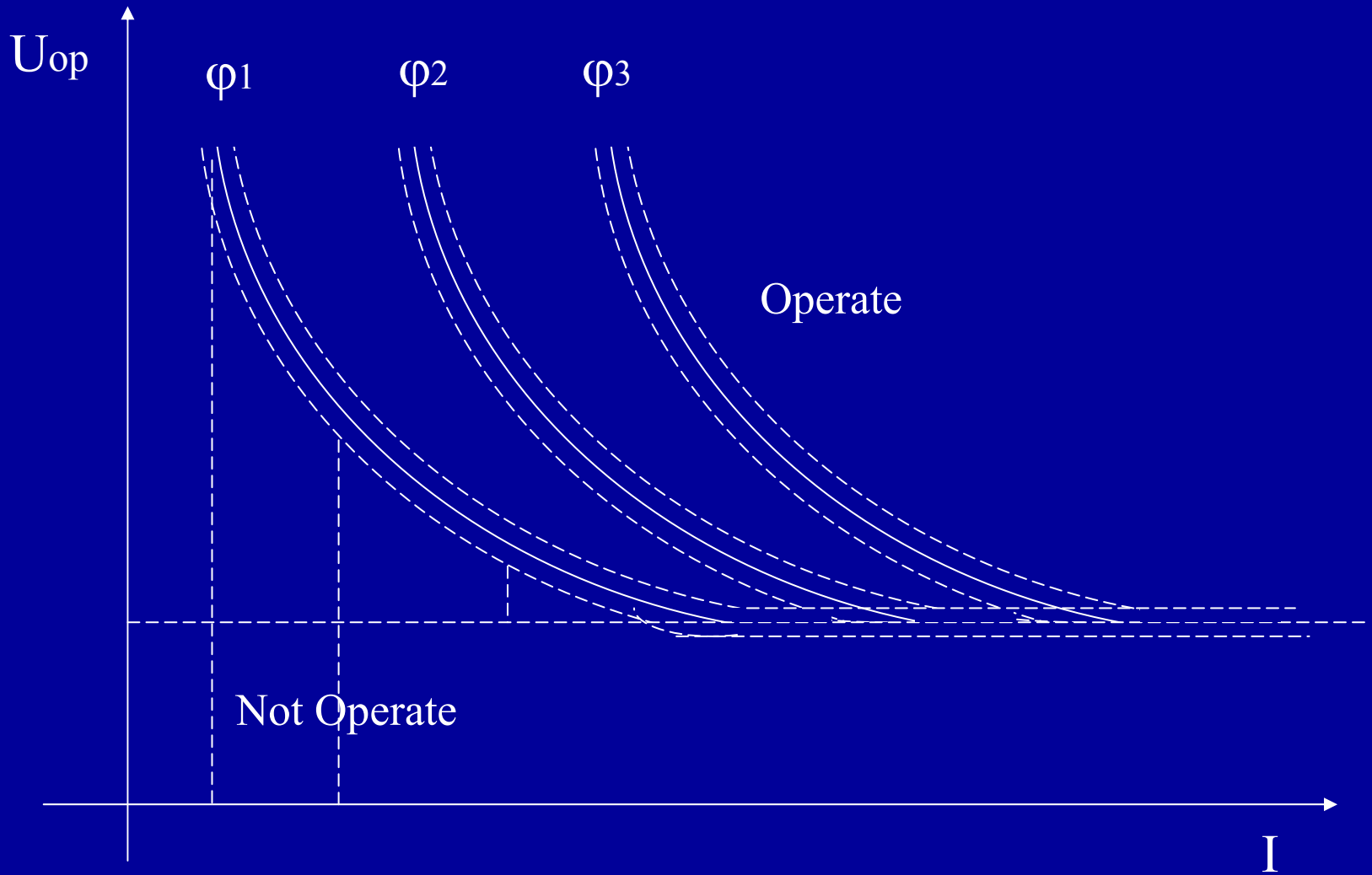


Oper. Char. of Direc. relay in polar system $\alpha = 30^\circ$

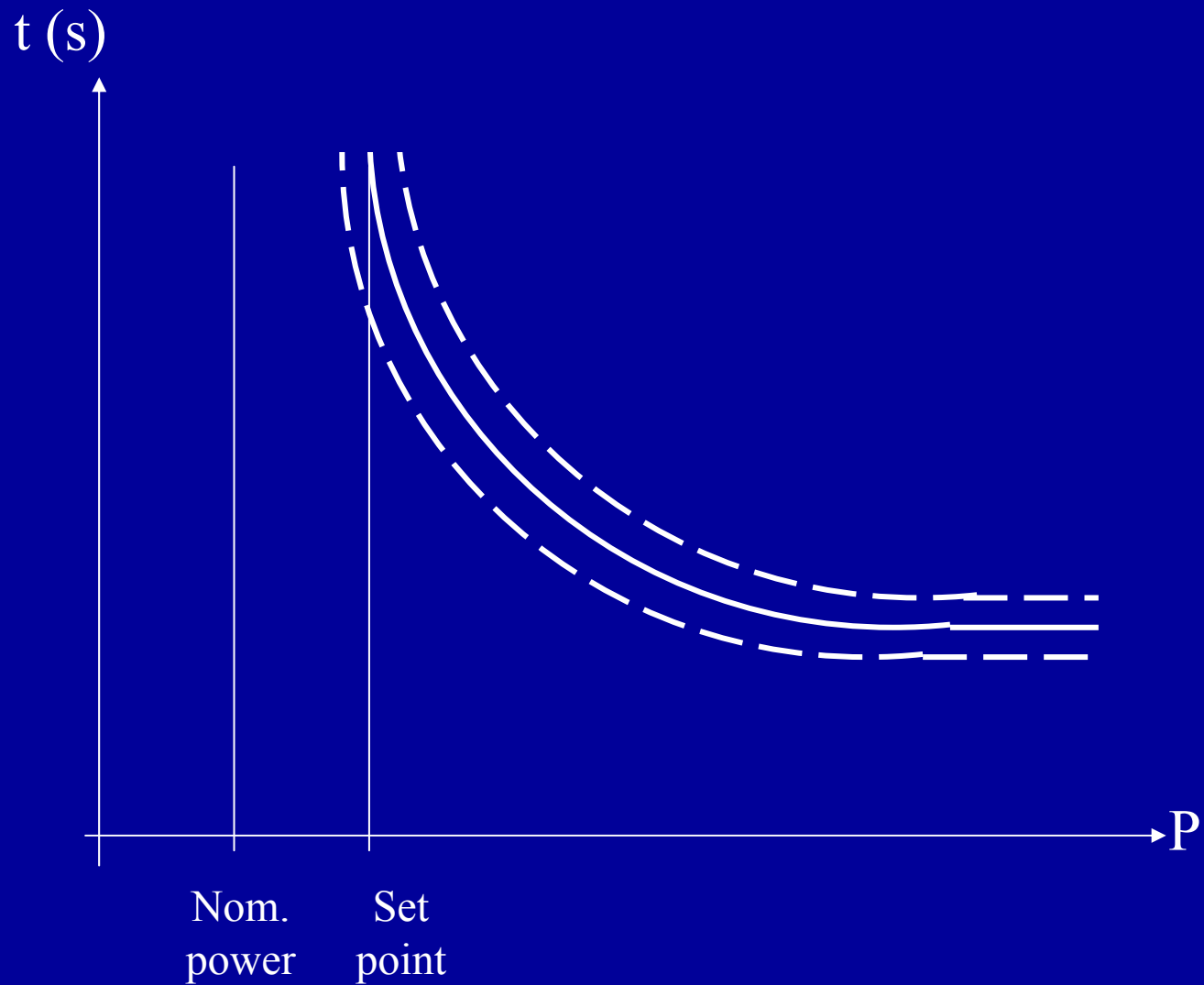


———— Error Boundary when 100% Reference value - - - - Error Boundary when $K1\%$ reference value

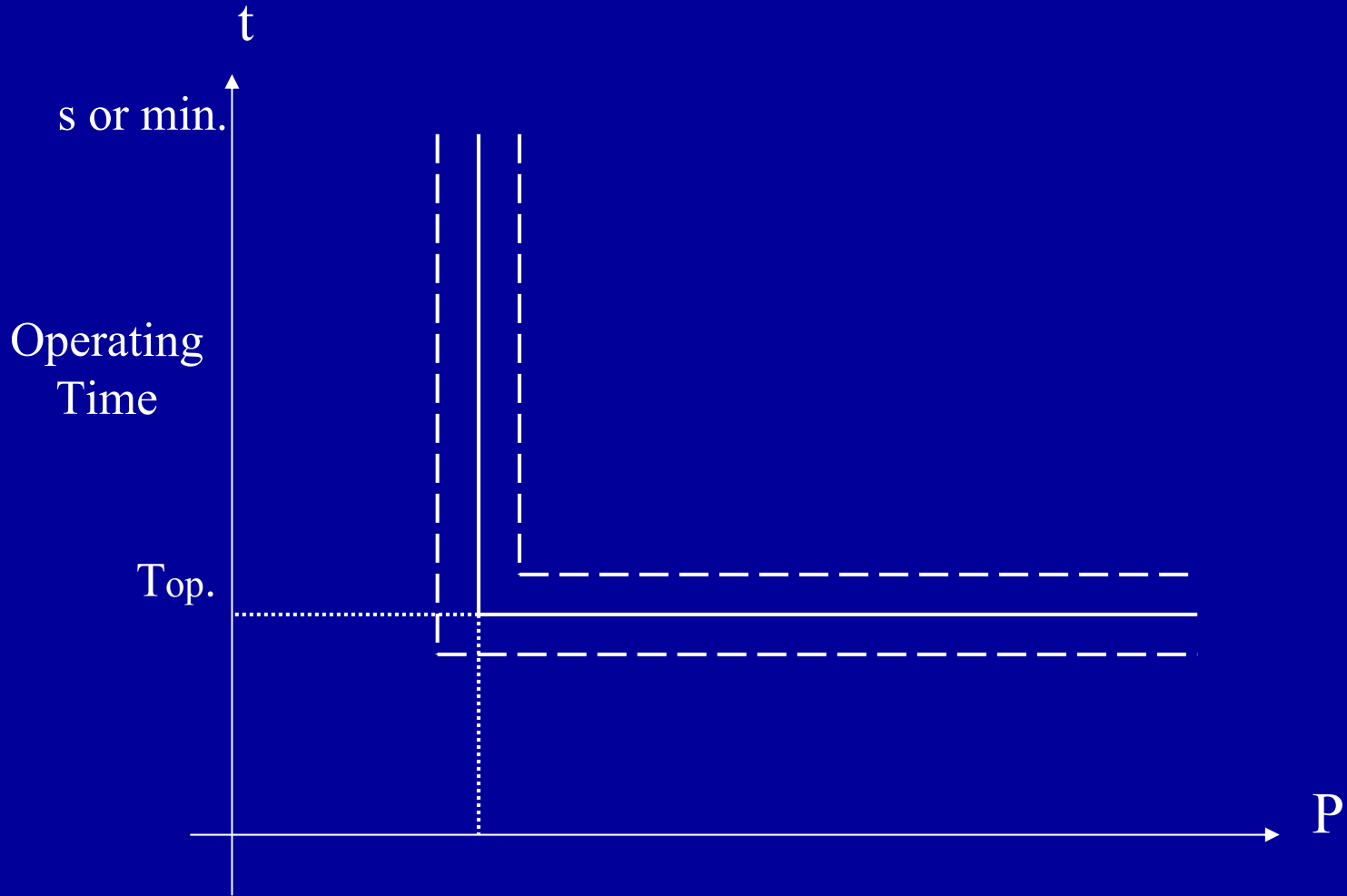
Operating Characteristics of Directional relay as $U_{op} = f(I)$



Time Characteristics of Directional relay



Time Characteristics of Directional relay



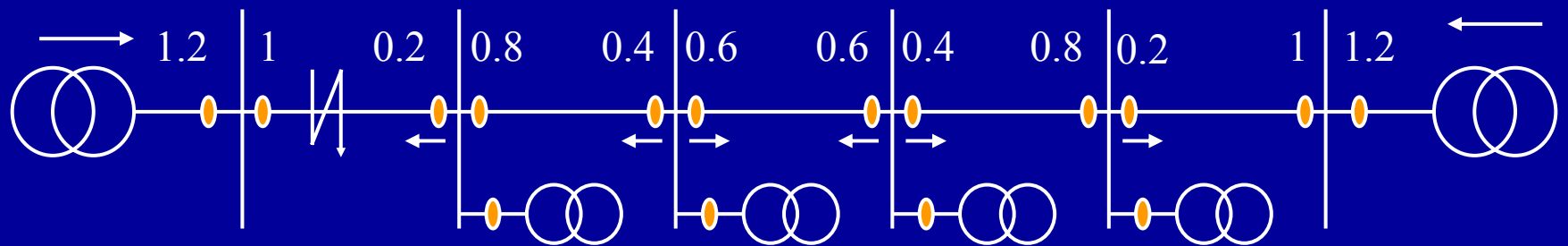
Distance Relays المرحلات المسافية

$L_{TL} \gg$ No of TL Supplies \gg Complex form Of TL \gg

Geographical & Natural Conditions become more Difficult

Probability of Faults becomes more & more

request the protective relays to have a high speed to eliminate the faults as quick as possible.



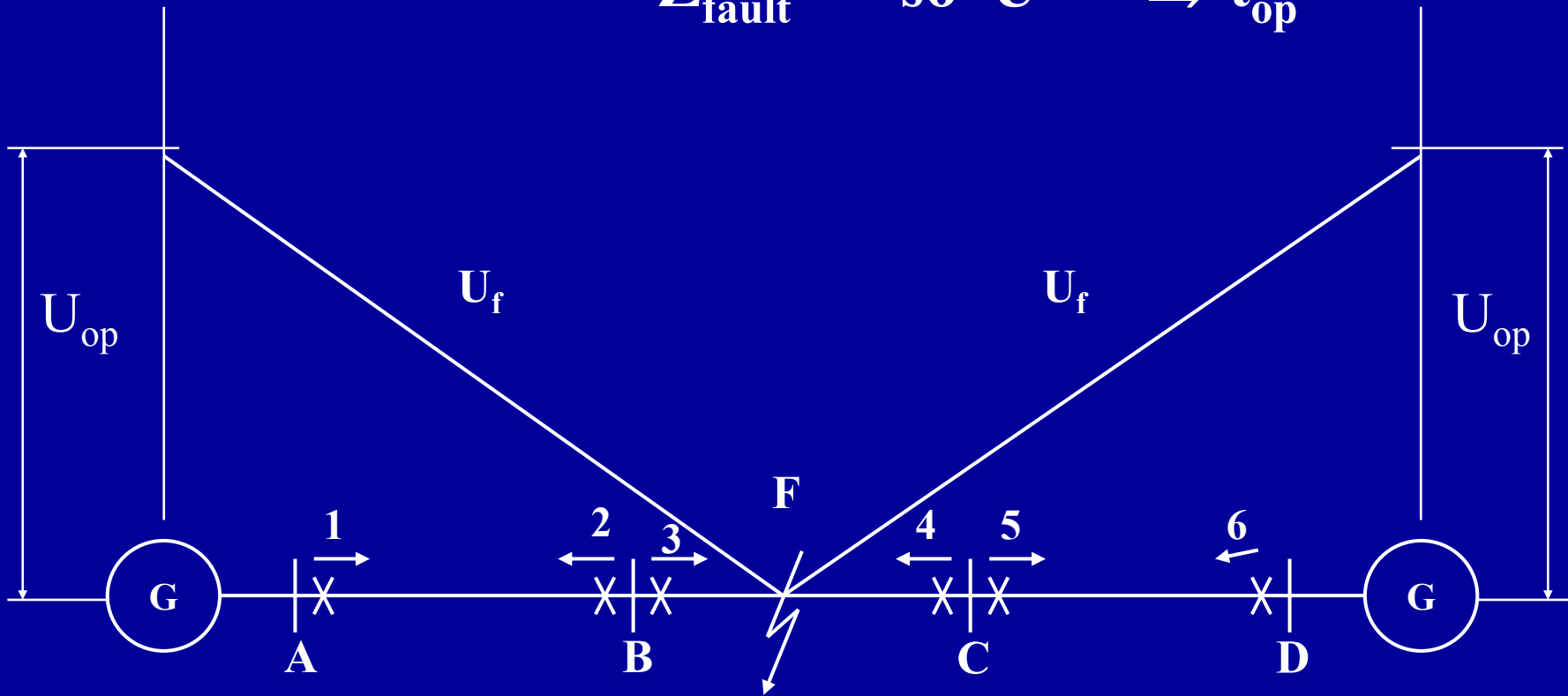
Solution: $t_{op} \ll$ as $L_{fault} \ll$

Distance Relays المرحلات المسافية

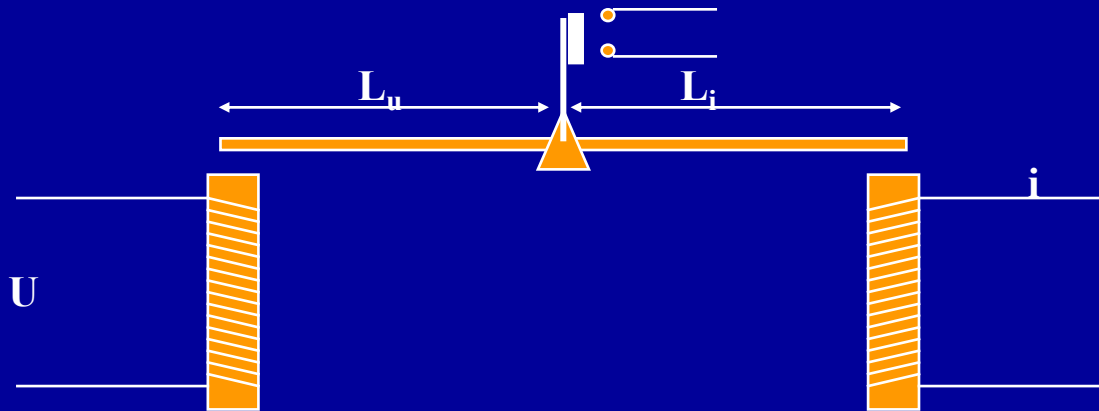
Old Criteria : $t_{op} \propto U$

Disadvantages:

- $U = f(Z_L, I_f) \Rightarrow t_{op} \gg$ as $I_f \gg$
- $Z_{fault} \gg$ so $U \gg \Rightarrow t_{op} \gg$



مبدأ عمل الحماية المسافية



$$u = c_{u1} U_{SC}$$

$$i = c_{i1} I_{SC}$$

$$F_u = c_{u2} u^2$$

$$F_i = c_{i2} i^2$$

$$F_u L_u = F_i L_i$$

$$c_u u^2 = c_i i^2$$

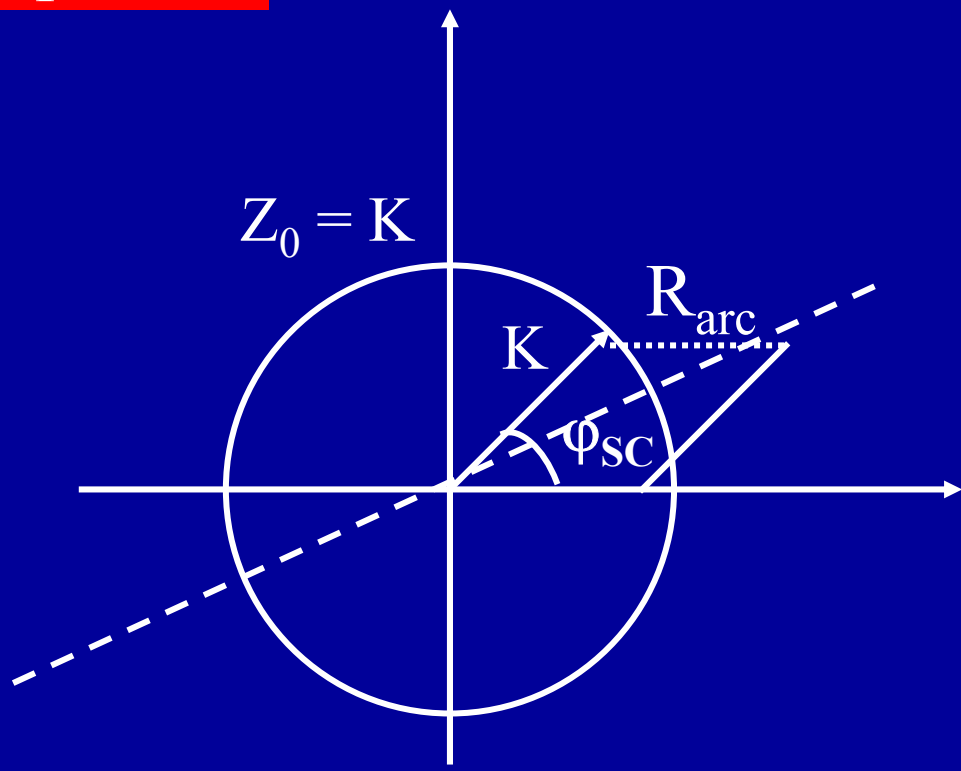
$$(u/i)^2 = c_i/c_u = k_1^2$$

$$u/I = c_{u1} U_{SC}/c_{i1} I_{SC} = c Z$$

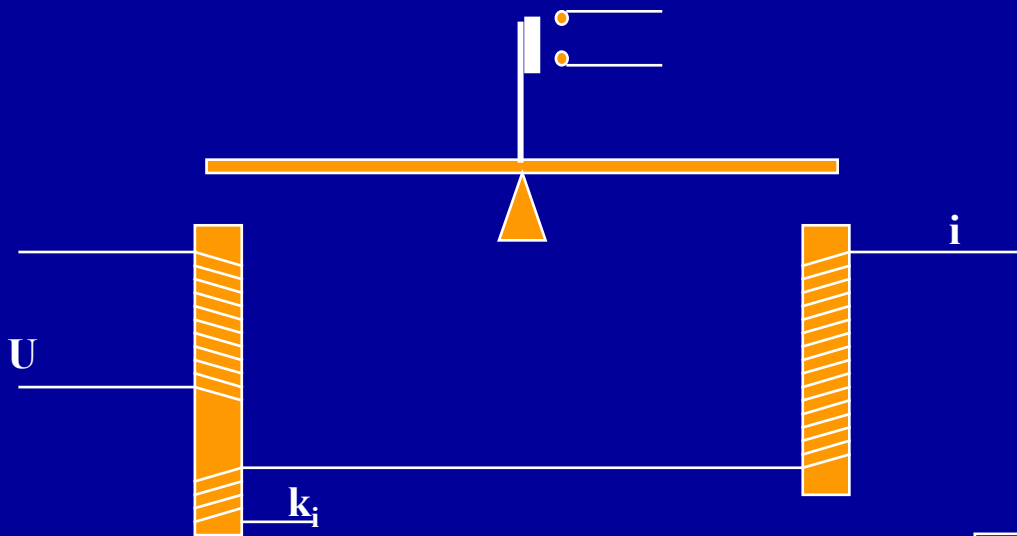
$$\mathbf{Z = k_1/c = K}$$

$$Z = k_1/c = K$$

$$R_2 + X_2 = K$$



مبدأ عمل الحماية المسافية



$$|u - k_i|^2 = i^2$$

$$z = u/i$$

It's a vector has ohm character

$$|z - k|^2 = 1$$

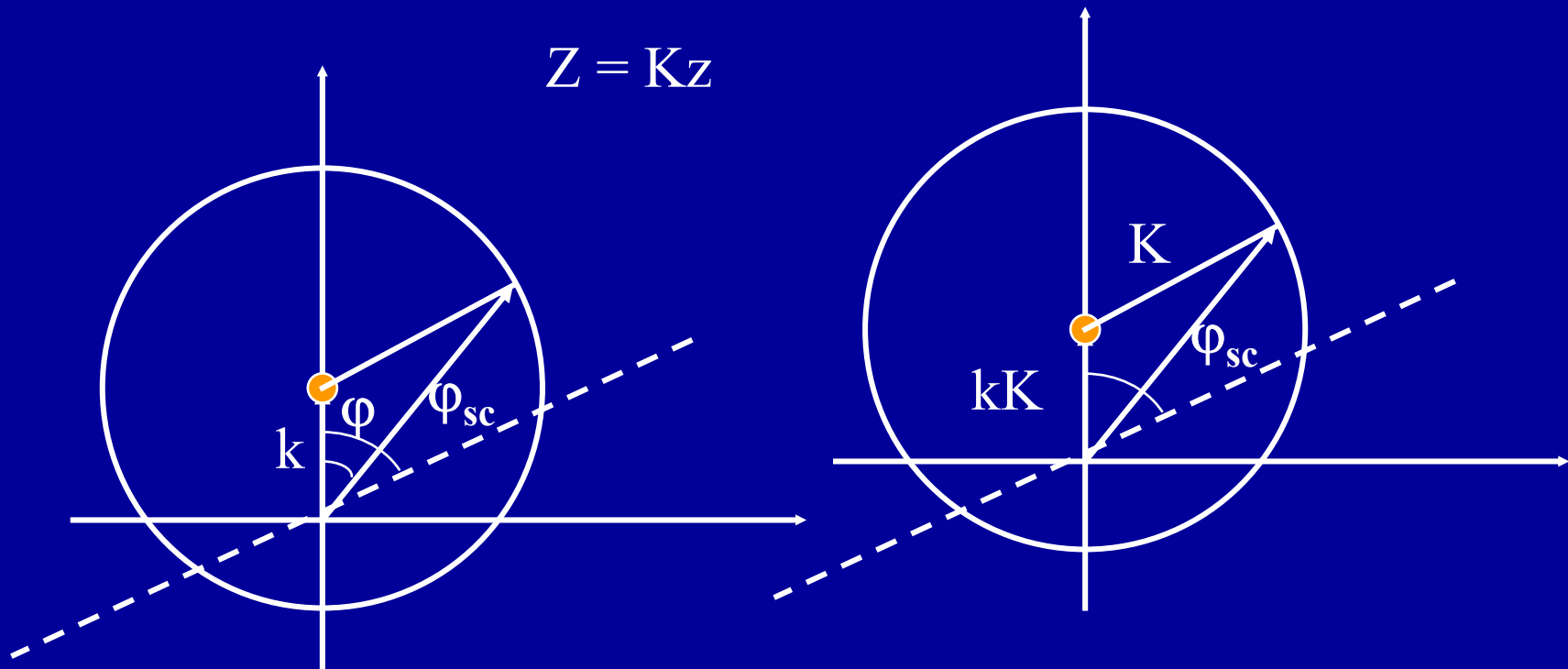
If the angle between k & z is φ then :

$$z^2 - 2zk \cos\varphi + k^2 = 1$$

$$z^2 - 2zk \cos\varphi + k^2 = 1$$

$$Z^2 - 2ZkK \cos\varphi + (kK)^2 = K^2$$

$$Z = Kz$$

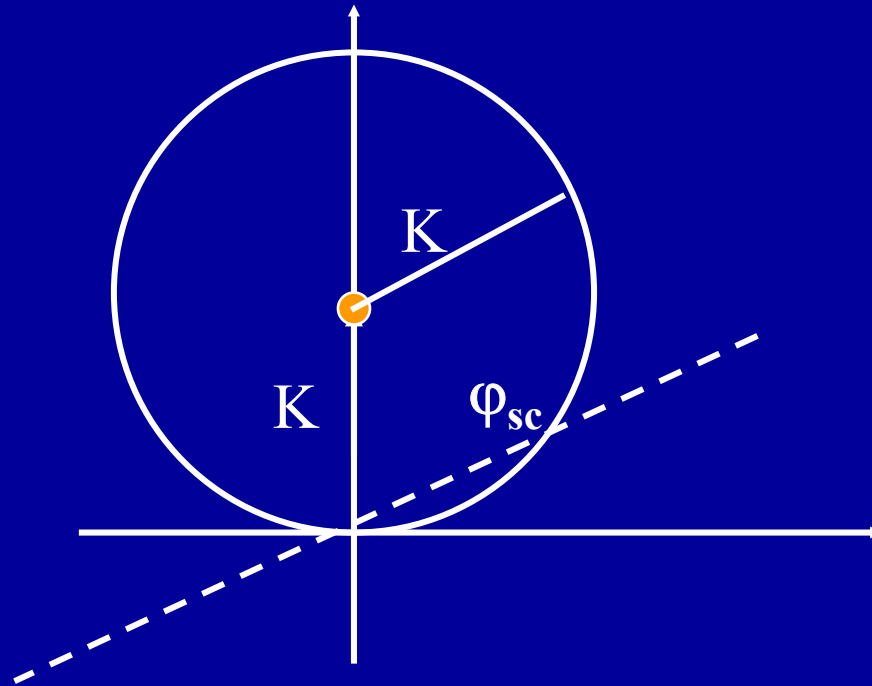


For $k = 1$

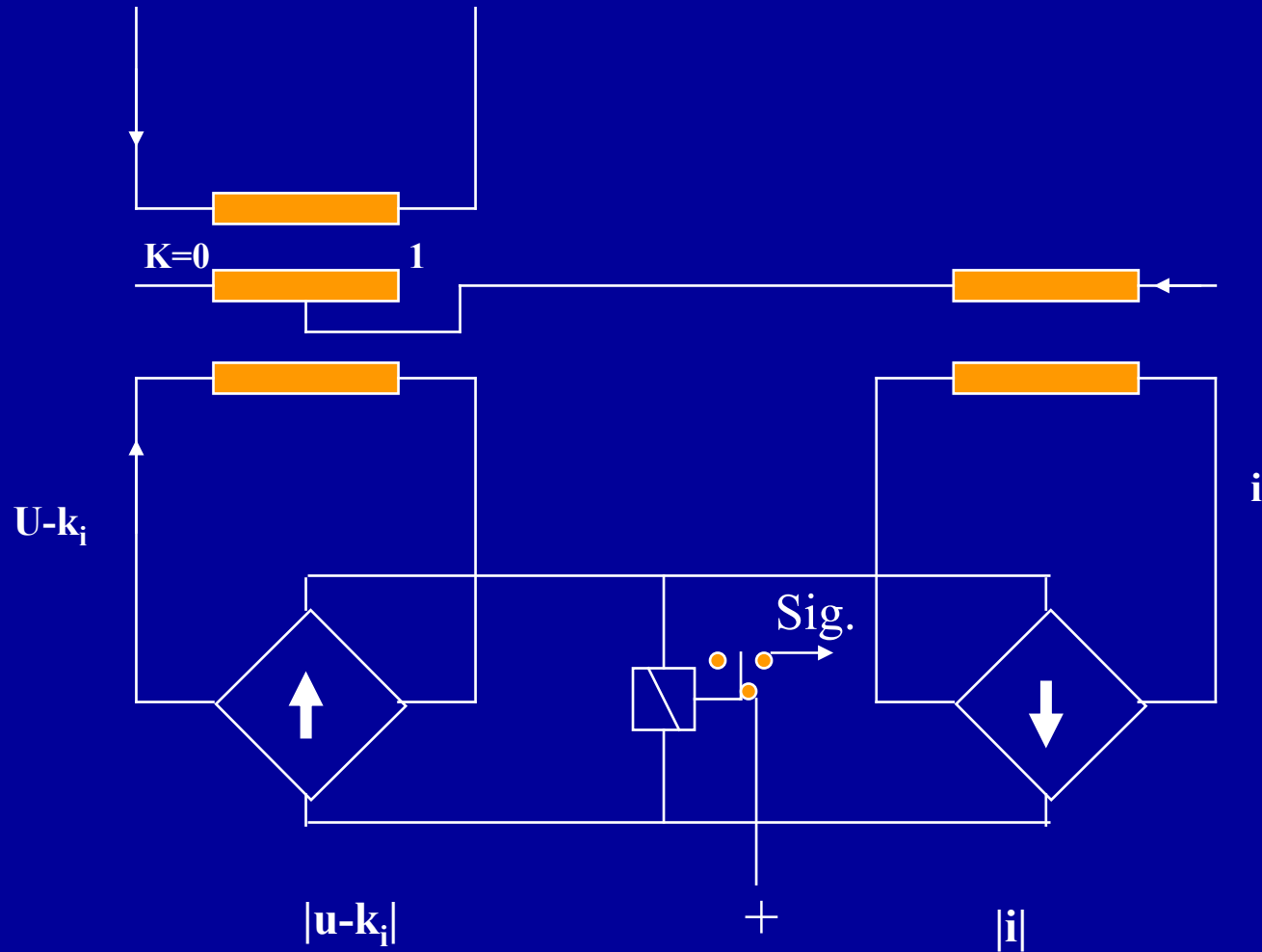
$$Z^2 - 2ZK \cos\phi + K^2 = K^2$$

تصبح الخصائص عبارة عن دائرة تمر بنقطة الأصل وهي تمثل خصائص

MOH Relay



مبدأ عمل الحماية المسافية



Distance Relays المرحلات المسافية

New Criteria : $t_{op} \propto (U, 1/I_f)$

$$t_{op} = K U / I_f = K Z_{line}$$

$$Z_{line} = Z_1 * L \quad \& \quad U = I * Z_1 * L$$

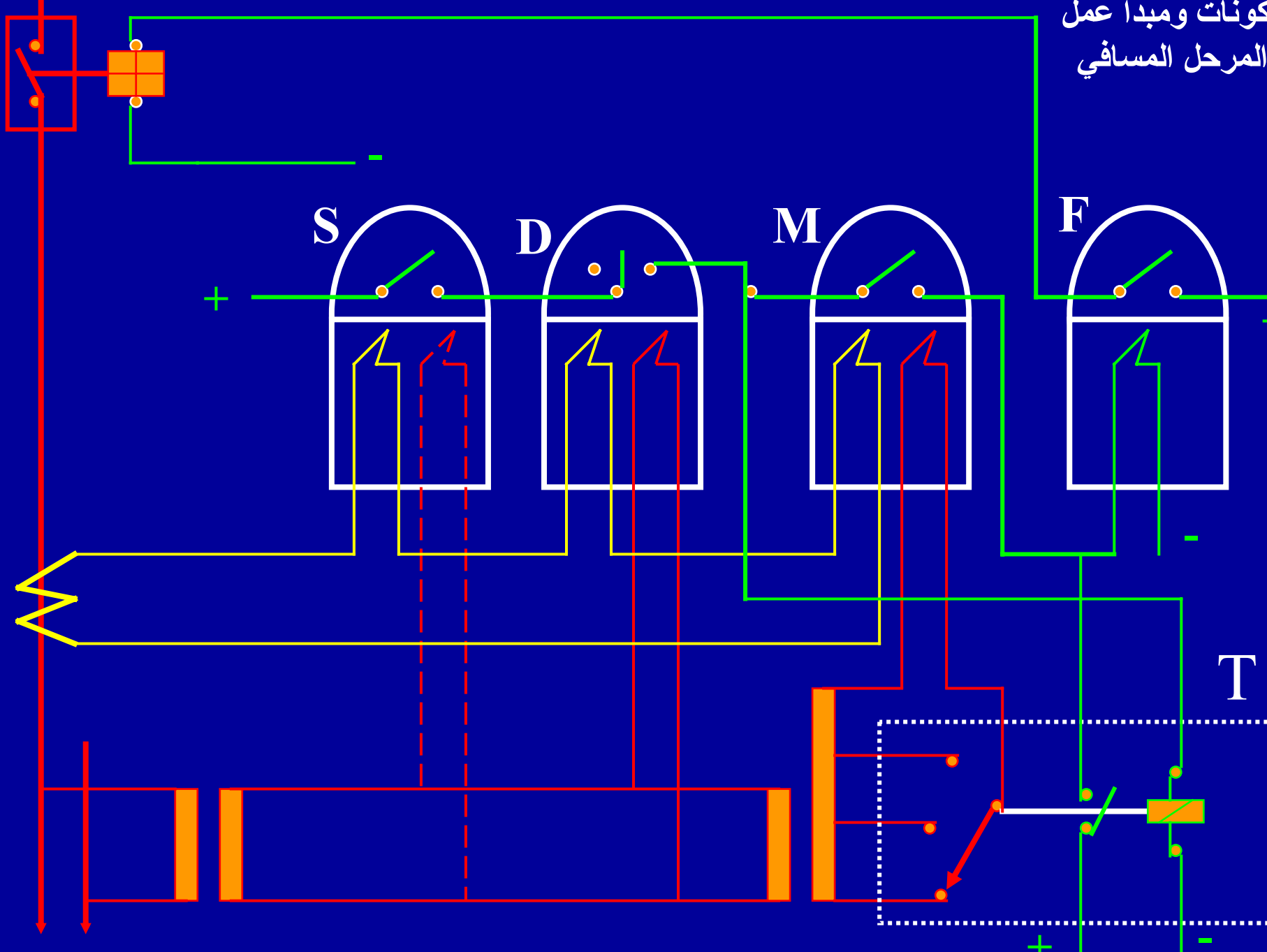
Impedance of
length unit

Voltage where the
Relay build in

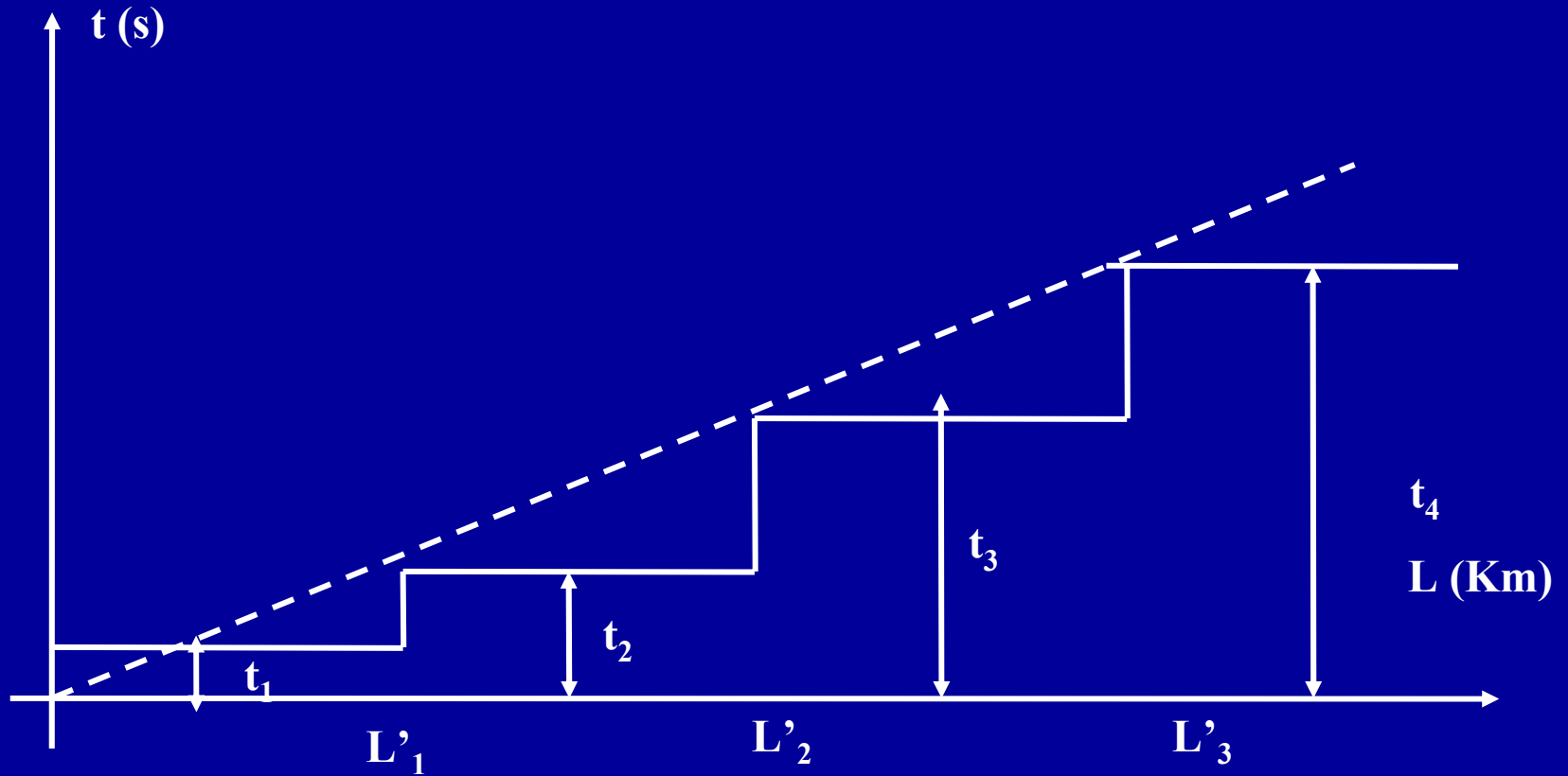
Distance
R - F

These Relays called : **Impedance** or **Distance** Relays

ككونات ومبدا عمل
المرحل المسافي



خصائص المرحلات المسافية



Distance Relays

المراحل المسافية

Operating Conditions $Z_{\text{line}} < Z_{\text{set}}$

$$U_{\text{tr}} \gg \& L_{\text{tr}} \gg$$



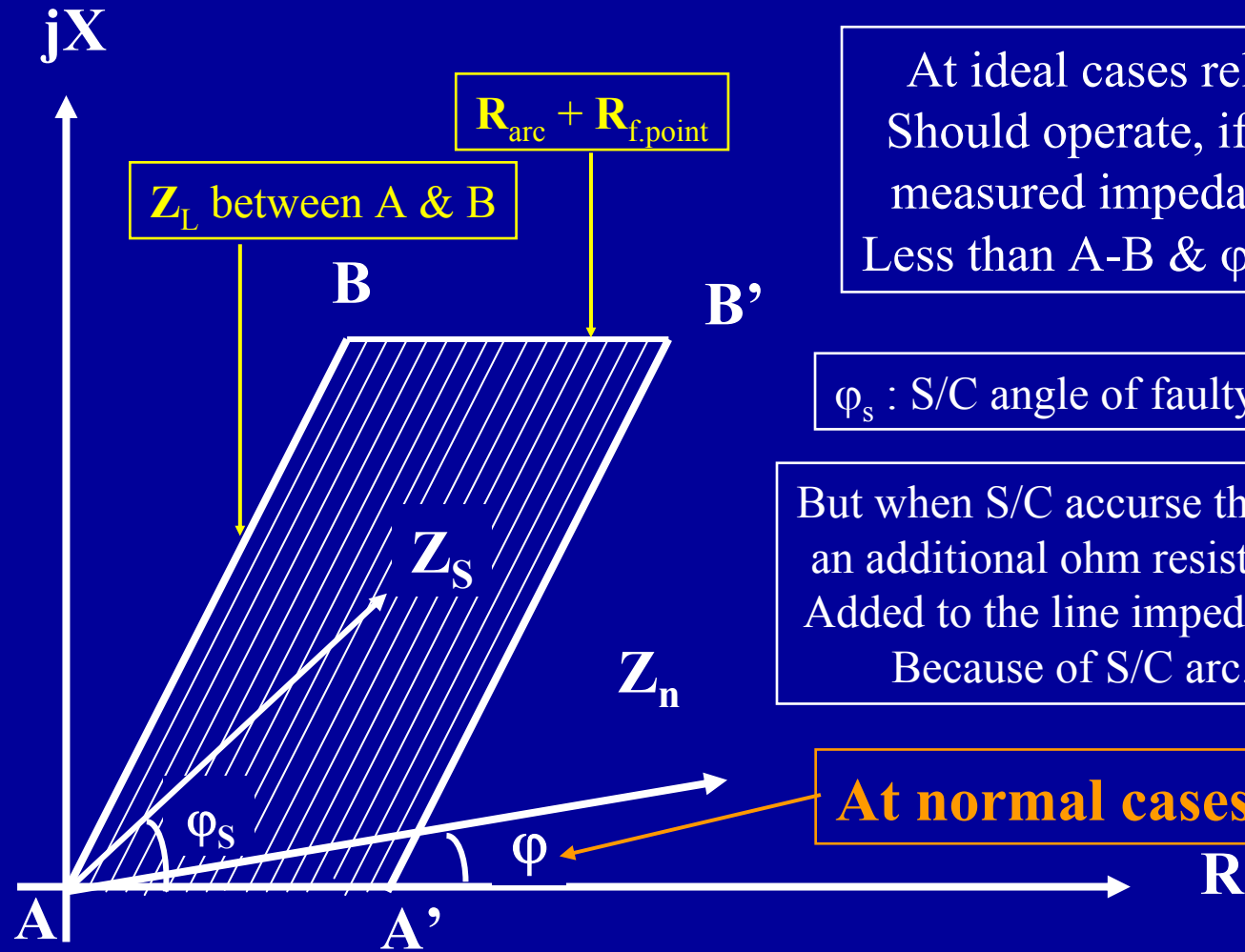
Protective Distance \gg

$$P_{\text{tr}} \gg \Rightarrow Z_{\text{nor. Cond.}} \text{ or } Z_{\text{O/L}} \leq Z_{\text{op}}$$

المراحل التي تعمل على مبدأ قياس القيمة المطلقة للمقاومة لم تعد قادرة على التفريق بين قصر الدارة في نهاية منطقة الإرساء والظروف الطبيعية أو ظروف الحمل لزائد.

Distance Relays

المراحل المسافية



At ideal cases relay Should operate, if the measured impedance Less than A-B & $\varphi \approx \varphi_s$

φ_s : S/C angle of faulty line.

But when S/C accurse there is an additional ohm resistance Added to the line impedance. Because of S/C arc.

At normal cases $\varphi \approx 0$

To be relay operated correctly for any fault happened a long A - B it should has the characteristics above.

لذا أصبح من الواجب على جهاز الحماية المسافية أن يعمل لا بمجرد إحساسه بنقصان قيمة المقاومة فحسب، بل ويجب أن يتحسس زاوية ميل الممانعة التي يقيس.

Distance Relays

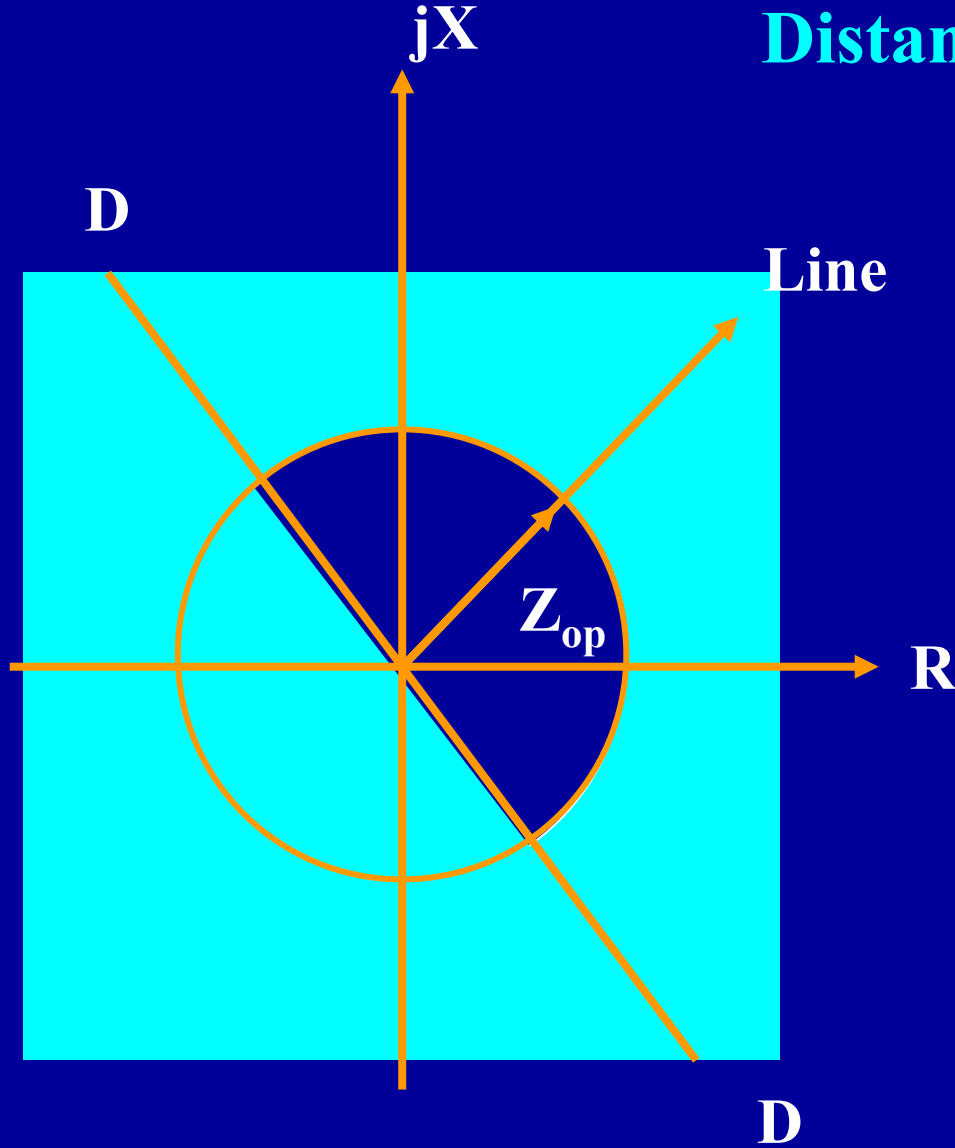
المرحلات المسافية

ظراً لاختلاف الزاوية بين الفولطية والتيار فهناك إمكانية لاختلاف قيمة مقاومة الناقل المقاسة، وعليه يتم تصنيف أجهزة الوقاية المسافية:

المقاومة التي يقيسها الجهاز	اسم الجهاز
$U_s/I_s = Z_s$	Impedance
$U_s/I_s \cos\varphi_s = Z_s \cos\varphi_s = R_s$	Resistive
$U_s/I_s \sin\varphi_s = Z_s \sin\varphi_s = X_s$	Reactance
$I_s/U_s = 1/Z_s = Y_s$	Admittance
$I_s/U_s \cos\varphi_s = Y_s \cos\varphi_s = G$	Conductance
$I_s/U_s \sin\varphi_s = Y_s \sin\varphi_s = B$	Suseptance

Distance Relays

لمرحلات المسافية



أبسط أنواع هذه الأجهزة هو

(Impedance Relays)

لأنها علاقة بين فولتية والتيار
ولا علاقة لها بالزاوية بينهما.

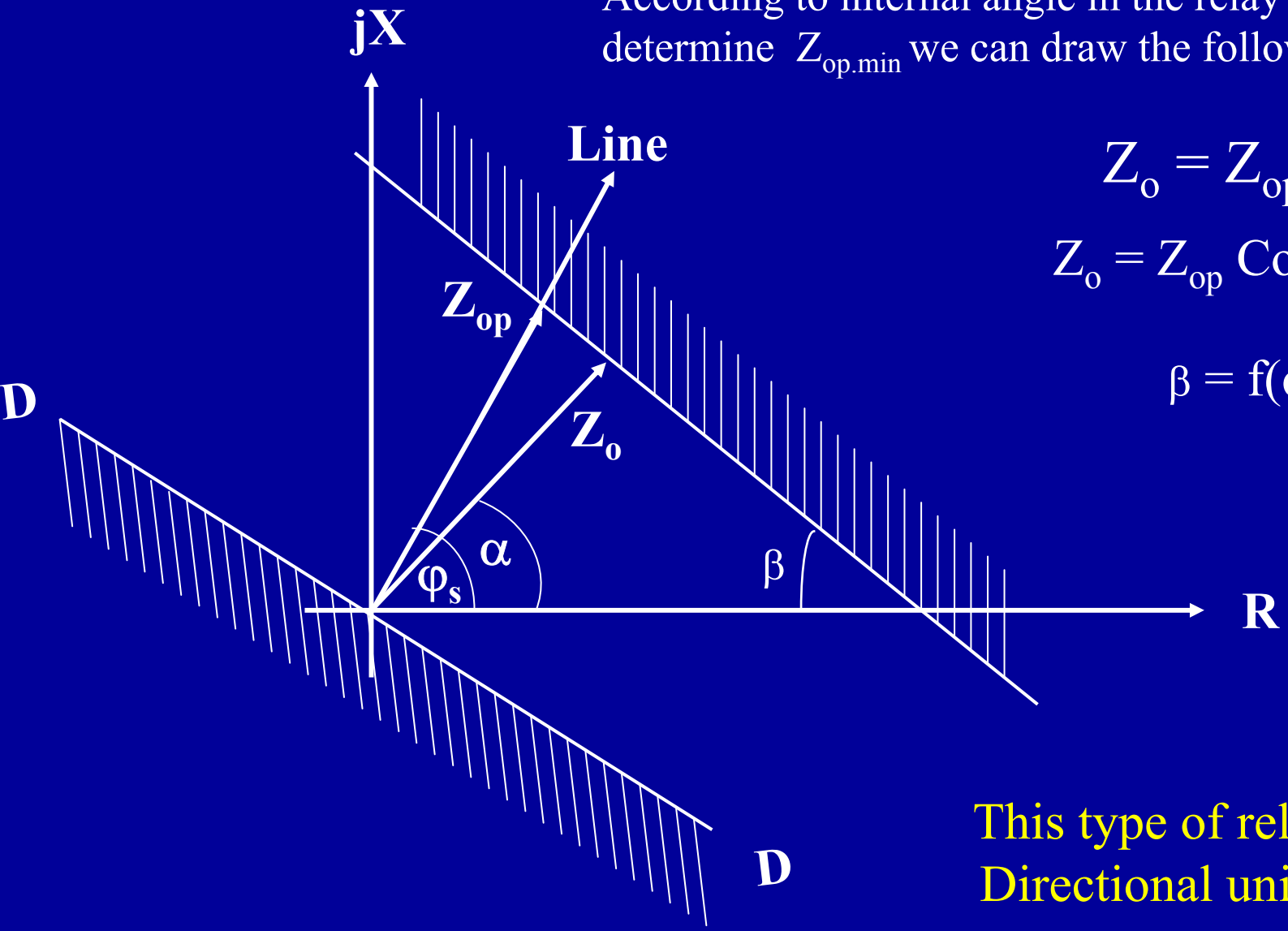
$$Z_{op} = \text{const.}$$

If $Z < Z_{op}$ Relay will Operate

Because of Z not $f(\phi)$ so
This type of relay need
Directional unit, D - D

Making new reconections on the relay terminals,
the circle can Be moved left, up, right or down.

According to internal angle in the relay (α) Which determine $Z_{op.min}$ we can draw the following char



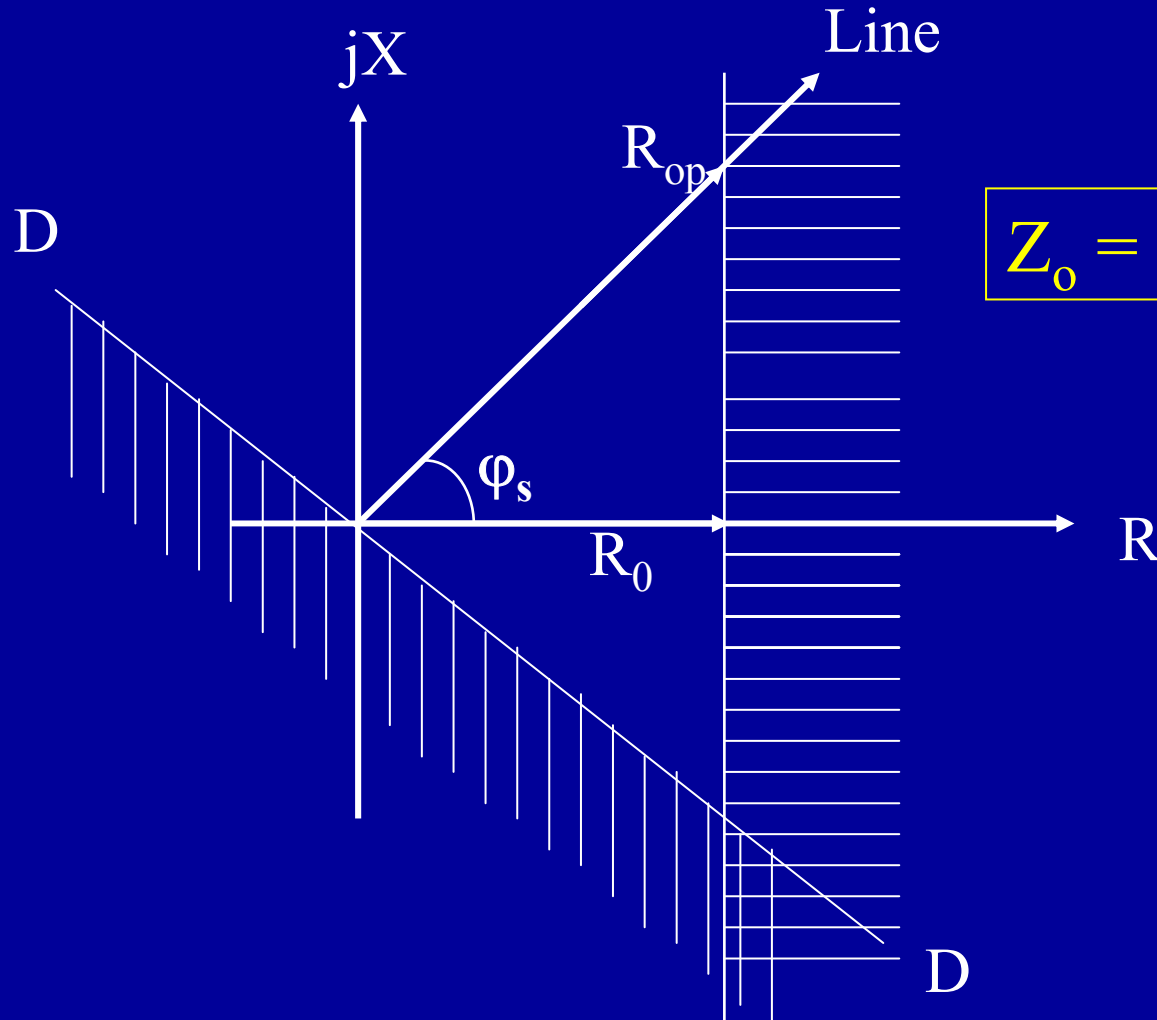
$$Z_o = Z_{op \min}$$

$$Z_o = Z_{op} \cos(\varphi_s - \alpha)$$

$$\beta = f(\alpha)$$

This type of relay need Directional unit, D - D

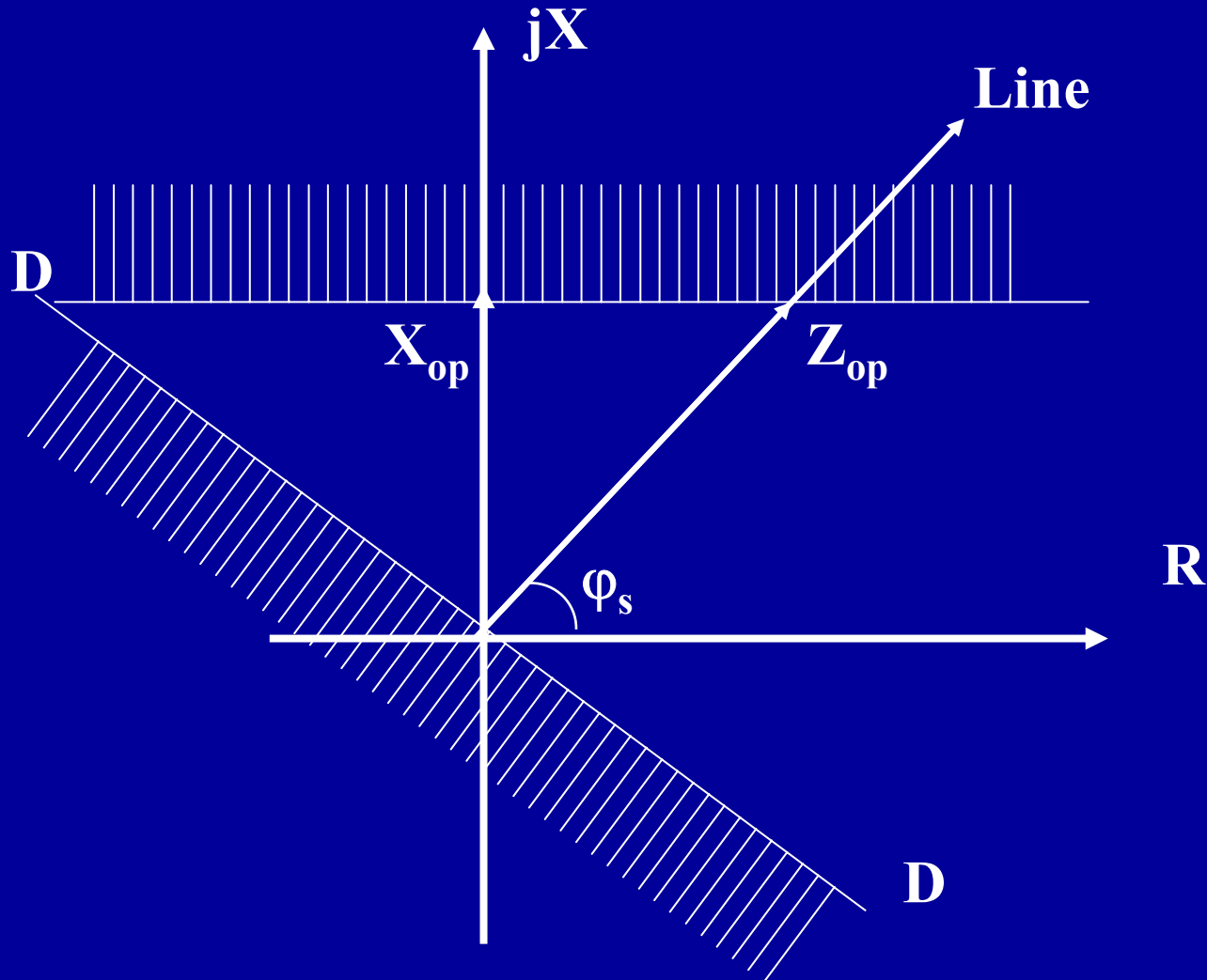
Changing internal angle (α)
 We'll obtained deferent
 Kinds Of Characteristics



For $\alpha = 0$

$$Z_0 = Z_{op} \cos \varphi_s = R_{op} = \text{const}$$

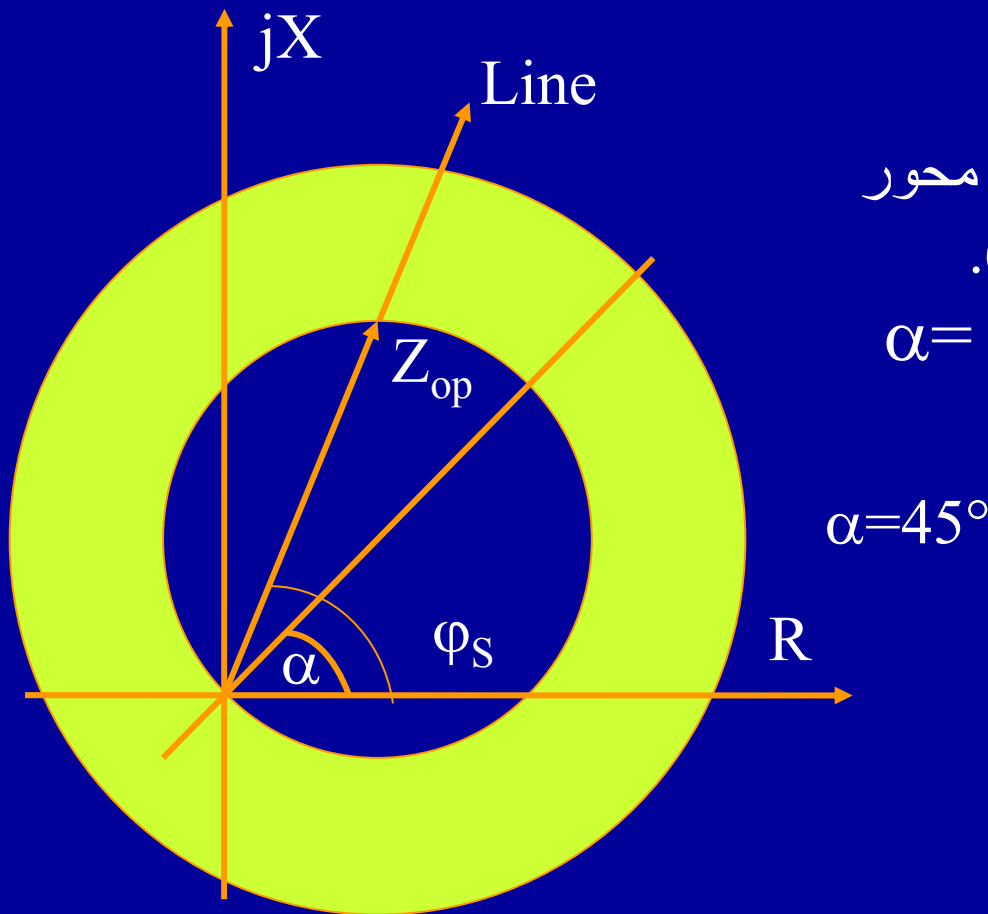
$$\alpha = 90 \Rightarrow Z_o = Z_{op} \sin \varphi_s = X_{op} = \text{const}$$



MHO Relays

من الأجهزة التي تعمل على مبدأ قياس الموصلية وجدت تطبيقات واسعة إذ يمكن جعل العزم المحرك يتناسب حسب العلاقة :

$$1/Z_{op} * (\cos(\phi_s - \alpha))$$



هذه العلاقة هي دائرة قطرها يصنع مع محور الإحداثيات الحقيقي زاوية مقدارها (α) . وقد رسمت هنا على سبيل المثال $\alpha=45^\circ$

No need directional unit
for this type of relays
This Relay Called MHO
Relay as an Opposite of
OHM Relays.

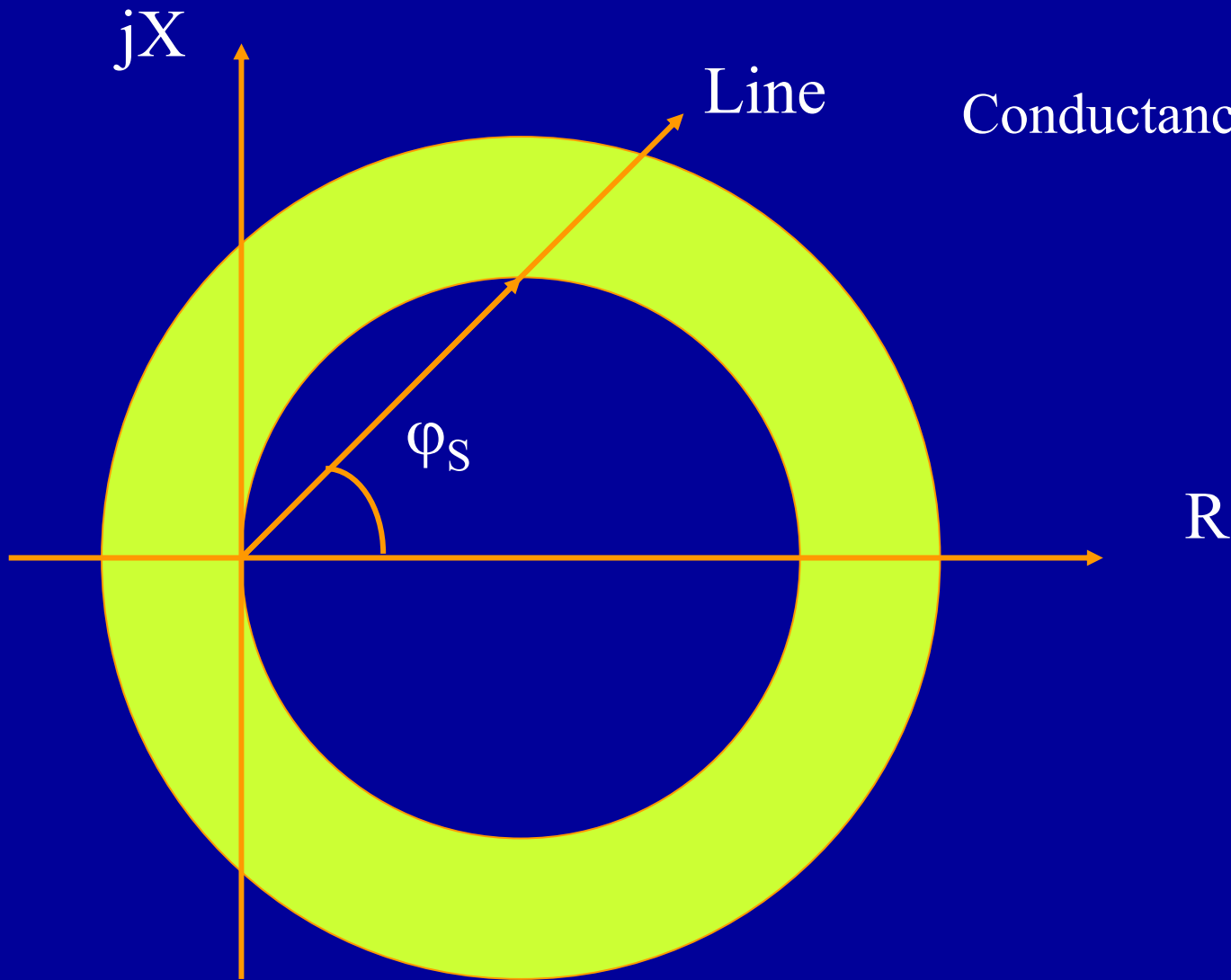
Relay will operate when $Z < Z_{op}$

MHO Relays

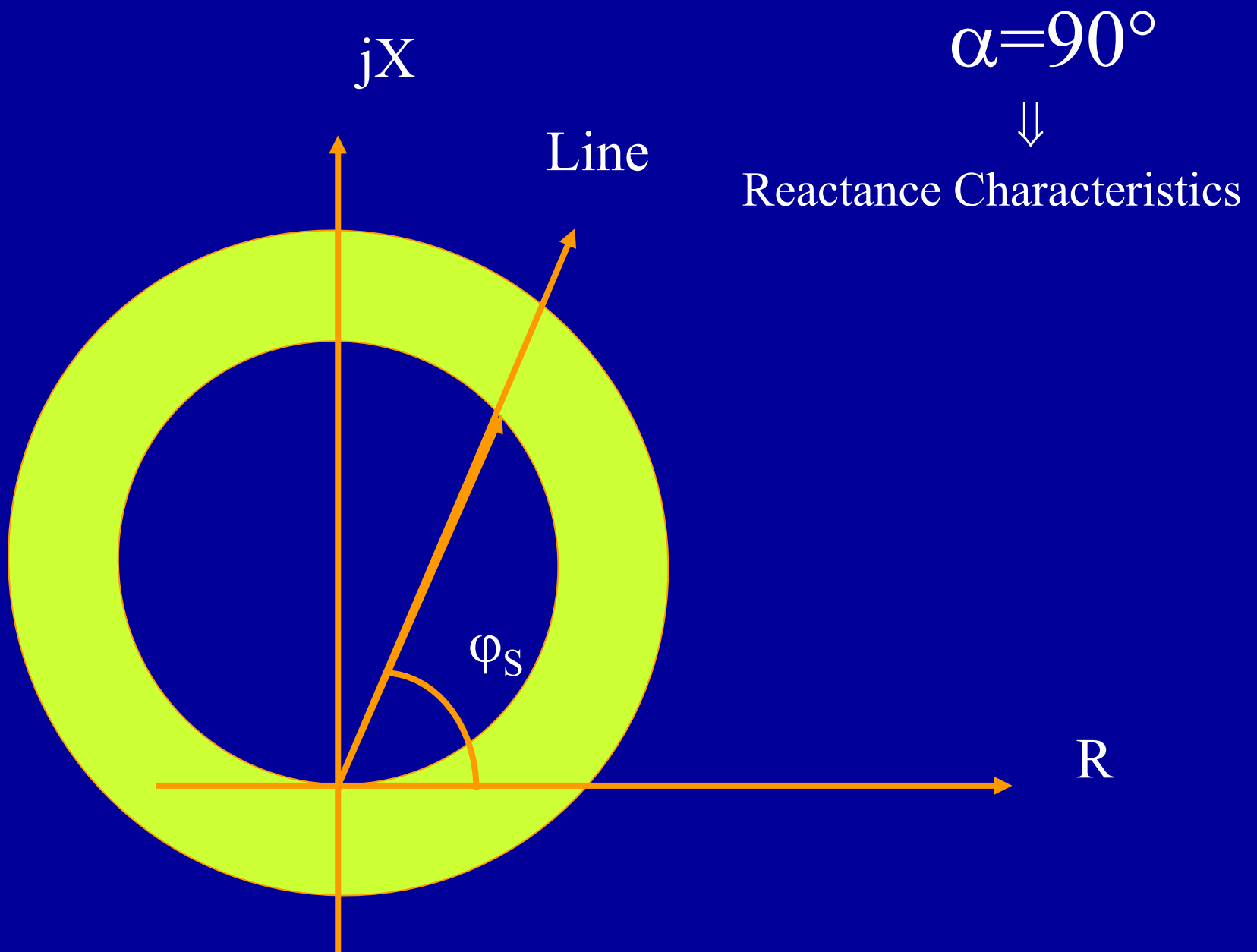
$$\alpha = 0^\circ$$



Conductance Characteristics

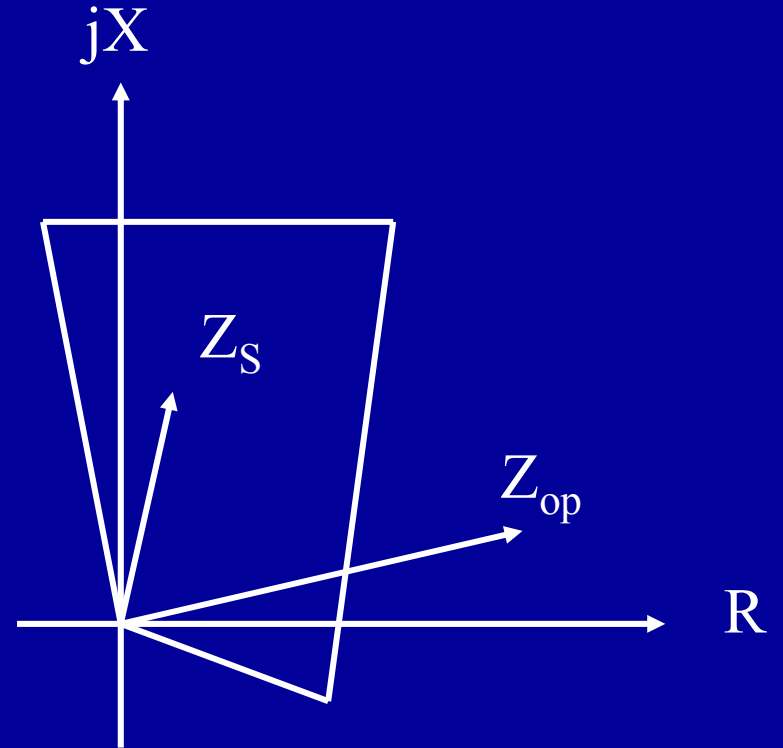
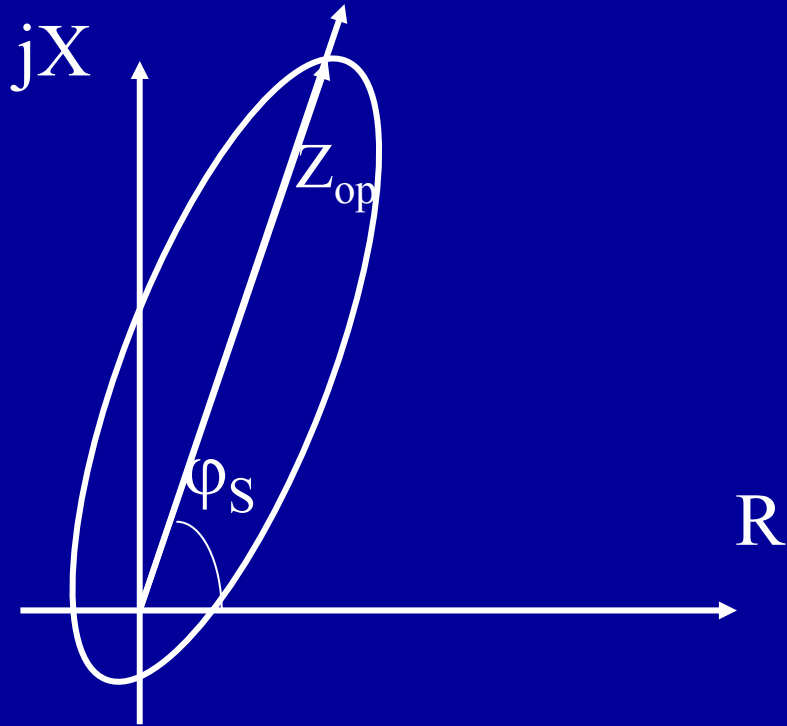


MHO Relays



MHO Relays

يهدف تحسين خصائص أجهزة الحماية وتقريبها من الوضع المثالي،
م إنتاج مرحلات بخصائص كما في الأشكال التالية:



أثر مقاومة القوس الكهربائي على عمل وحدة القياس في جهاز الحماية

سبب المواصفات الإنجليزية، تقدر قيمة مقاومة القوس الكهربائي بـ

$$R_a = 28700/(I^{1.4}) \Omega/m$$

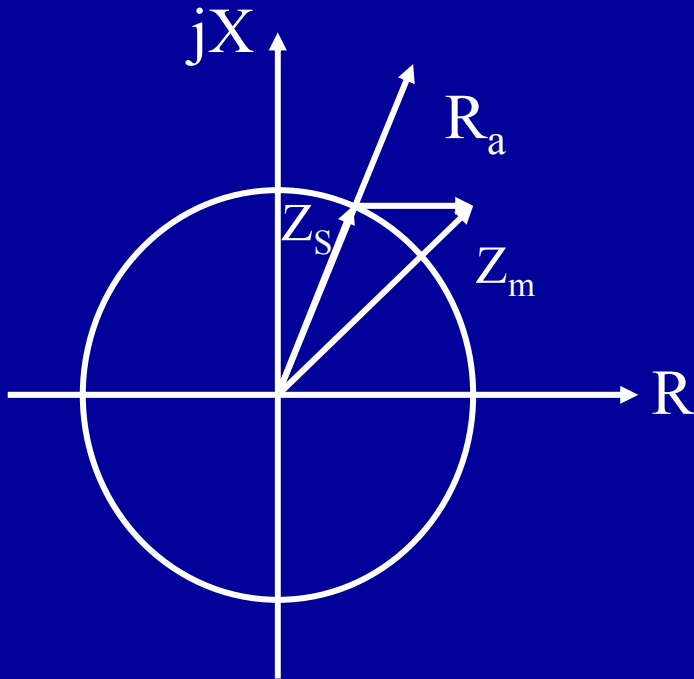
بالأخذ بعين الاعتبار المسافات بين نواقل خطوط النقل وقيمة تيار القصر،

فإن مقاومة القوس تقع في الحدود $(0.5 - 5) \Omega$

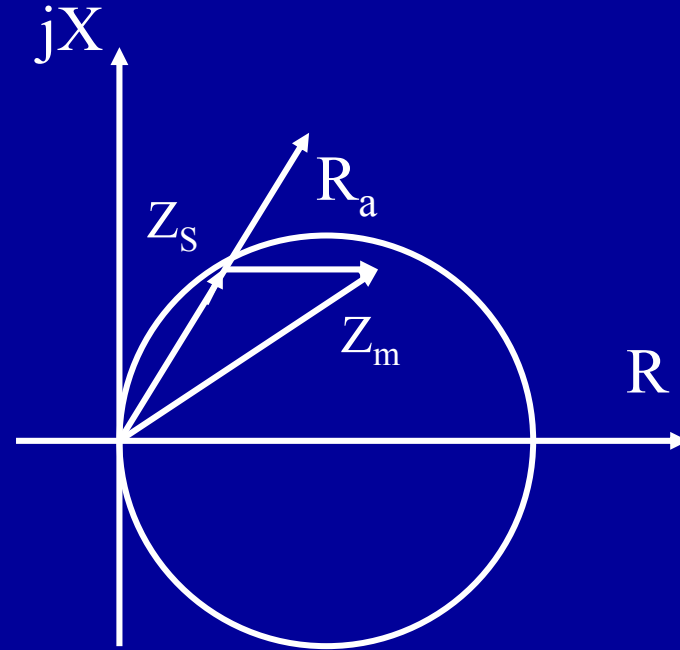
وعند وصل طور مع الأرض فتصل في أسوأ الظروف إلى $(5 - 50) \Omega$

وهذه المقاومة ذات طابع أومي ، حيث تظهر عند القصر كمقاومة إضافية إلى مقاومة الناقل وبالتالي يكون تقدير المرحل للمسافة خاطئاً. ويختلف أثرها باختلاف الخصائص التي يعمل عندها المرحل

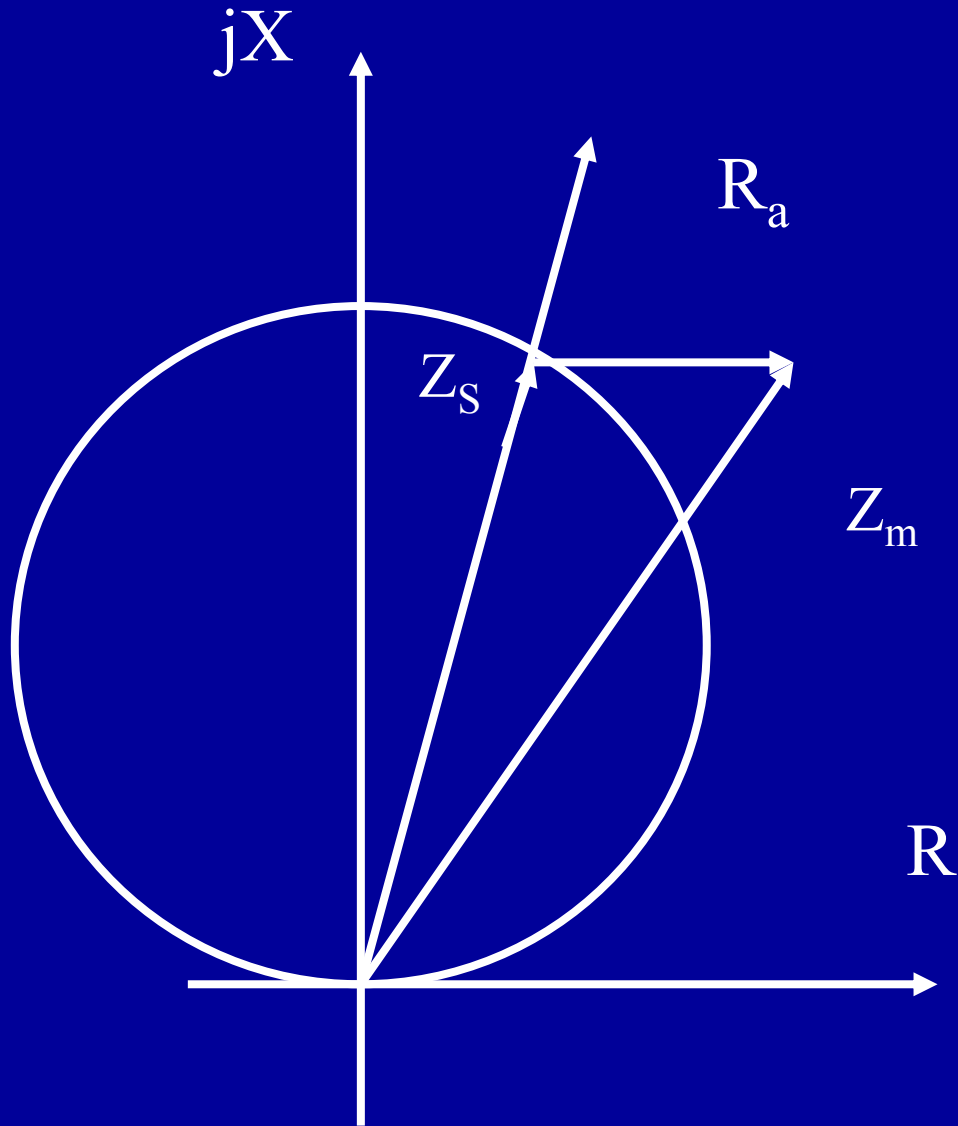
For Impedance Relays



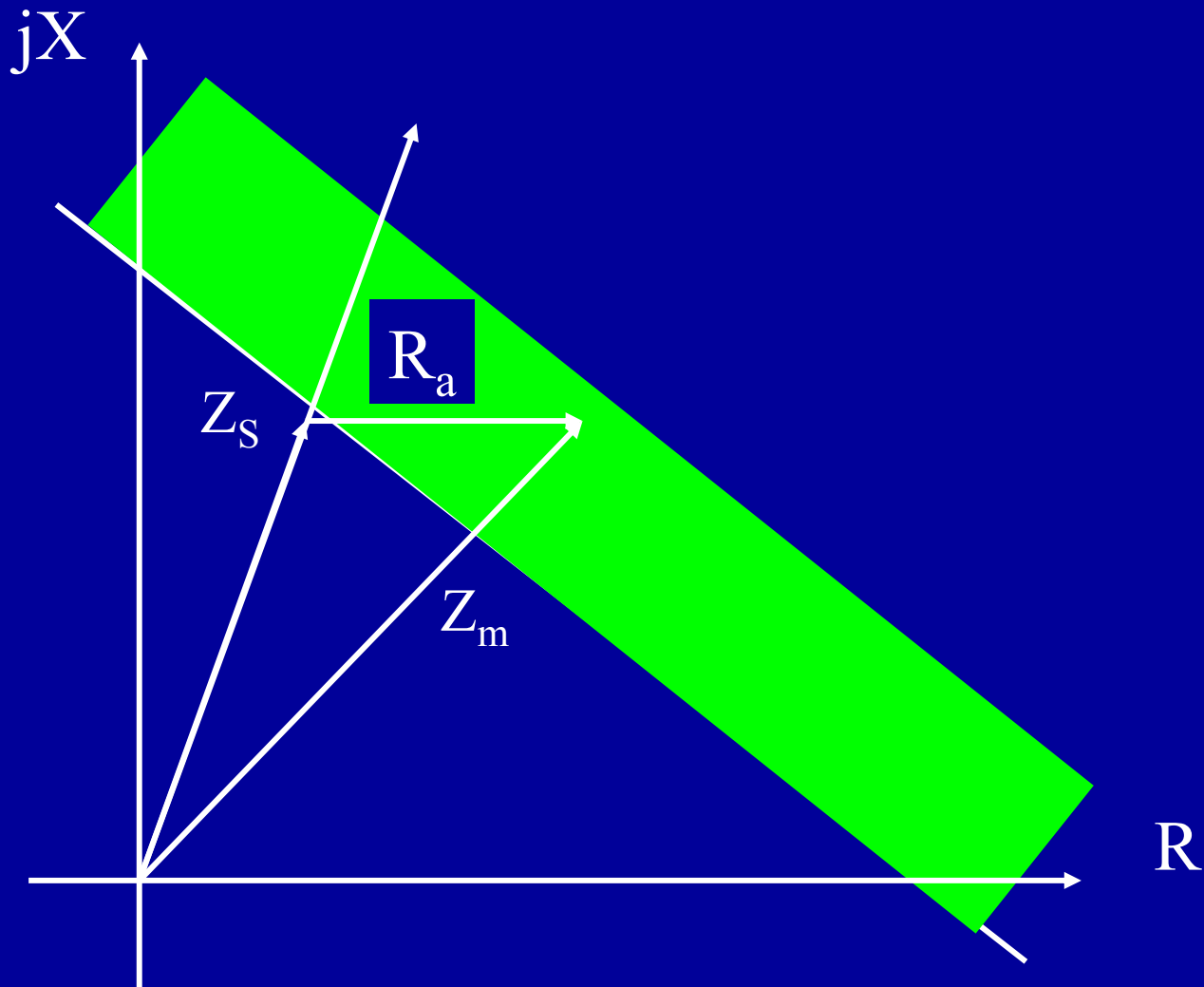
For MHO Relays (R)



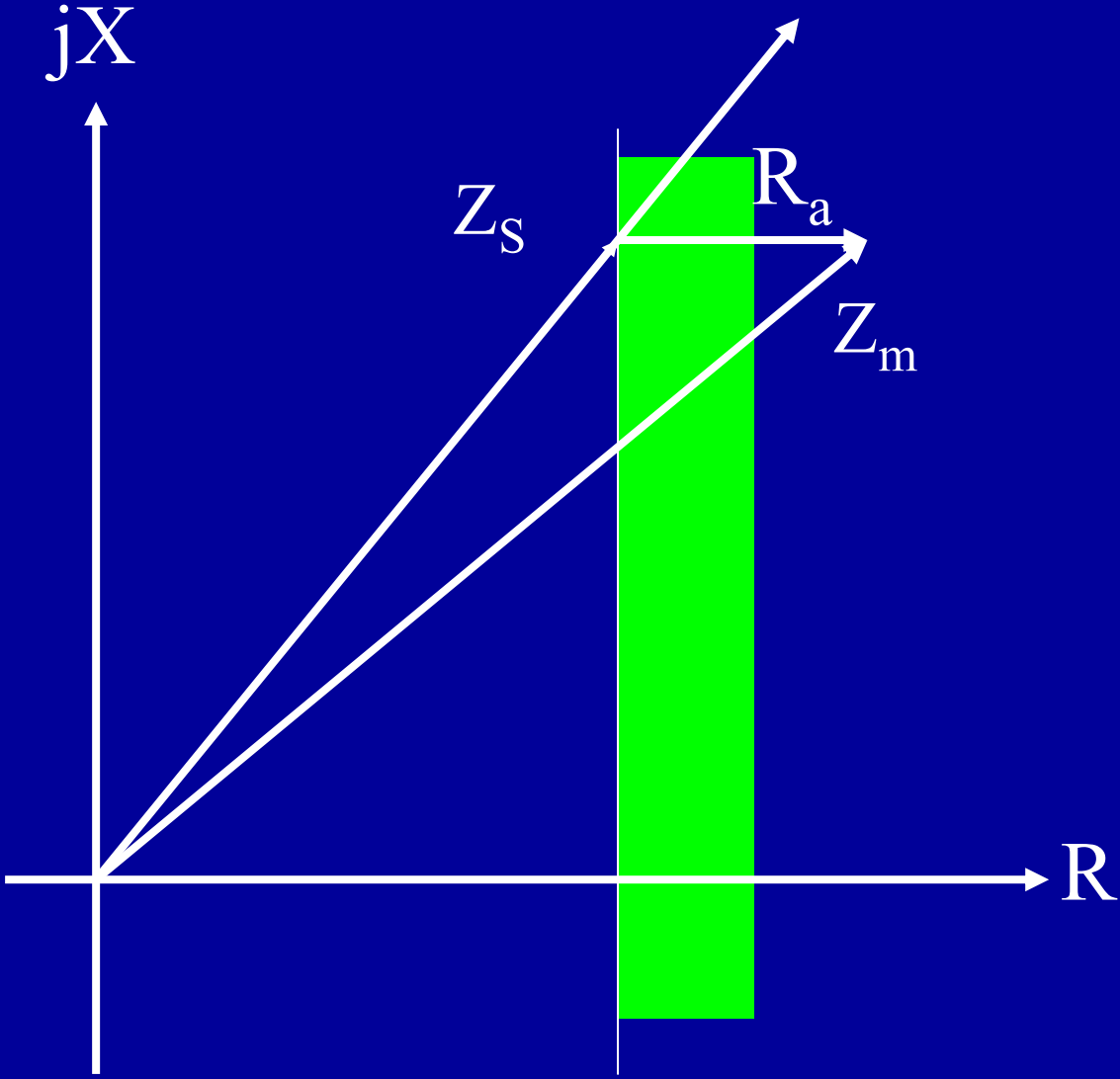
For MHO Relays (X)



Impedance Relays



Resistance Relays



Inductance Relays

