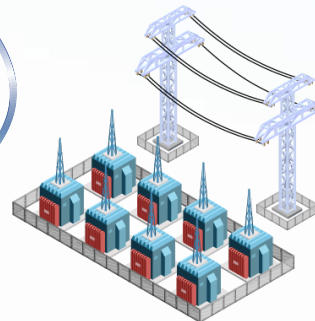


# 影响距离保护



## 正确动作的因素及防止方法





## 2.系统振荡对距离保护的影响



### 问题的引出

电力系统振荡是指并列运行的系统或发电厂之间失去了同步。

电力系统振荡只是电力系统的一种不正常运行方式，保护不应该动作。



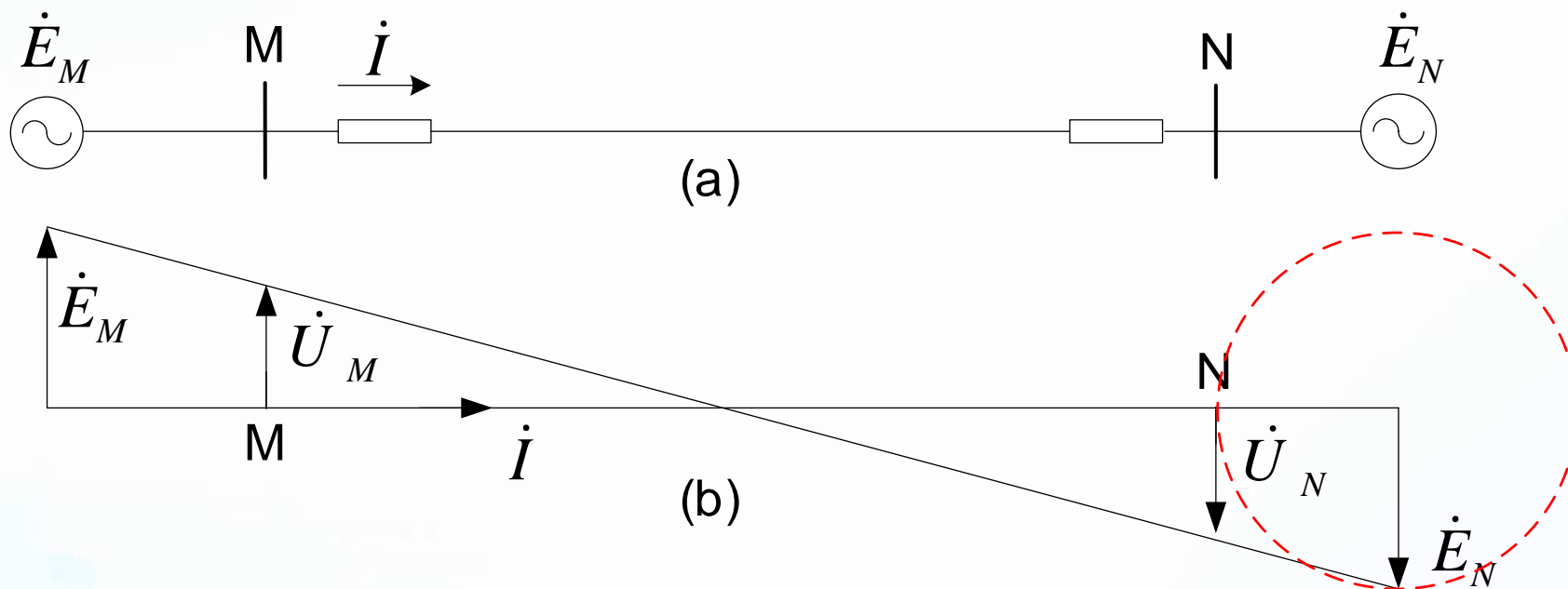


## 2. 系统振荡对距离保护的影响



### 问题的引出

电力系统振荡时，振荡中心电压可能降为0，让距离保护误以为发生了三相故障，从而可能导致误动

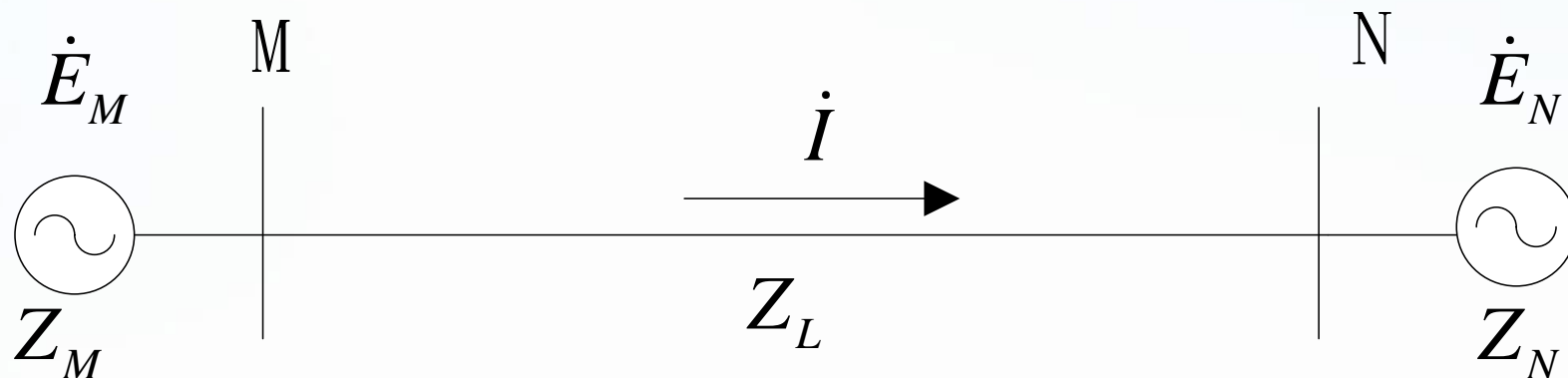




## 2. 系统振荡对距离保护的影响



研究电力系统振荡，做如下的假设：



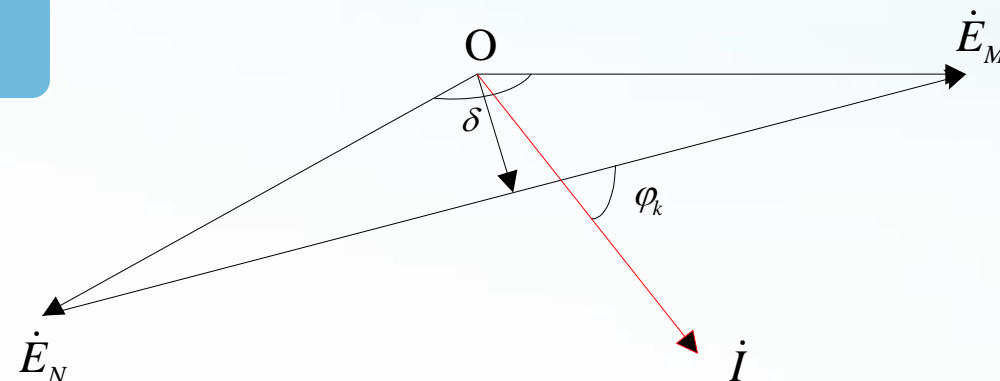
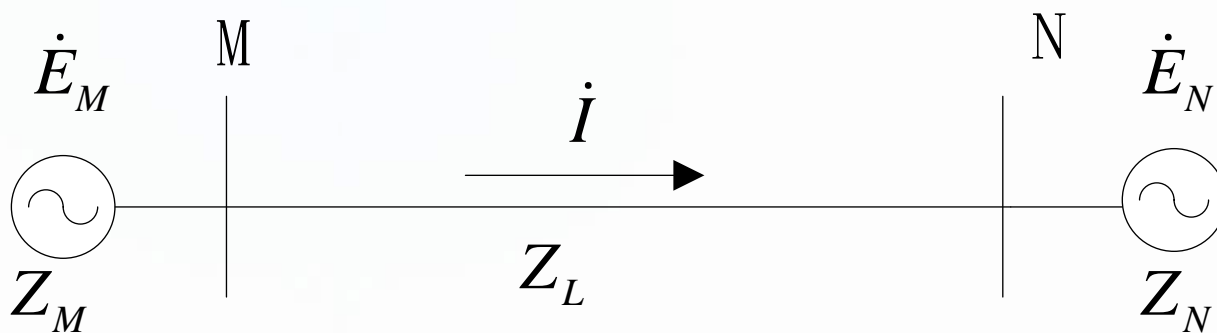
- 系统振荡时，处于三相对称状态，可只取一相来研究
- 振荡时两侧系统的电势幅值相等，假定 $\dot{E}_M$ 超前 $\dot{E}_N$ 的相角为 $\delta$ ， $\delta$ 在 $0\sim 360$ 度之间变化
- 系统中各元件的阻抗角相等，这样系统总阻抗可简单相加：
$$Z_{\Sigma} = Z_M + Z_L + Z_N$$



## 2. 系统振荡对距离保护的影响

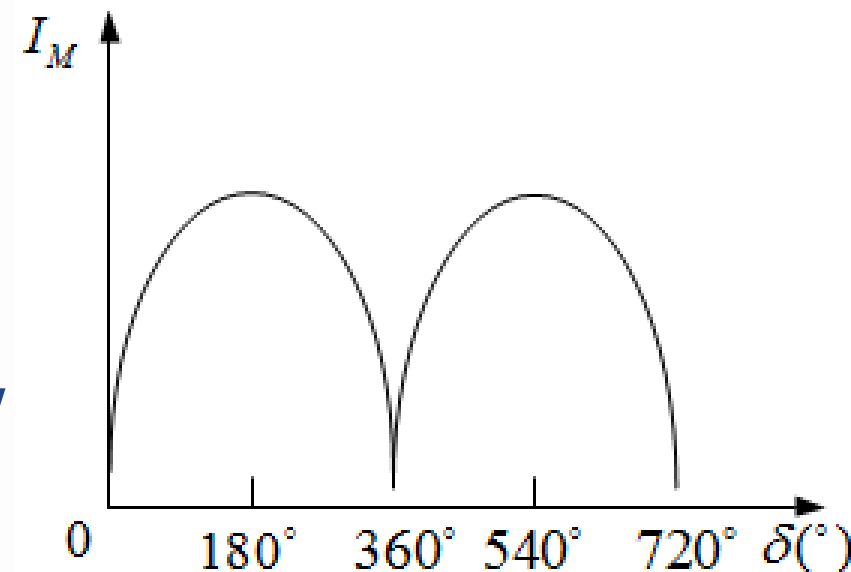


### 系统振荡时测量电流的变化规律



$$I = \left| \frac{\dot{E}_M - \dot{E}_N}{Z_\Sigma} \right| = \left| \frac{\dot{E}_M (1 - e^{j\delta})}{Z_\Sigma} \right|$$
$$= \frac{2E_M}{Z_\Sigma} * \sin \frac{\delta}{2}$$

测量电流的幅值随功角变化而周期性变化，变化周期同振荡周期

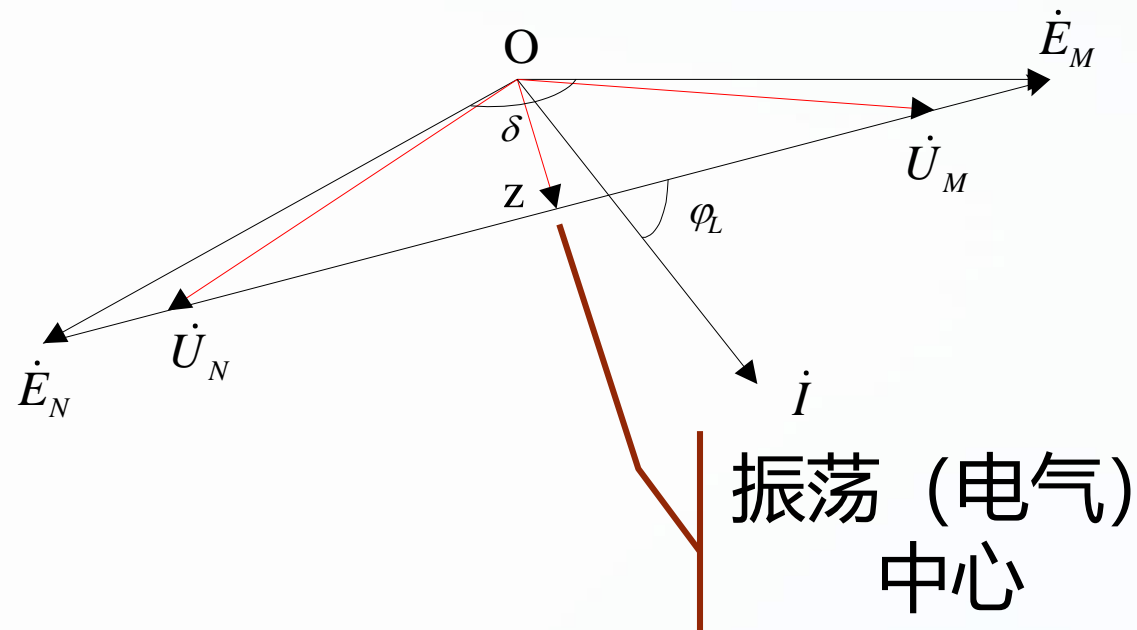
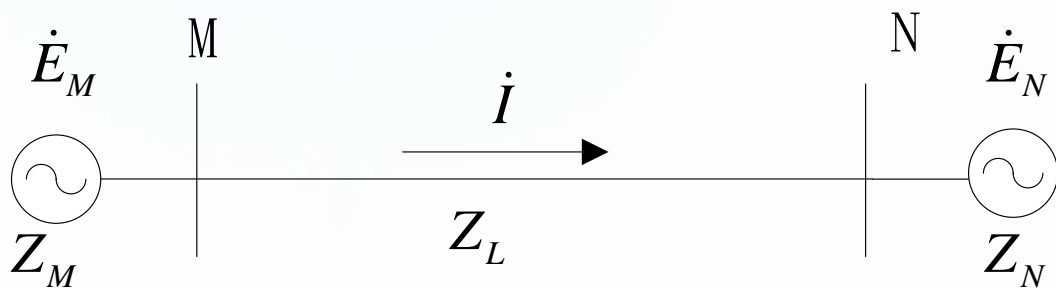




## 2. 系统振荡对距离保护的影响



### 系统振荡时线路电压的分布规律



$$\dot{U}_x = \dot{E}_M - iZ_x$$



## 2. 系统振荡对距离保护的影响



### 系统振荡时线路电压的分布规律

概念：系统振荡时，线路上电压幅值最低的点称为**振荡中心**

当所有阻抗角相等且两侧电势幅值相等时，振荡中心不随振荡角 $\delta$ 的改变而移动，始终位于系统总阻抗的中点（电气中心）



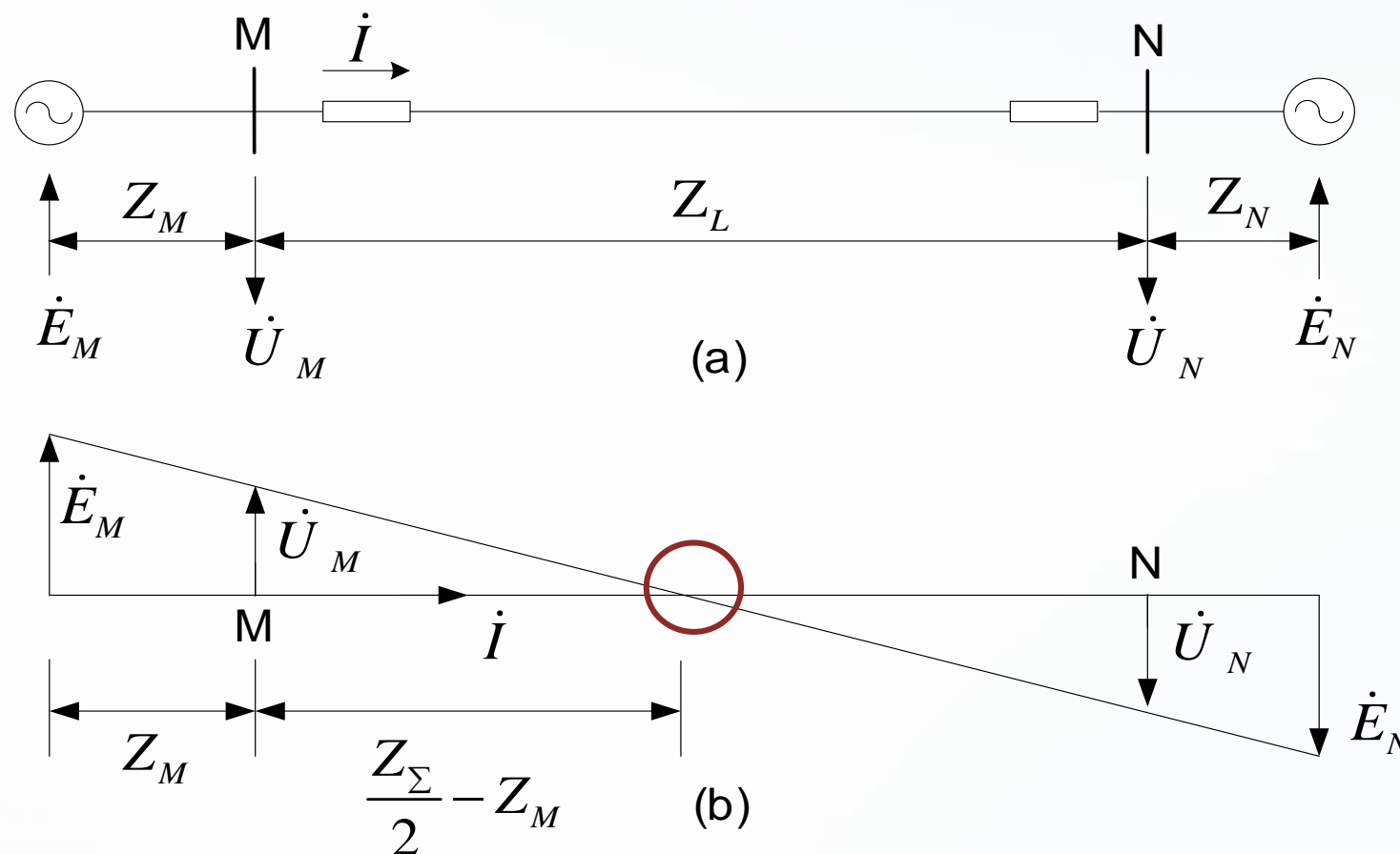


## 2. 系统振荡对距离保护的影响



### 系统振荡时线路电压的分布规律

当振荡角达到180度时，振荡中心电压降为0！



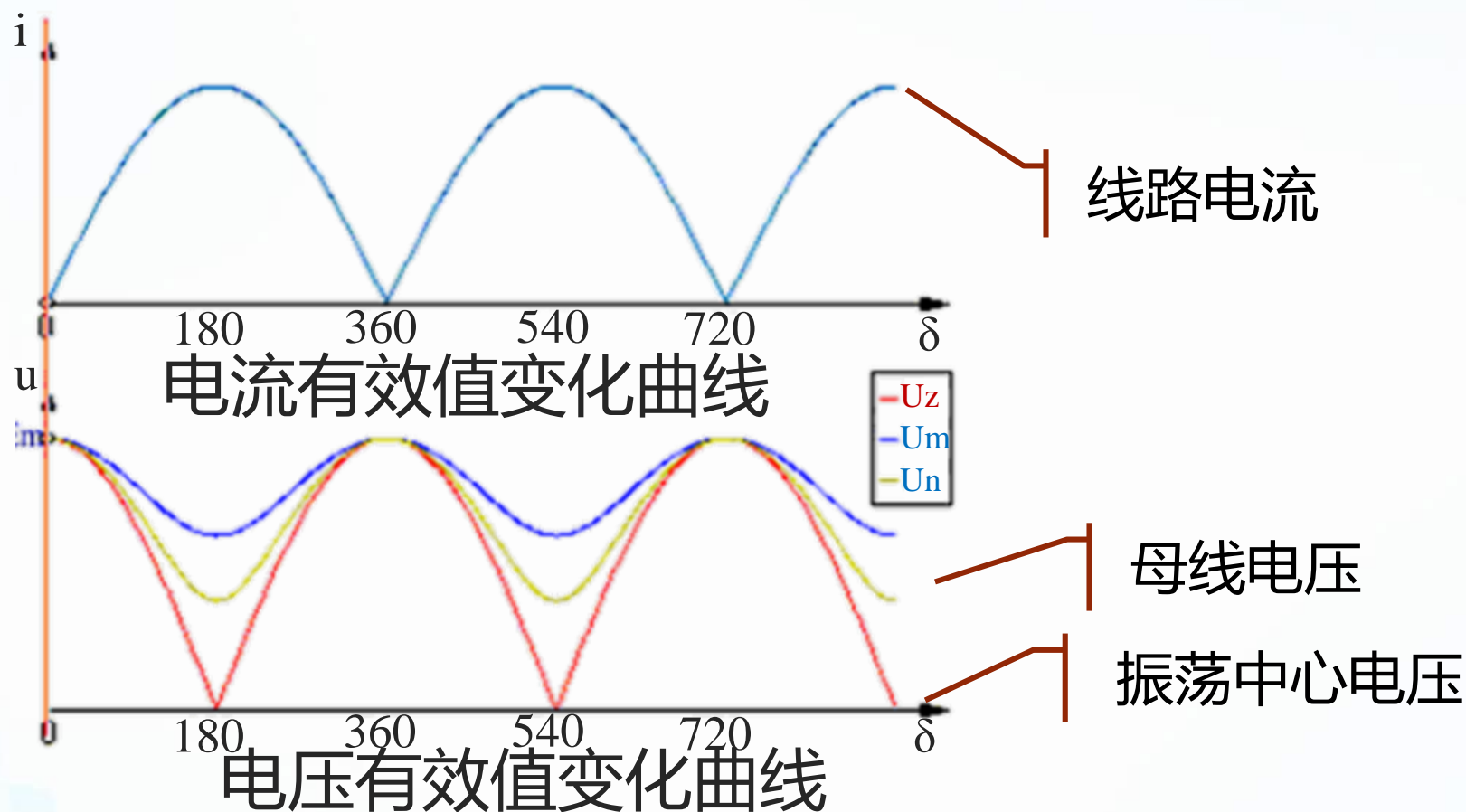




## 2. 系统振荡对距离保护的影响



### 振荡时电压、电流幅值的周期性变化





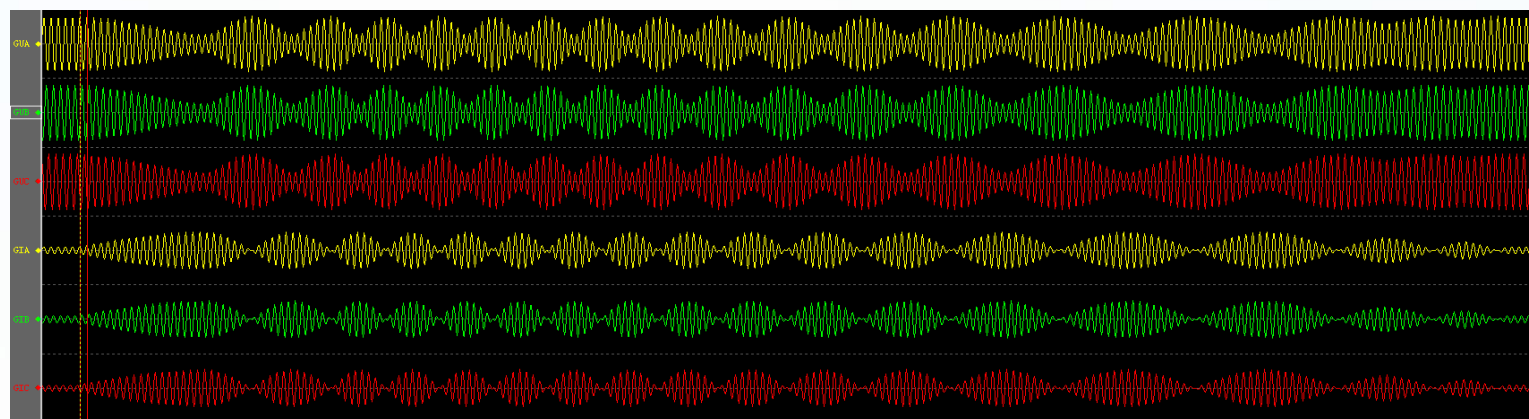
## 2.系统振荡对距离保护的影响



### 振荡时电压、电流幅值的周期性变化

电压

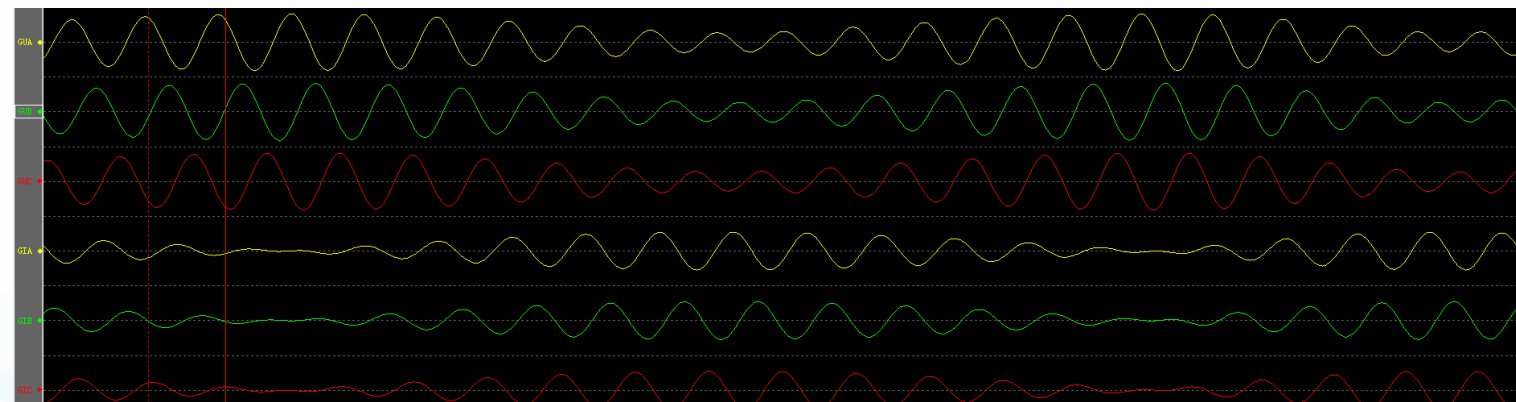
电流



电力系统振荡仿真波形 (3U+3I。下图为局部放大)

电压

电流

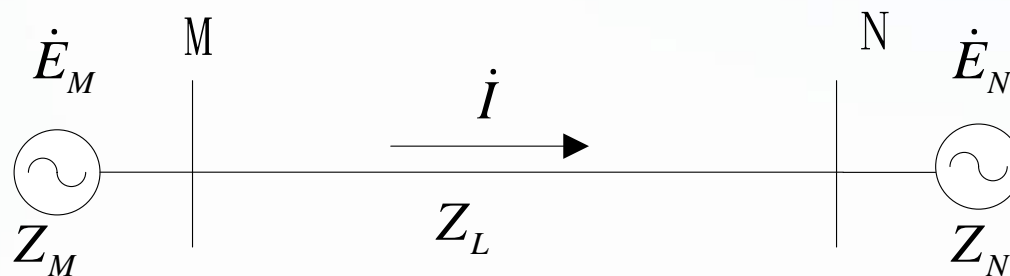




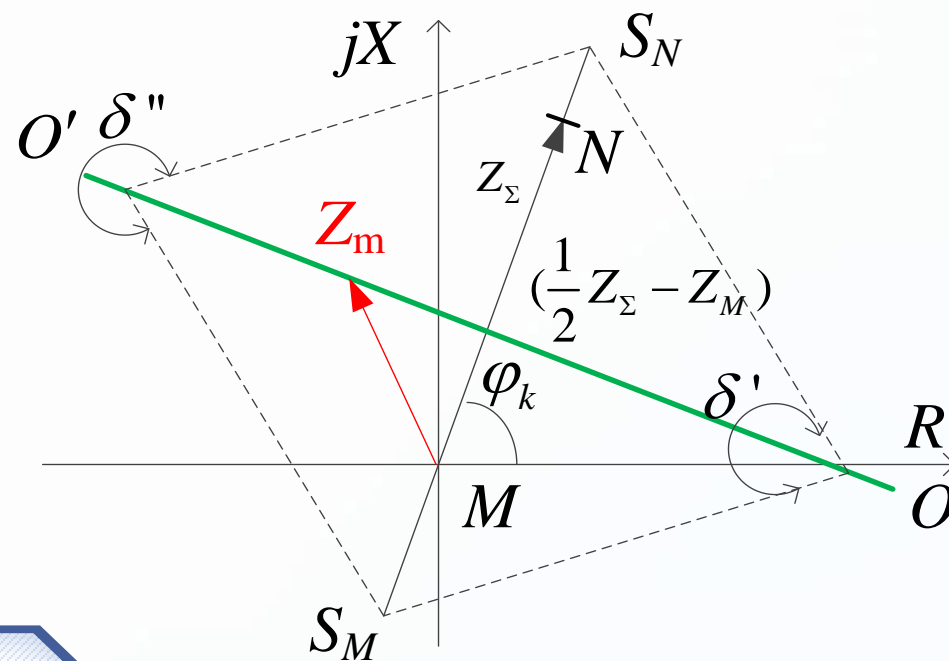
## 2. 系统振荡对距离保护的影响



### 系统振荡时测量阻抗的变化规律 (M侧保护)



$$\begin{aligned} Z_m &= \frac{\dot{U}_M}{\dot{I}_M} = \frac{\dot{E}_M - \dot{I}_M Z_M}{\dot{I}_M} \\ &= \frac{1}{1 - \frac{E_N}{E_M} e^{-j\delta}} Z_\Sigma - Z_M \\ &= \left( \frac{Z_\Sigma}{2} - Z_M \right) - j \frac{Z_\Sigma}{2} \cot \frac{\delta}{2} \end{aligned}$$

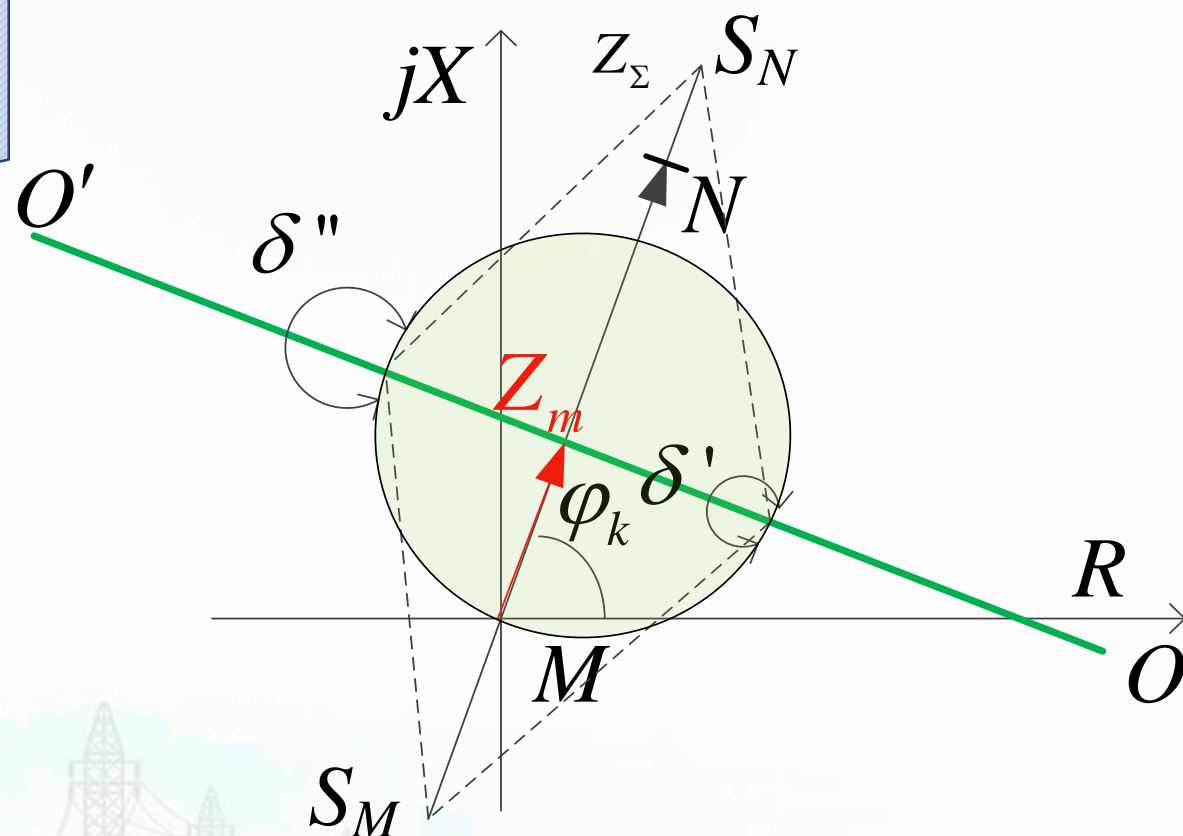




## 2. 系统振荡对距离保护的影响



### 系统振荡对距离保护的影响 (M侧保护)



- $\delta = 0^\circ$ ,  $Z_m = \infty$ , 保护不动作
- $\delta = 180^\circ$ ,  $Z_m = \frac{1}{2}Z_\Sigma - Z_M$ , 为从保护安装处至振荡中心的阻抗, 与振荡中心发生三相短路的故障特征相同
- $\delta' \leq \delta \leq \delta''$ , 阻抗轨迹进入保护动作区域内

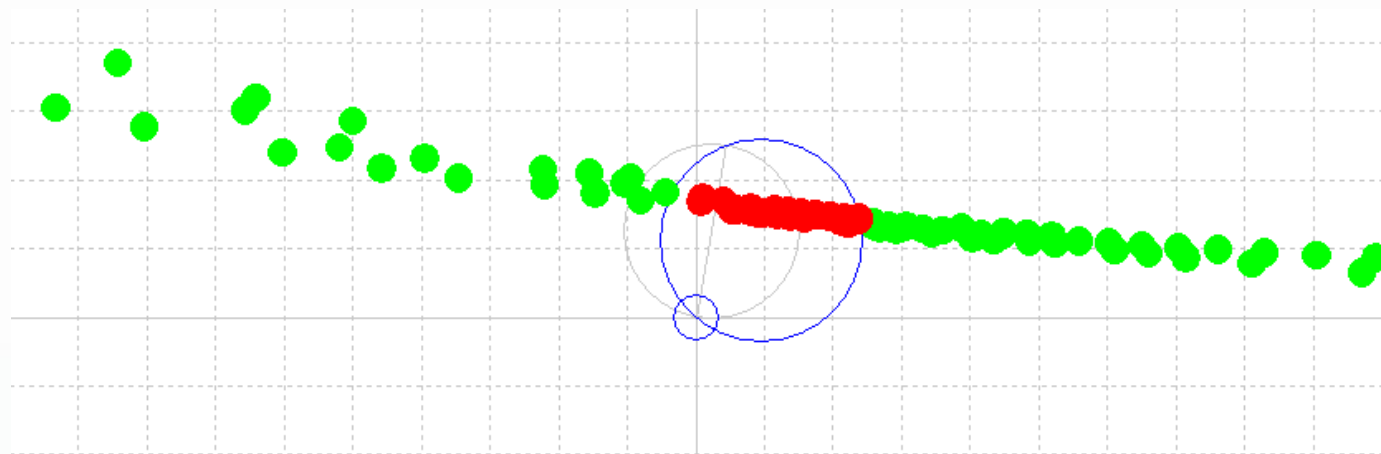


## 2.系统振荡对距离保护的影响



### 系统振荡对距离保护的影响（M侧保护）

- 测量阻抗轨迹仿真结果，红色表示进入保护动作区域内
- 在一个振荡周期内，该保护起动、返回各一次。
- 但保护是否动作，还需取决于阻抗轨迹在动作区域内持续停留的时间是否达到保护的動作时限



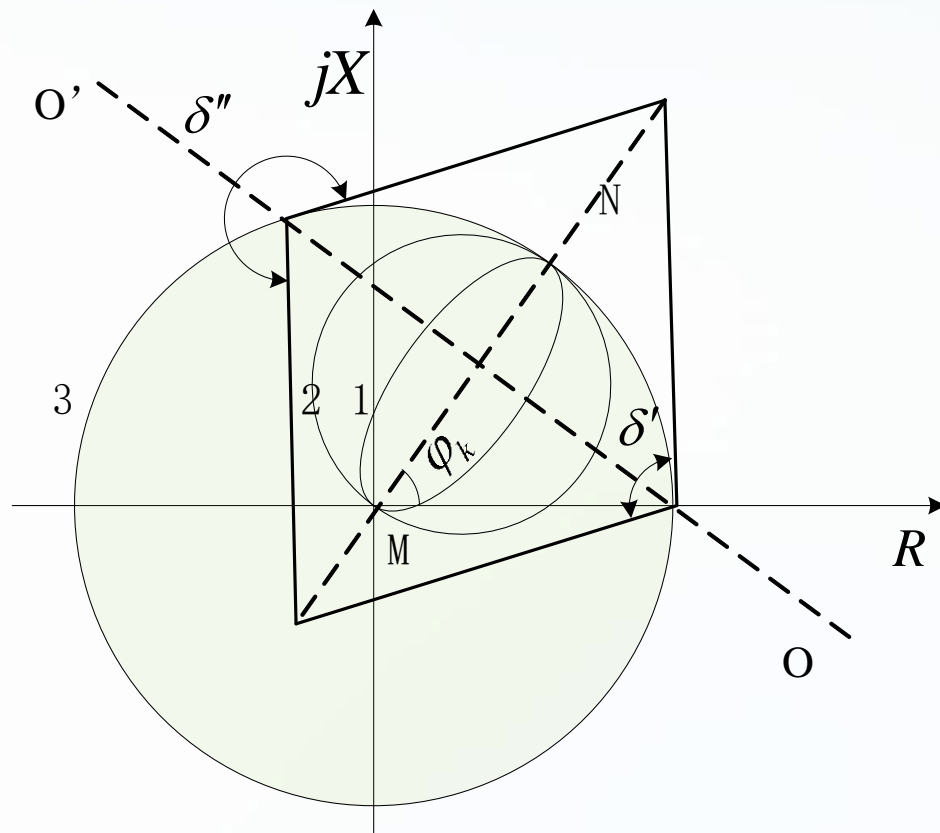


## 2. 系统振荡对距离保护的影响

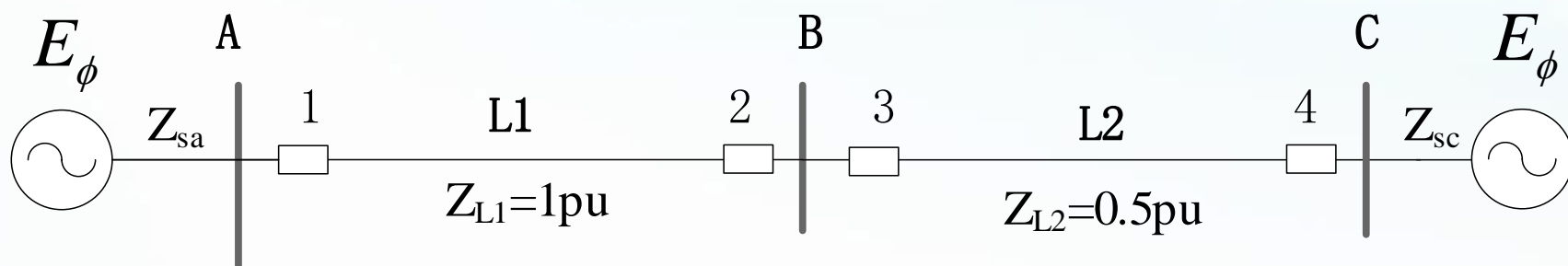


### 避免系统振荡距离保护误动作的措施

- 采用在 $OO'$ 方向上面积小的阻抗继电器
- 振荡周期一般为 $0.15\text{s}\sim 1.5\text{s}$ ，保护动作延时较大时，可利用延时躲开振荡的影响（如距离III段）
- 采用振荡闭锁回路

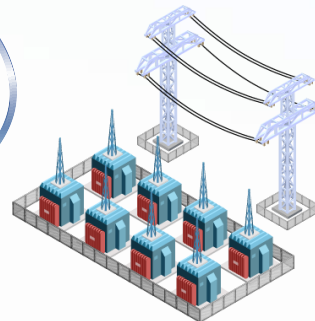


## 思考



假设所有阻抗角皆为90度，方向阻抗继电器的灵敏角为90度。分析：当满足什么条件时，保护1的距离I段不受振荡影响？

# 影响距离保护



## 正确动作的因素及防止方法







### 3.距离保护振荡闭锁原理



#### 振荡闭锁回路的要求

单纯  
振荡



- 系统发生全相或非全相振荡时，保护装置不应误动作

振荡过  
程短路



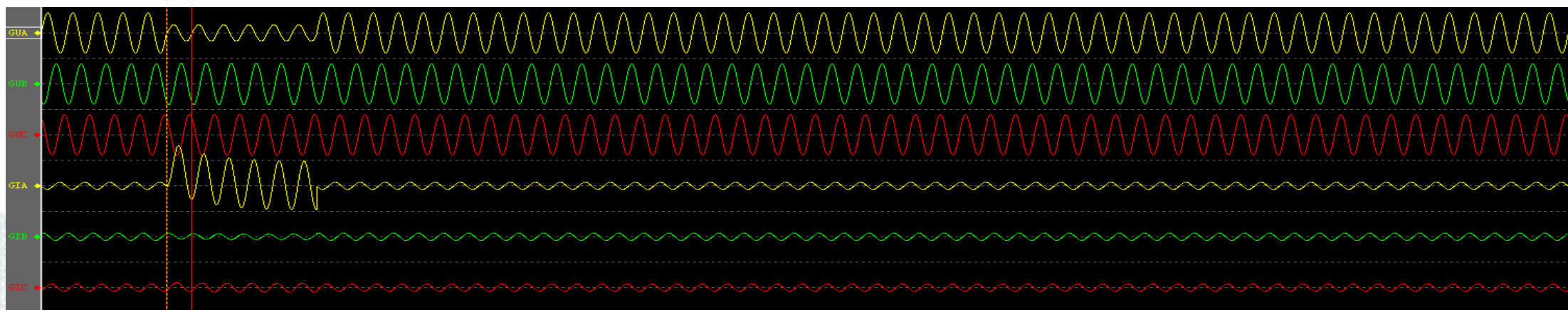
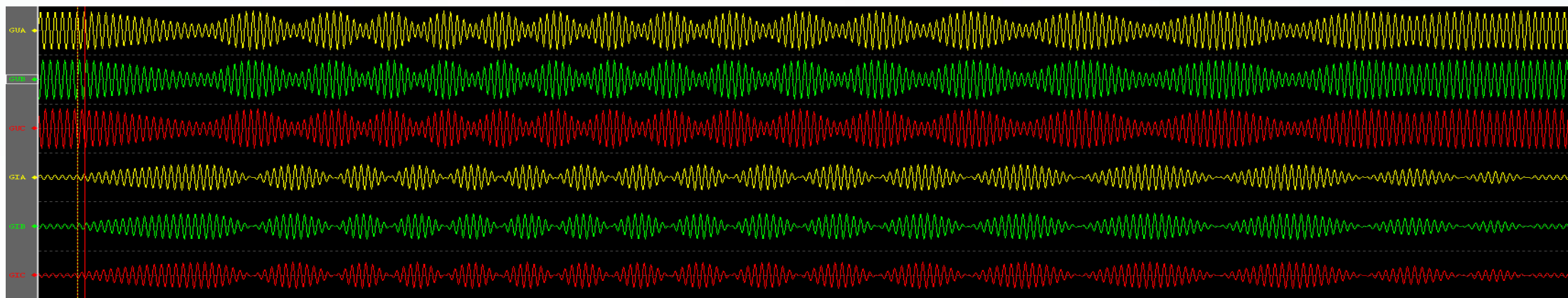
- 系统在全相或非全相振荡过程中，被保护线路发生各种类型的**不对称故障**，保护装置应有选择性地动作，纵联保护仍**应快速动作**。
- 系统在全相振荡过程中再发生**三相故障**时，保护装置应可靠动作，并**允许带短延时**。



### 3.距离保护振荡闭锁原理



#### 振荡和短路的主要区别





### 3.距离保护振荡闭锁原理



#### 振荡和短路的主要区别

##### 1.周期性差异



振荡时，电流和各点电压的幅值周期性变化  
短路后，在不计衰减时是不变的

##### 2.变化速率差异



振荡时，电流和各点电压幅值的变化速度较慢  
短路时，幅值是突然改变的，变化速度很快

##### 3.对称性差异



振荡时，三相完全对称，系统没有负序分量

短路时，总会出现长期（不对称短路）或瞬间（在三相短路开始时）的负序分量



### 3.距离保护振荡闭锁原理



#### 振荡闭锁原理

故障启动  
后短时开  
放保护

大圆套  
小圆

动作延时  
(适用于  
距离III段)



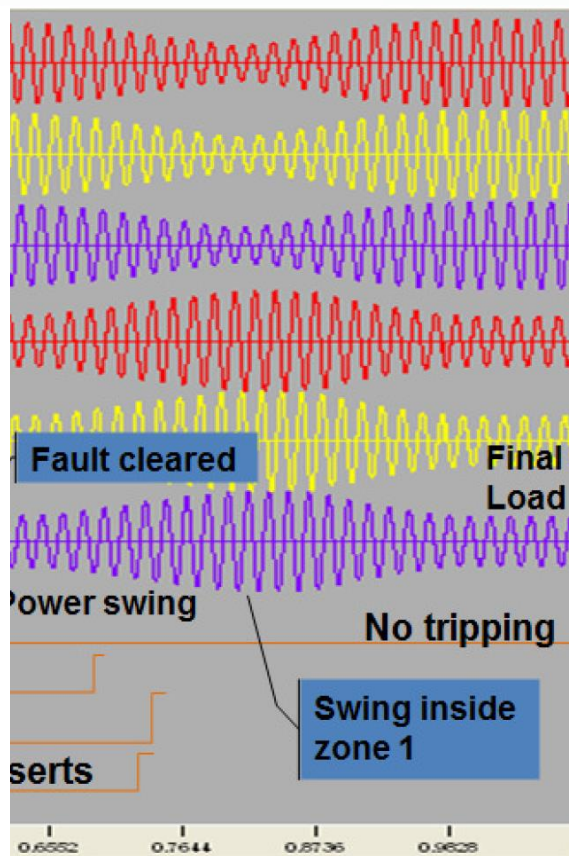


### 3.距离保护振荡闭锁原理



#### 原理 (1)

#### 故障启动后短时开放保护



CASE 1: 系统单纯振荡。  
即使距离元件启动，但  
故障判断元件不启动，  
距离元件被闭锁



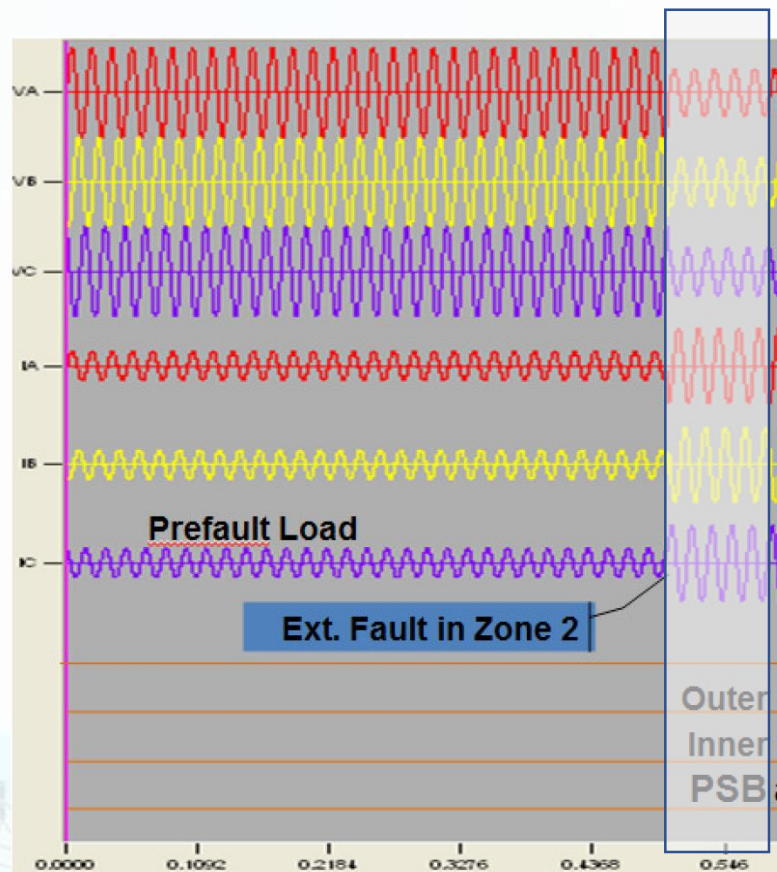
### 3. 距离保护振荡闭锁原理



#### 原理 (1)

#### 故障启动后短时开放保护

短时开放



CASE2: 系统单纯故障。  
故障判断元件启动，保  
护短时开放0.1-0.3s。



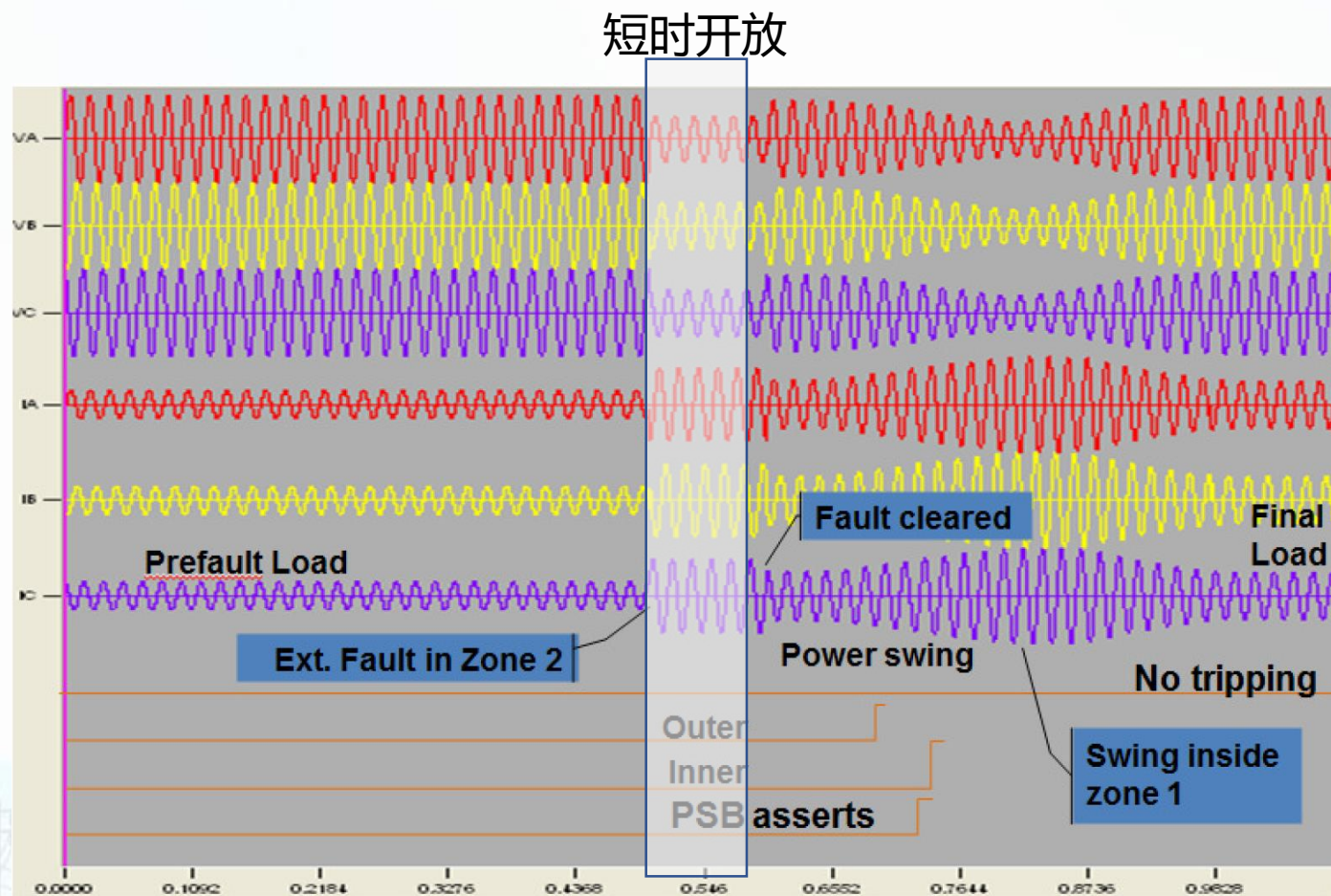


### 3.距离保护振荡闭锁原理



#### 原理 (1)

#### 故障启动后短时开放保护



CASE3: 区外故障切除后, 引发系统振荡。从相邻线路故障到引起系统振荡, 且振荡中心进入距离保护是需要时间的。在这之前短时开放时间已过, 保护重新闭锁

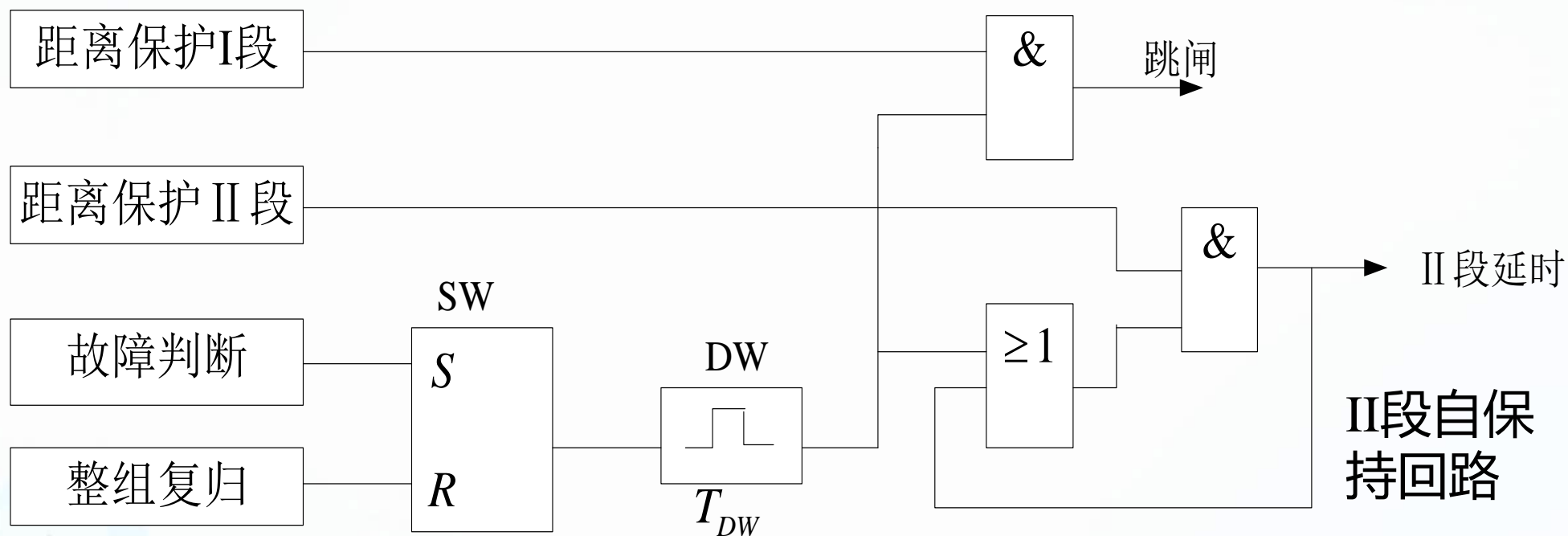


### 3. 距离保护振荡闭锁原理



#### 原理 (1) 故障启动后短时开放保护

利用短路故障时电气量突然变化、而振荡时电气量缓慢变化的差异，实现振荡闭锁





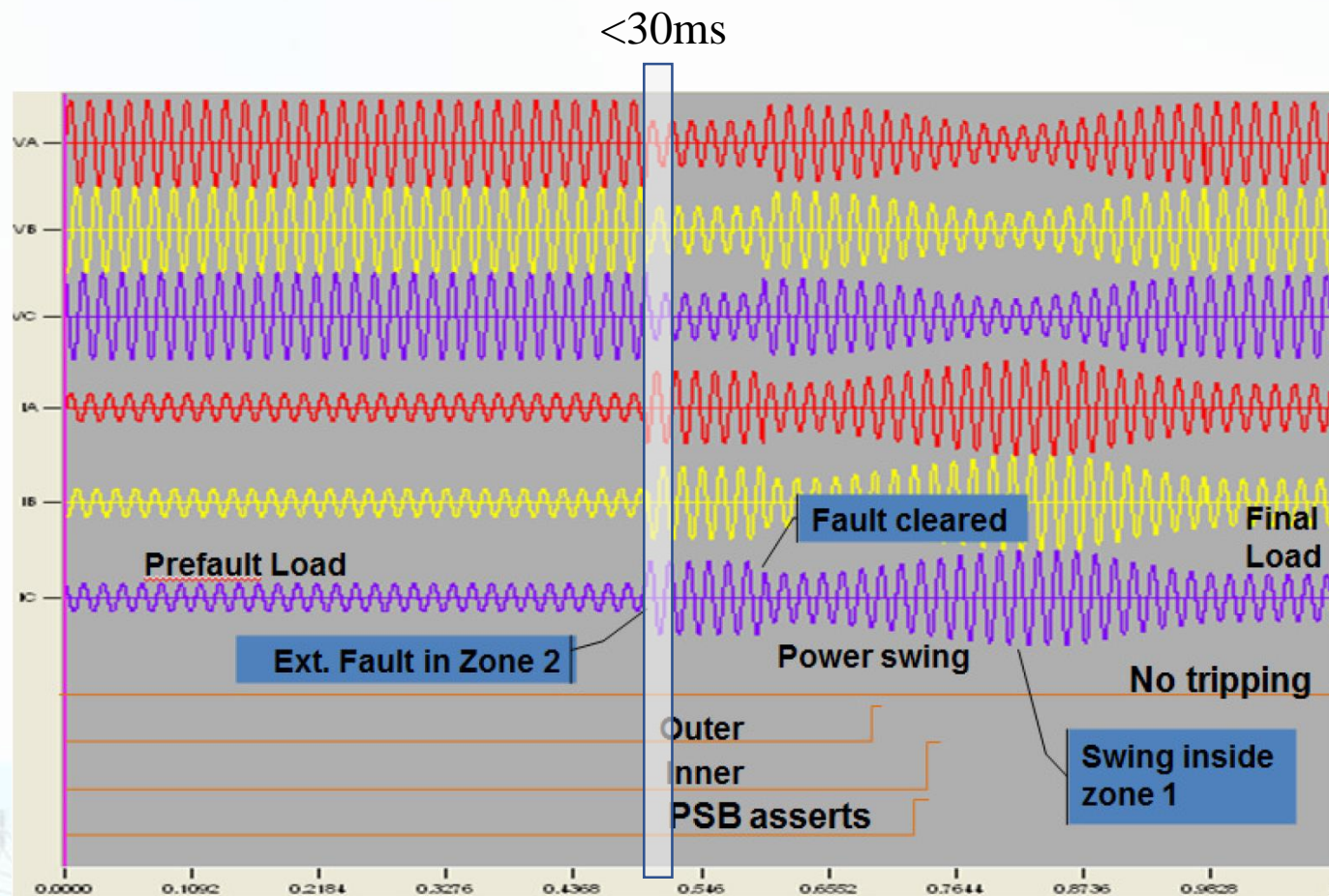


### 3. 距离保护振荡闭锁原理

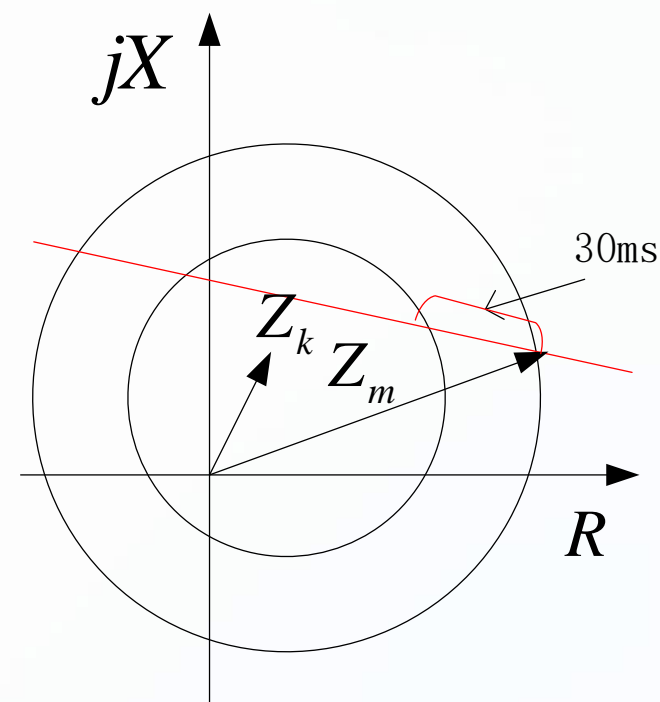


#### 原理 (2)

#### 大圆套小圆



CASE 1: 系统故障。  
测量阻抗迅速从大圆  
进入小圆，时间<30ms



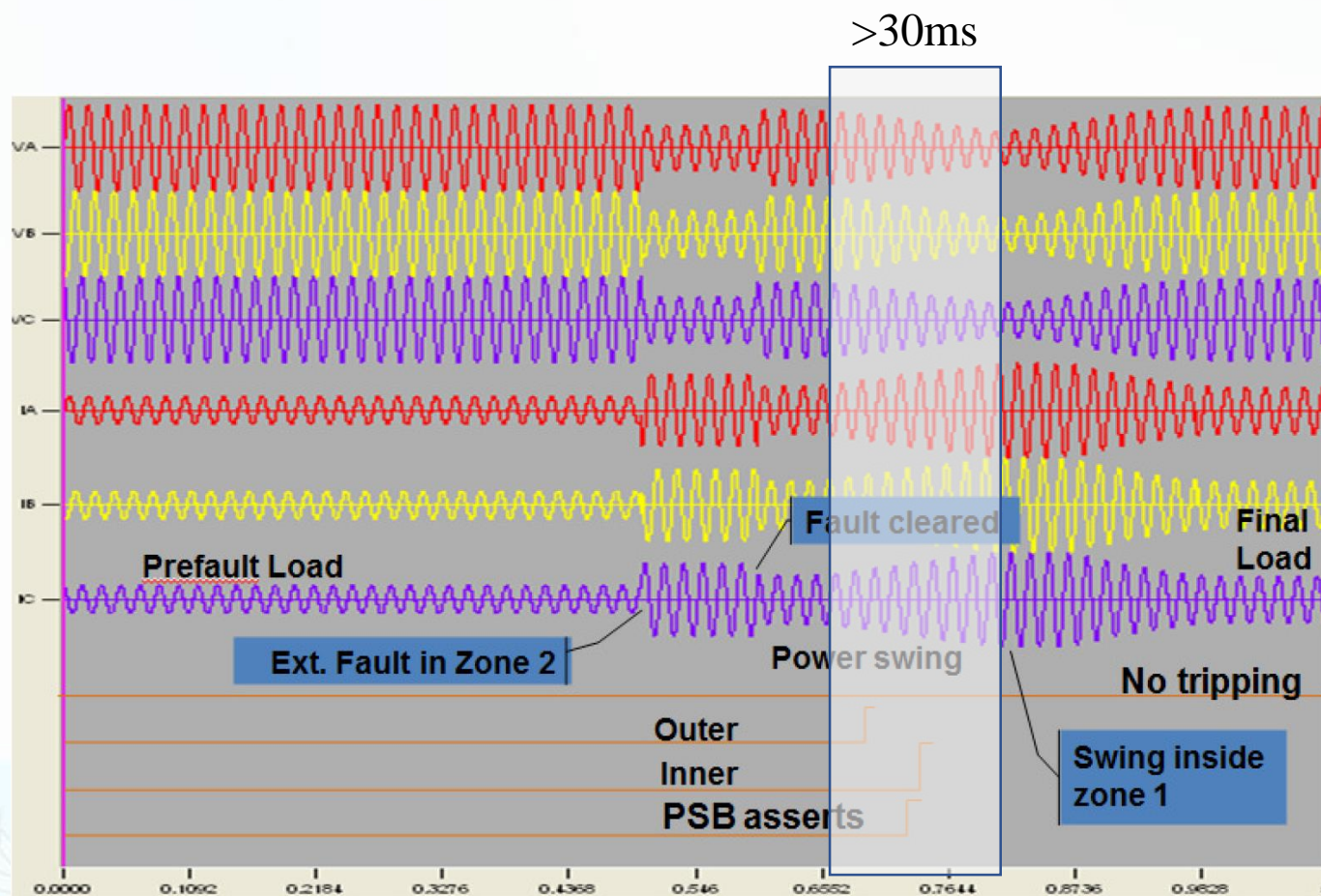


### 3. 距离保护振荡闭锁原理

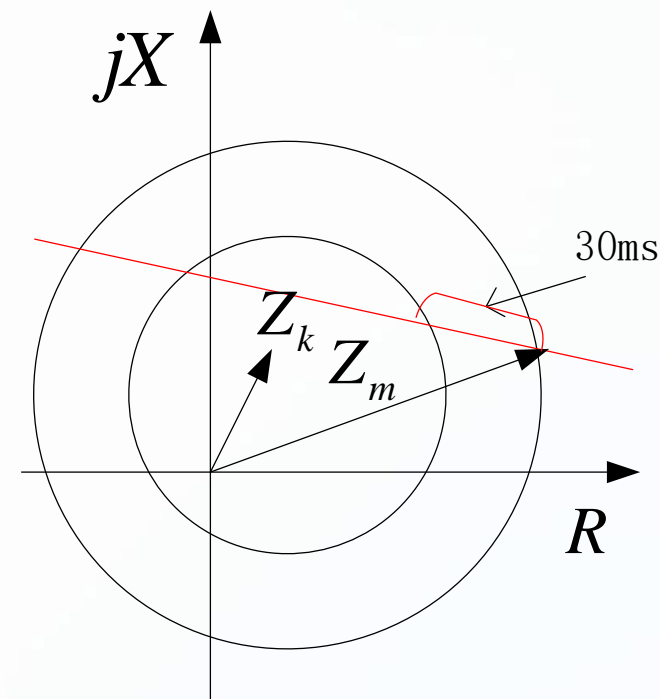


原理 (2)

大圆套小圆



CASE 2: 系统振荡。  
测量阻抗缓慢从大圆进入小圆，时间超过30ms，  
距离保护被闭锁



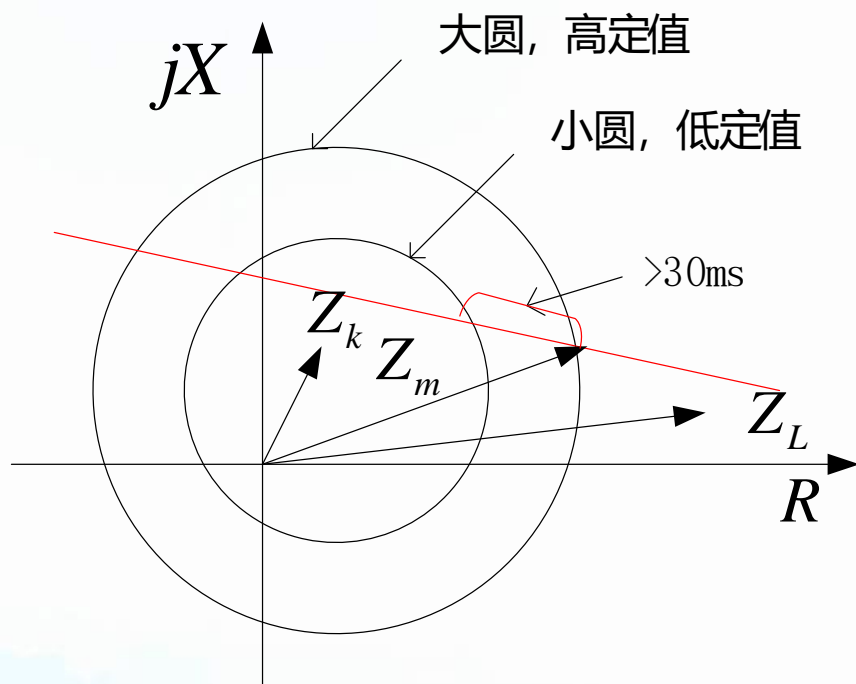


### 3. 距离保护振荡闭锁原理

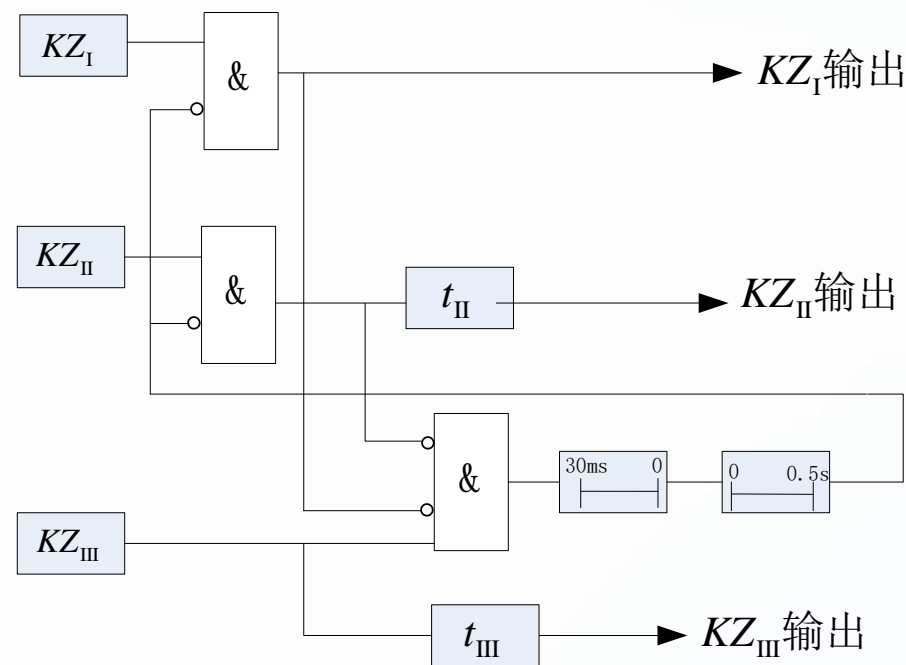


#### 原理 (2) 大圆套小圆

利用短路故障和系统振荡时测量阻抗变化速度的不同，实现振荡闭锁



(a)



(b)



### 3.距离保护振荡闭锁原理

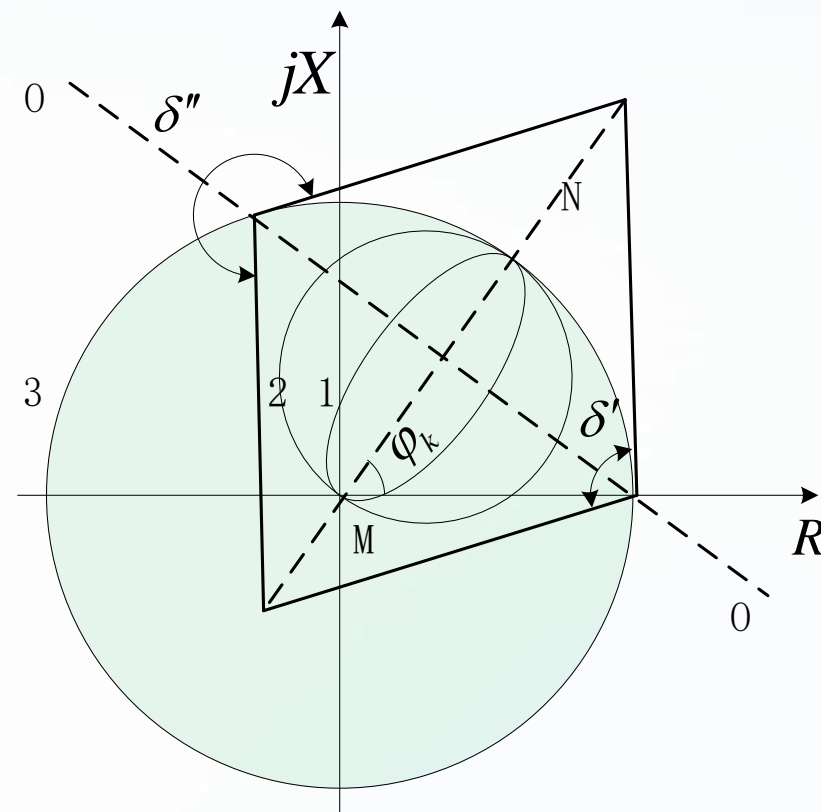


#### 原理 (3) 利用动作延时躲振荡

设振荡周期为 $T_S$ ，则继电器受振荡影响误动的时间为：

$$t = \frac{\delta'' - \delta'}{360} T_S$$

则只要保护动作延时大于 $t$ ，即可自然躲开振荡







### 3.距离保护振荡闭锁原理



#### 振荡过程中再故障的鉴别方法

- 如果在振荡中又发生故障，需要重新开放保护切除故障
- 不对称故障：利用系统中出现的零序、负序分量，可瞬时开放保护

开放判据：

$$|\dot{I}_2| + |\dot{I}_0| \geq m |\dot{I}_1|$$





### 3.距离保护振荡闭锁原理



#### 振荡过程中再故障的鉴别方法

对称故障：

利用 $U\cos\varphi$ 判据

$$-0.03U_N < U\cos\varphi < 0.08U_N$$

$U_N$ ：额定电压； $\varphi$ ：电压超前电流的相角

$U\cos\varphi$  为电压相量在电流相量方向上的投影

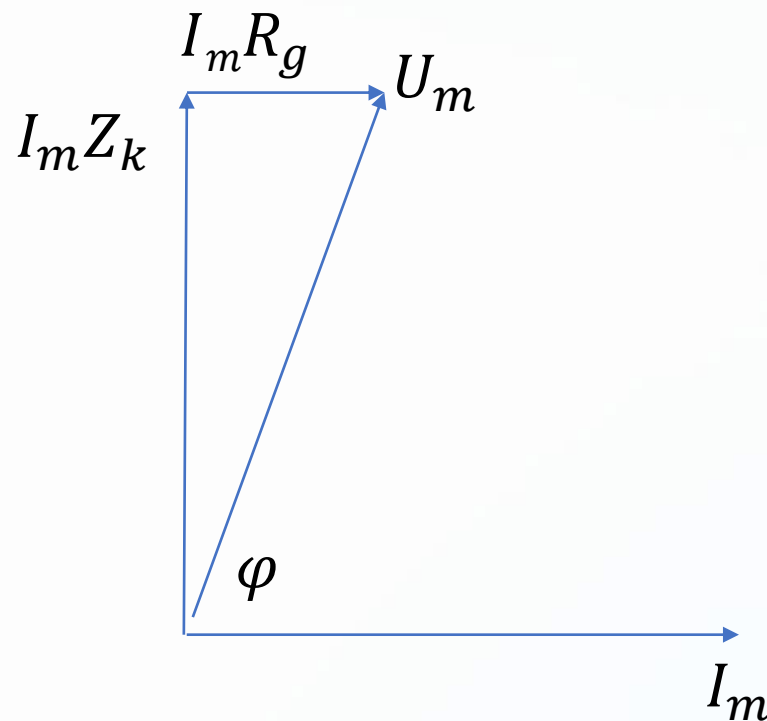


### 3. 距离保护振荡闭锁原理



$U\cos\varphi$  为电压相量在电流相量方向上的投影

在系统发生三相短路时，如果忽略线路阻抗中的电阻分量，则 $U\cos\varphi$ 近似等于故障点处的电弧电压，其值一般不超过额定电压的6%，且基本稳定。



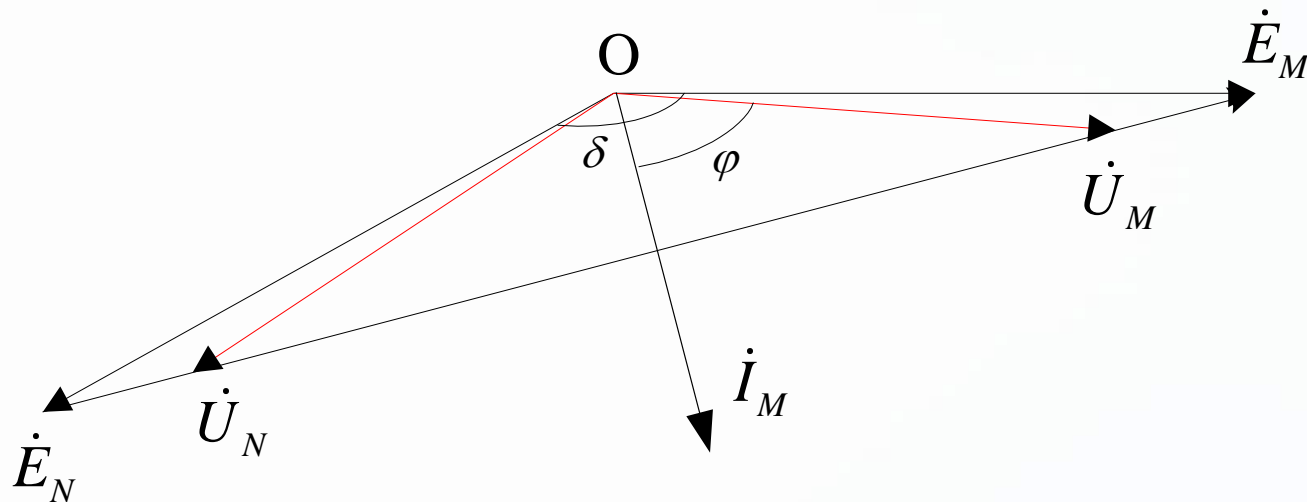


### 3. 距离保护振荡闭锁原理



$U \cos \varphi$  为电压相量在电流相量方向上的投影

在系统振荡时如果忽略系统和线路阻抗中的电阻分量，等于振荡中心电压，该电压不稳定，且只会短时满足上述判据。







## 4.电压回路断线对距离保护的影响



- 当电压互感器二次回路断线时，阻抗继电器失去电压，在负荷电流的作用下，其测量阻抗变为零，可能造成误动作。因此需装设断线闭锁装置。
- 不可以单纯依靠电压作为电压回路断线的判据
- 当故障启动元件采用负序电流和零序电流（或它们的增量）时，可兼作为辅助判据来实现断线闭锁

$$\Delta I_2 + K \Delta I_0$$

