

Способ защиты цепей возбуждения генераторов от замыкания на землю в одной точке

Авторы: Романов Ю.В.,
Нестерин А.А.,
Ашмарин А.О.

Докладчик: Нестерин А.А.

E-mail: nesterin@inbox.ru



ИЦ Бреслер

Надежные и нужные защиты

Цепь возбуждения

ЗЩ – Заземляющая щетка;

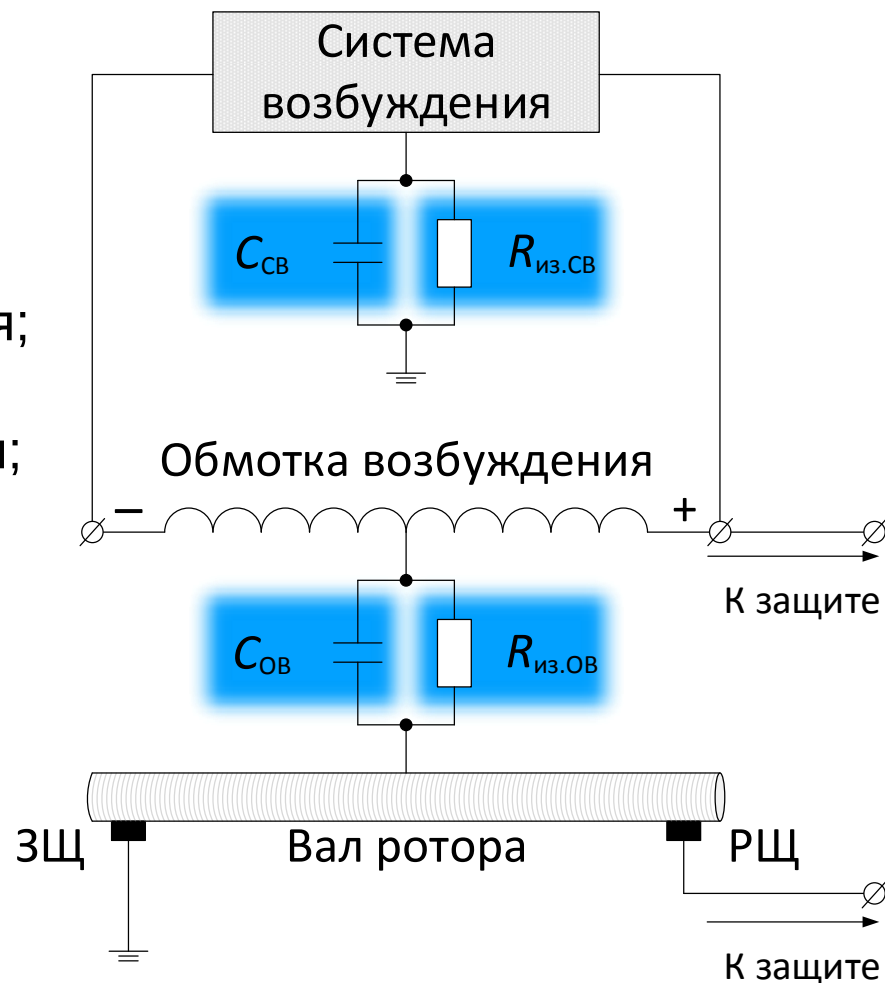
РЩ – Релейная щетка;

C_{CB} – Ёмкость системы возбуждения;

$C_{ОВ}$ – Ёмкость обмотки возбуждения;

$R_{из.СВ}$ – Сопротивление изоляции системы возбуждения;

$R_{из.ОВ}$ – Сопротивление изоляции обмотки возбуждения.



Известные способы

- Контроль соотношения напряжений на полюсах обмотки возбуждения
- Использование дополнительного источника постоянного напряжения
- Использование дополнительного источника переменного напряжения



Существующие защиты с наложением переменного тока

КЗР-3

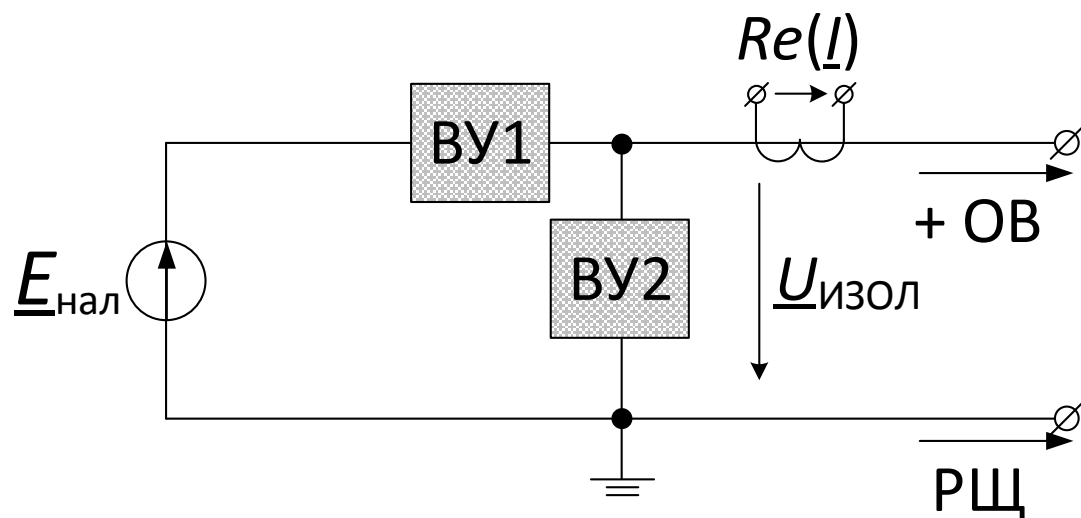
ВУ1 – Вспомогательное устройство
(набор пассивных фильтров,
включенных последовательно);

ВУ2 – Вспомогательное устройство
(набор пассивных фильтров
включенных параллельно);

Измеряемые величины:

активная составляющая тока $Re(\underline{I})$;

напряжение изоляции $\underline{U}_{\text{ИЗОЛ}}$.



Патент № 189484 Гринблат А.Л., 1965 г.

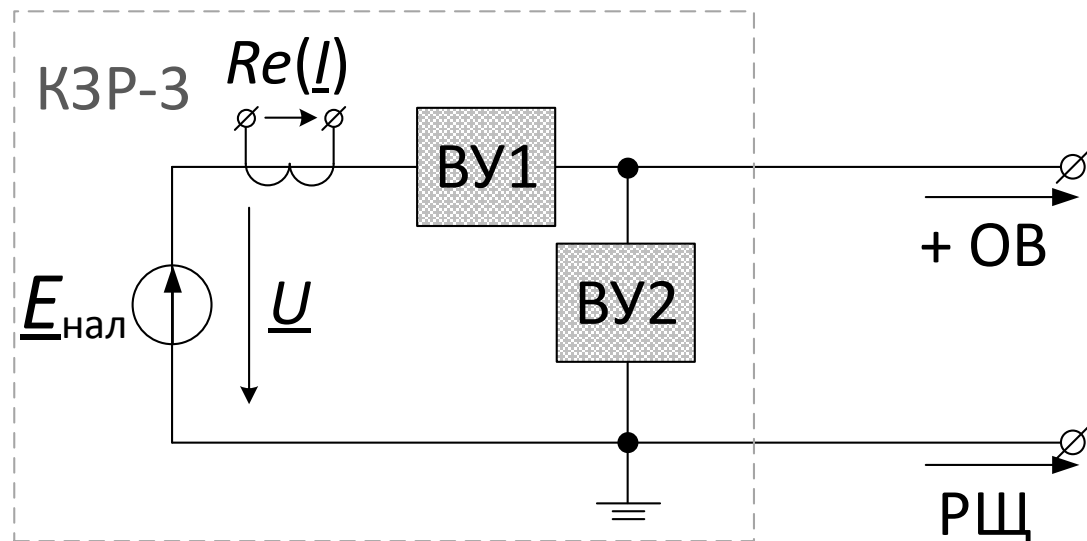


Существующие защиты с наложением переменного тока

КЗР-3

ВУ1 – Вспомогательное устройство
(набор пассивных фильтров,
включенных последовательно);

ВУ2 – Вспомогательное устройство
(набор пассивных фильтров
включенных параллельно);



Измеряемые величины:

активная составляющая тока $Re(I)$;

напряжение источника $\underline{U}$.

Главный недостаток:

Неприменимость для цепей возбуждения с ёмкостями более 2 мкФ.



Существующие защиты с наложением переменного тока

БЭ-1104

ΔU – контролируемая
величина

$E_{\text{нал}}$ – Источник
наложения (17,5 Гц);

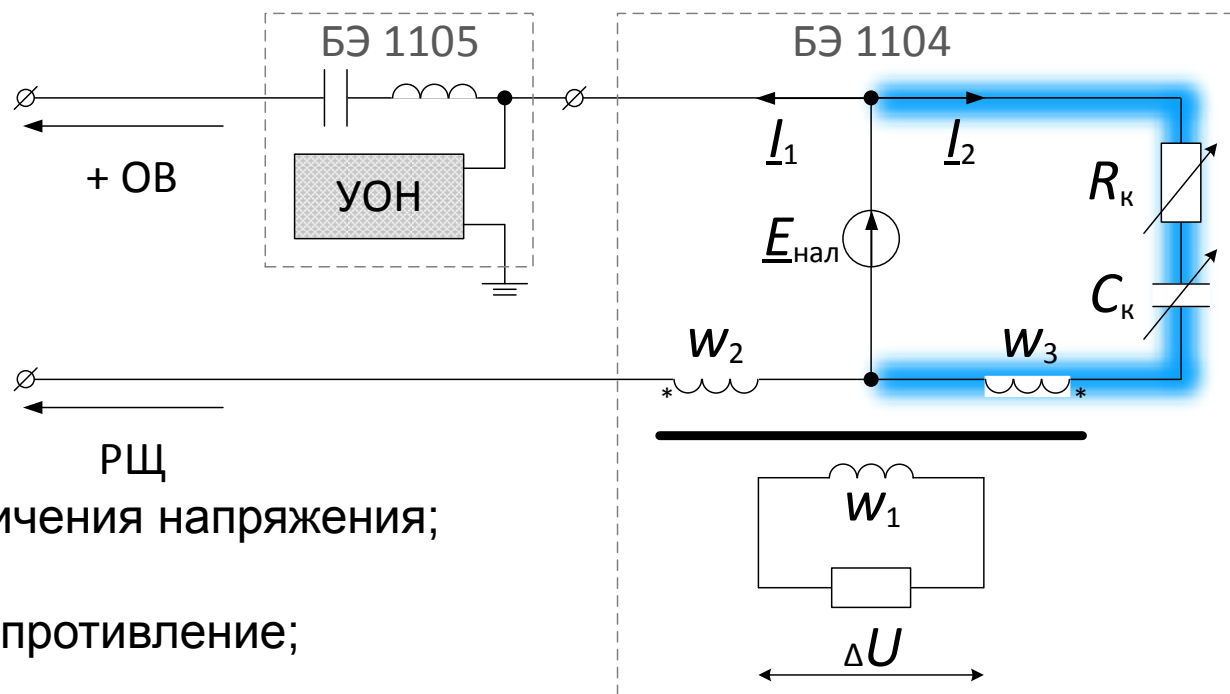
РЦ

УОН – Устройство ограничения напряжения;

R_k – компенсирующее сопротивление;

C_k – компенсирующая ёмкость;

w_1, w_2, w_3 – обмотки измерительного
трансформатора тока.



ИЦ Бреслер

Надежные и нужные защиты

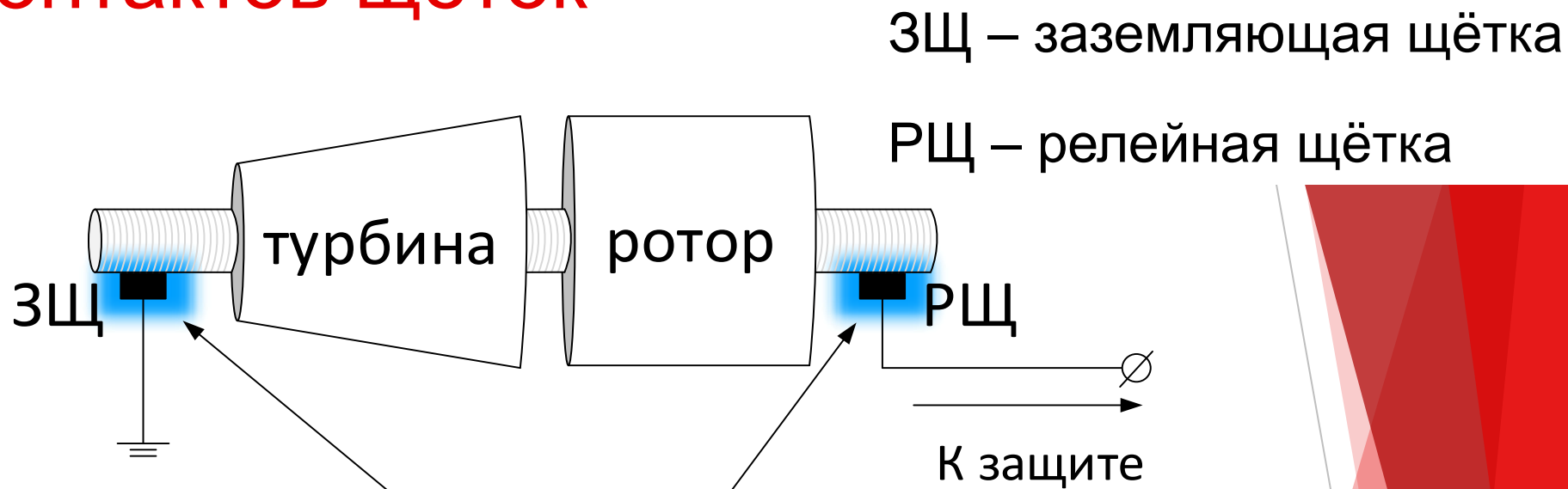
Существующие защиты с наложением переменного тока

Недостатки

- Зависимость чувствительности от ёмкостей цепи возбуждения
- Необходимость переключений при переходе на резервную систему возбуждения
- Сложность наладки при установке



Нарушение скользящих контактов щёток

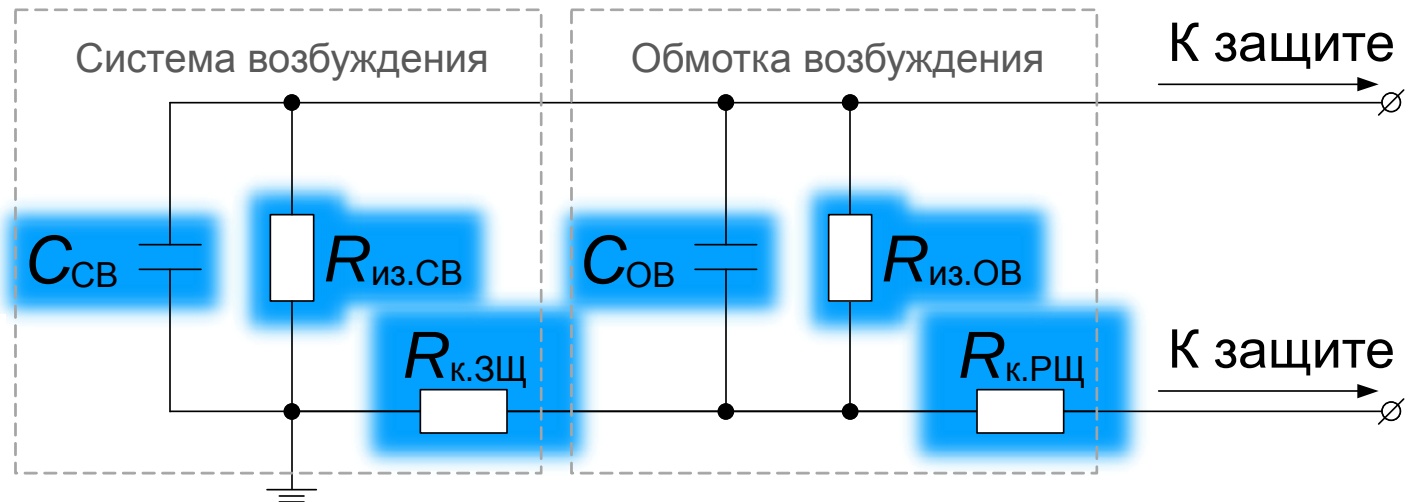


Возможное нарушение контакта щёток с валом ротора может носить сложный характер*, вызванный наличием:

- переходного сопротивления;
- прерывистого контакта.

* Алексеев В.Г., Левиуш А.И., Белозор А.Н., Ахмадов И. Отказ защиты ротора из-за ненадежного контакта релейной щетки с валом // Электрические станции, 2013

Исследуемая схема замещения цепей возбуждения



C_{CB} – Ёмкость системы возбуждения;

$C_{ОВ}$ – Ёмкость обмотки возбуждения;

$R_{к.РЩ}$ – Переходное сопротивление в месте контакта релейной щётки;

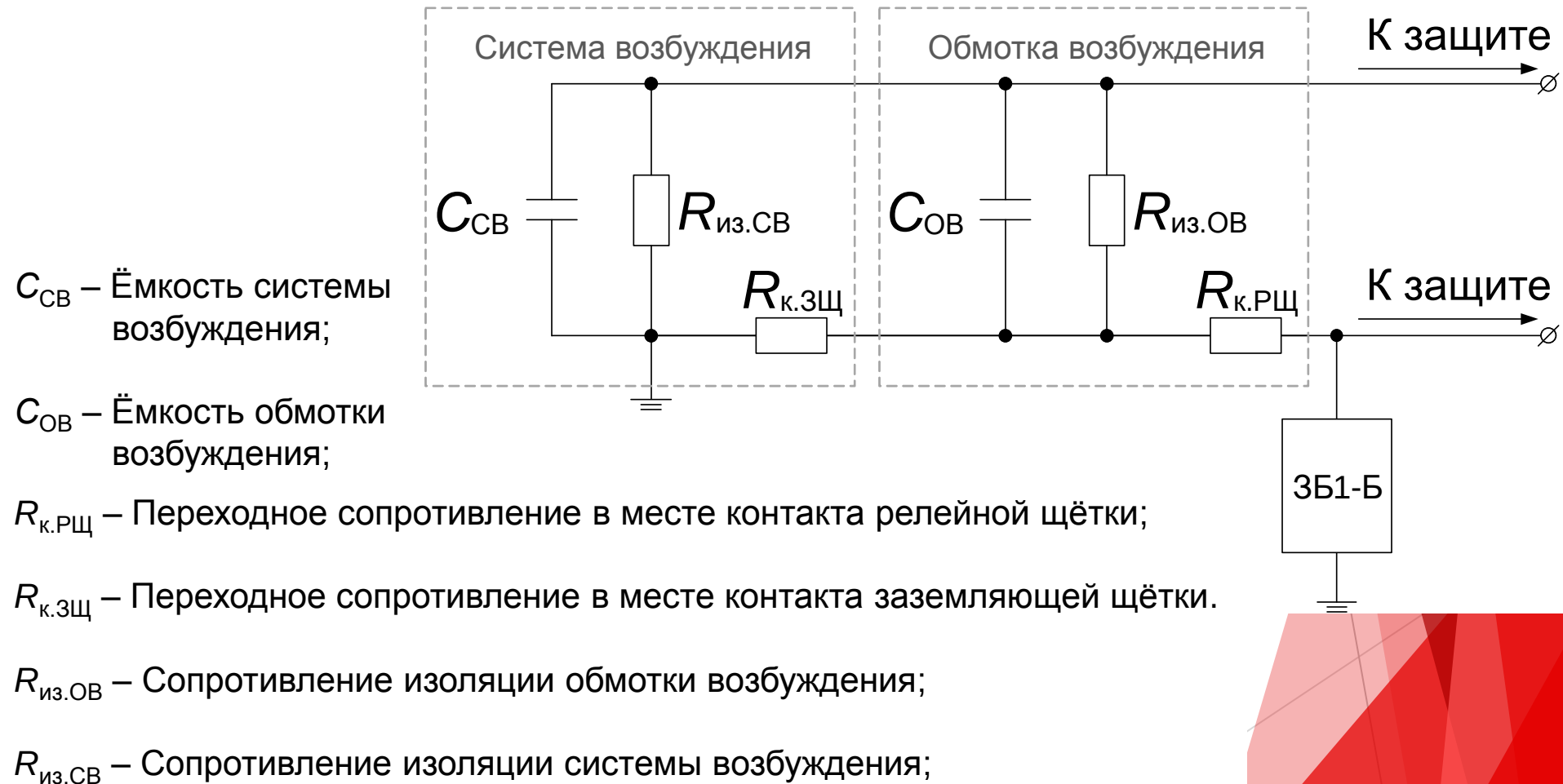
$R_{к.ЗЩ}$ – Переходное сопротивление в месте контакта заземляющей щётки.

$R_{из.ОВ}$ – Сопротивление изоляции обмотки возбуждения;

$R_{из.СВ}$ – Сопротивление изоляции системы возбуждения;



Исследуемая схема замещения цепей возбуждения

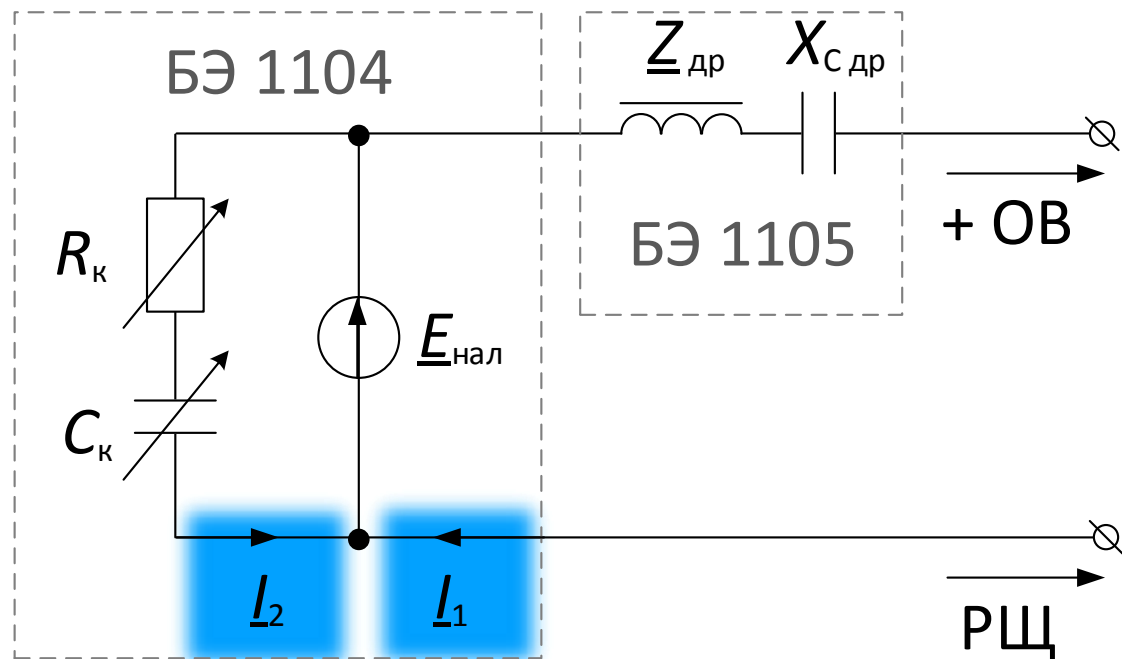
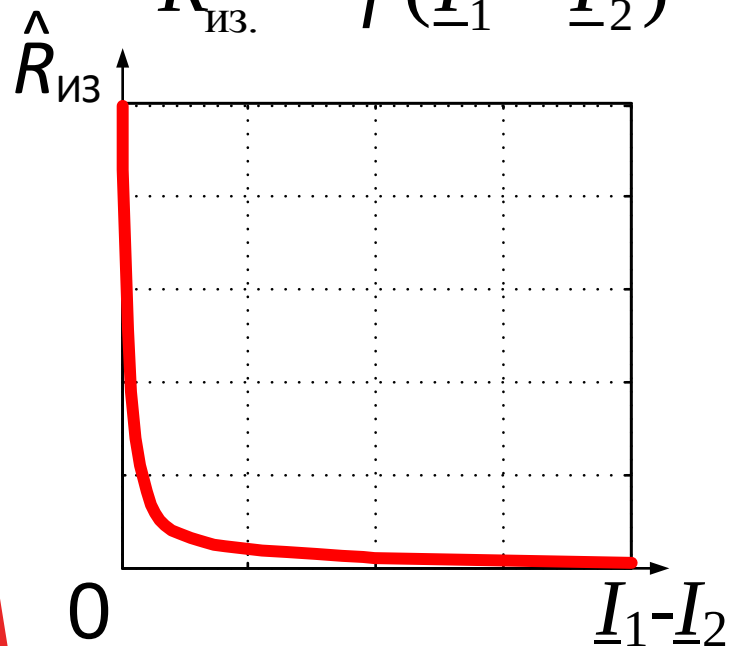


Моделирование защиты БЭ-1104

Схема

Замер защиты:

$$\hat{R}_{из.} = f(I_1 - I_2)$$

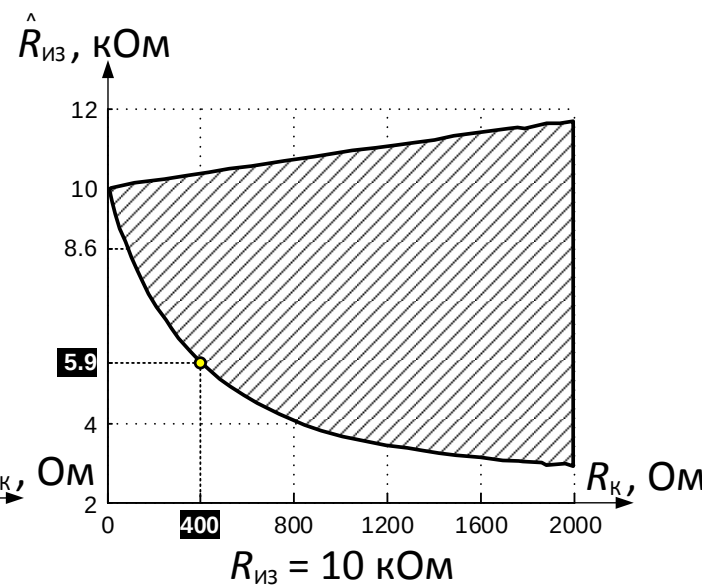
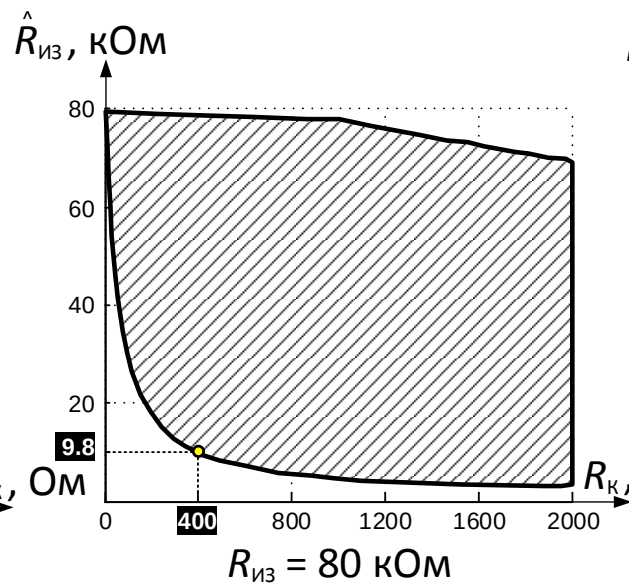
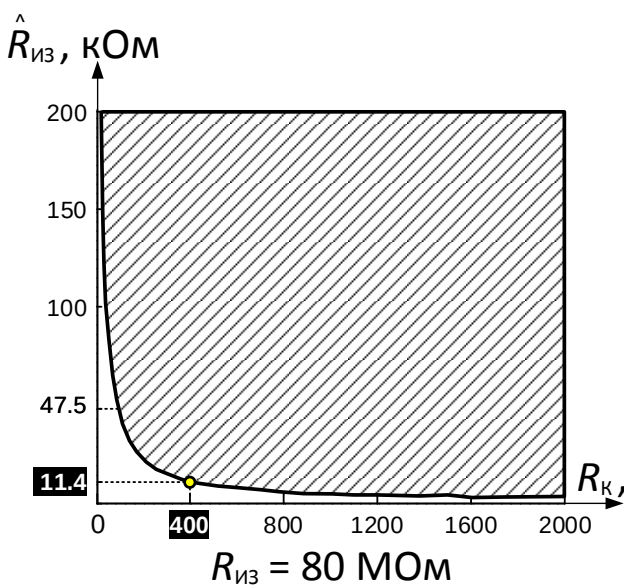


Моделирование защиты БЭ-1104

Результаты

$R_{из}$ – Сопротивление изоляции обмотки возбуждения

$R_k = R_{k.рщ} + R_{k.зщ}$ – Суммарное сопротивление в местах контакта щёток



ИЦ Бреслер

Надежные и нужные защиты

Моделирование защиты БЭ-1104

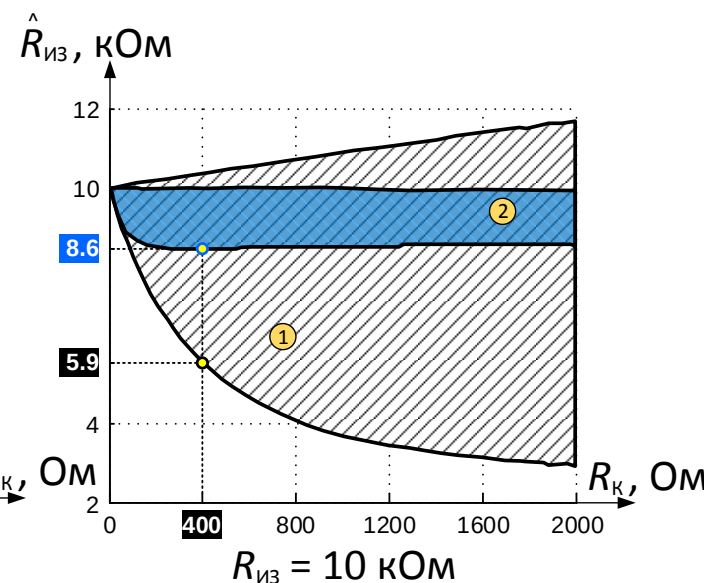
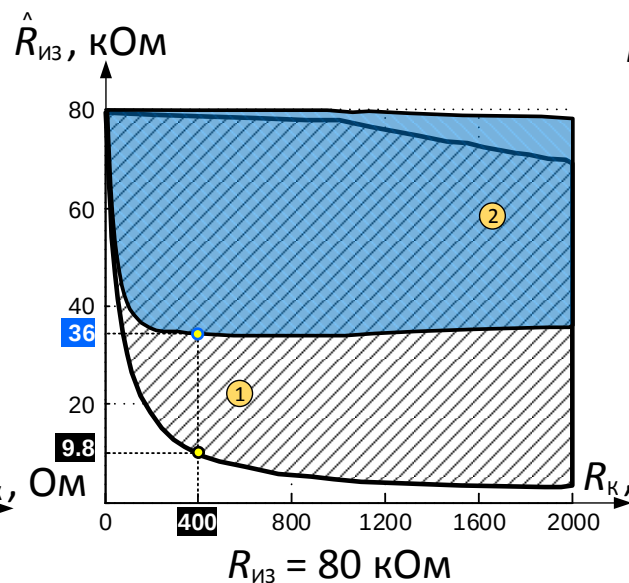
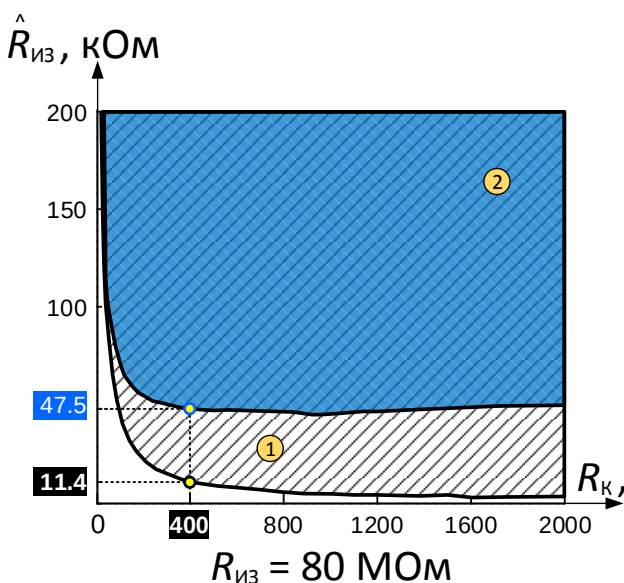
Результаты

$R_{из}$ – Сопротивление изоляции обмотки возбуждения

$R_k = R_{k.рщ} + R_{k.зщ}$ – Суммарное сопротивление в местах контакта щёток

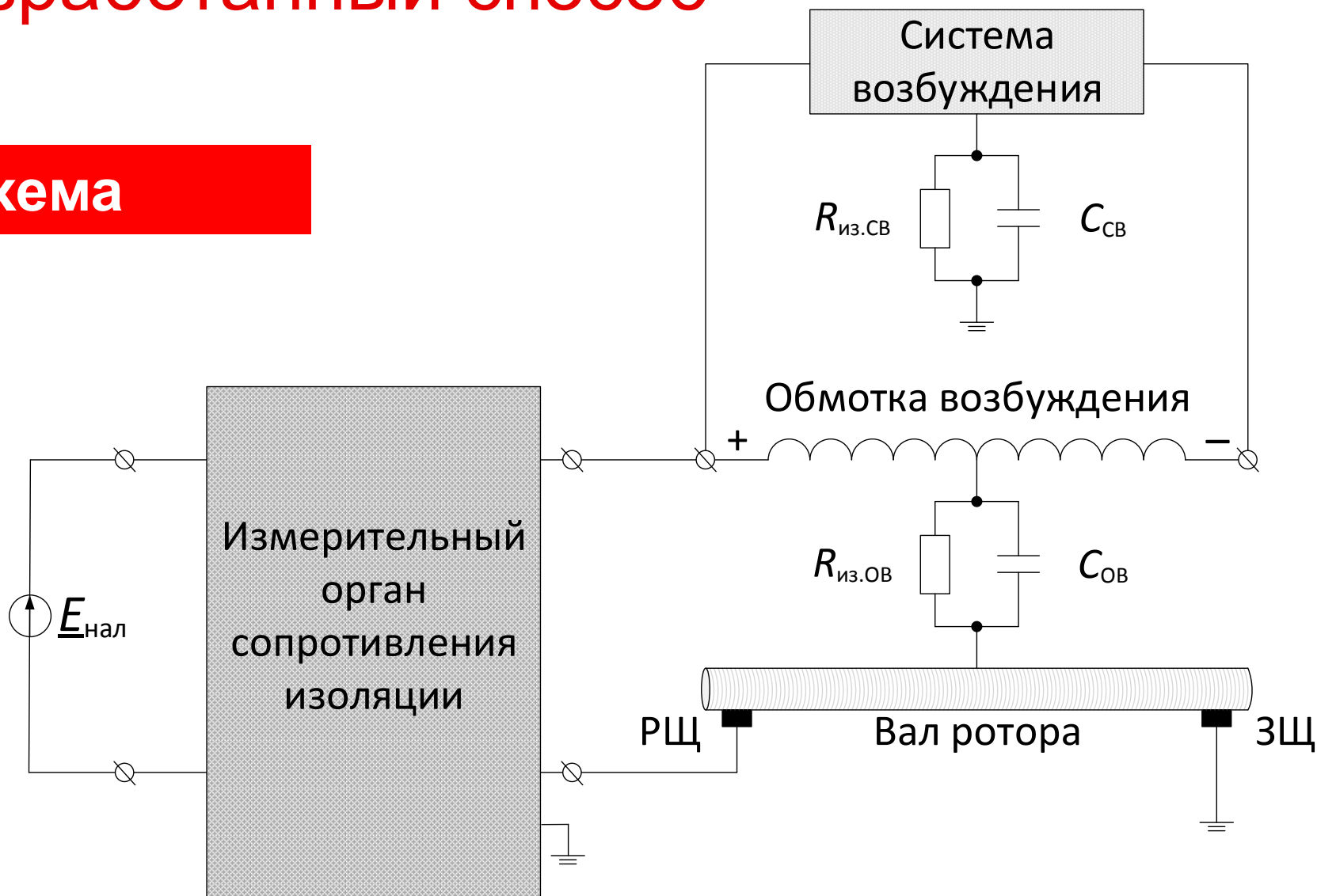
1 – области замеров для цепей возбуждения без ЗБ1-Б

2 – области замеров для цепей возбуждения с установленным ЗБ1-Б



Разработанный способ

Схема

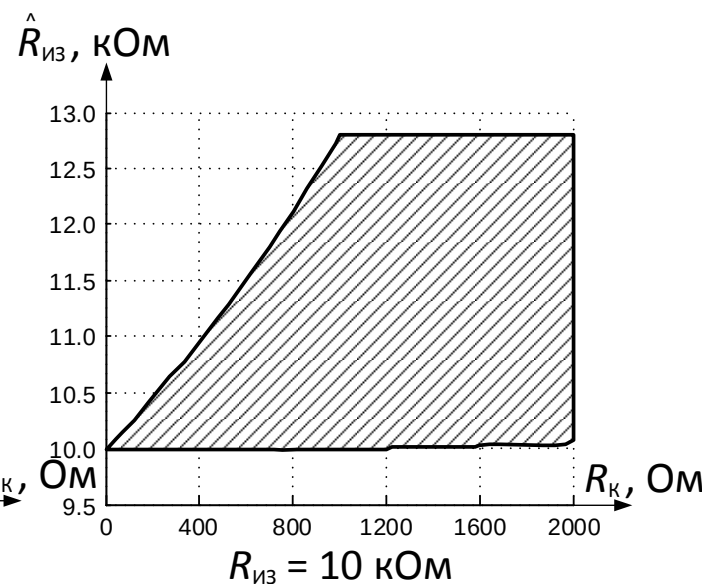
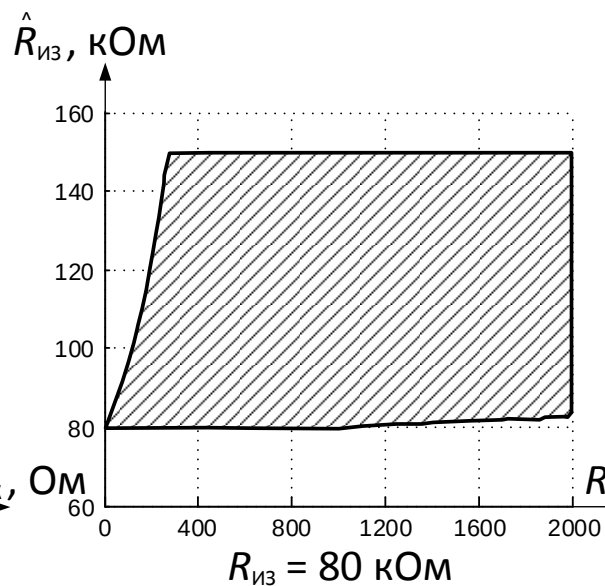
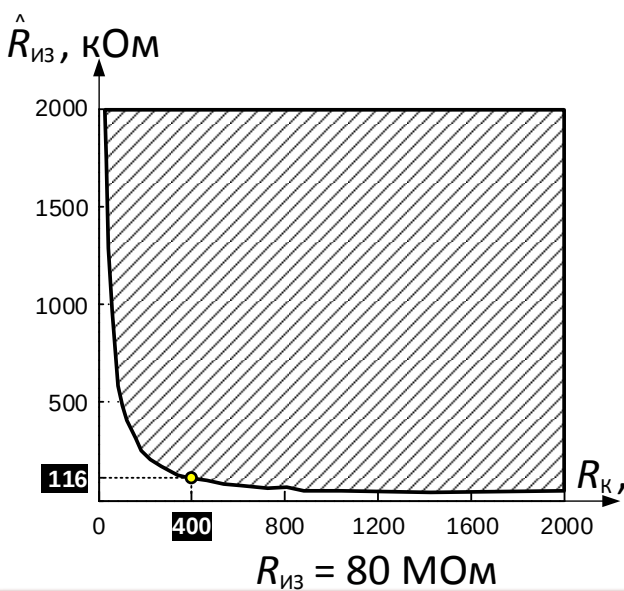


Разработанный способ

Результаты

$R_{из}$ – Сопротивление изоляции обмотки возбуждения

$R_k = R_{к.рщ} + R_{к.зщ}$ – Суммарное сопротивление в местах контакта щёток



ИЦ Бреслер

Надежные и нужные защиты

Разработанный способ

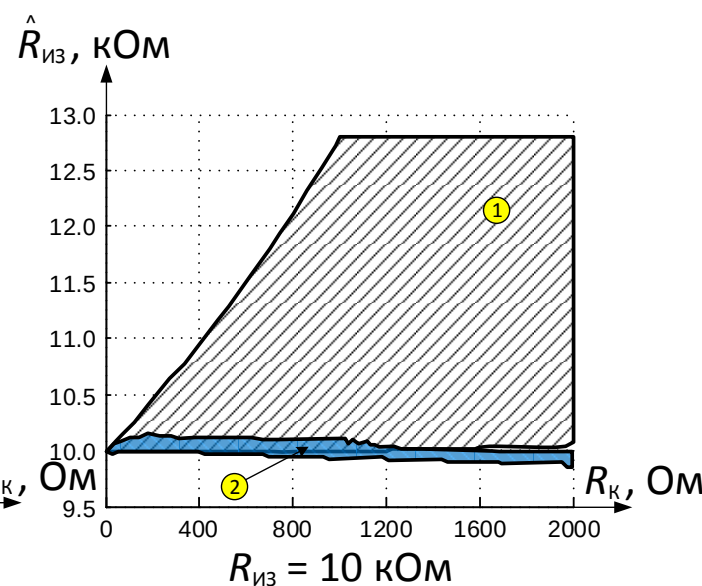
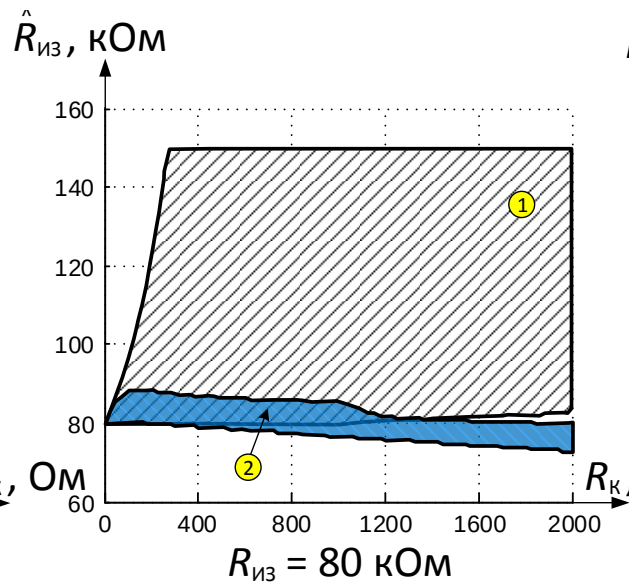
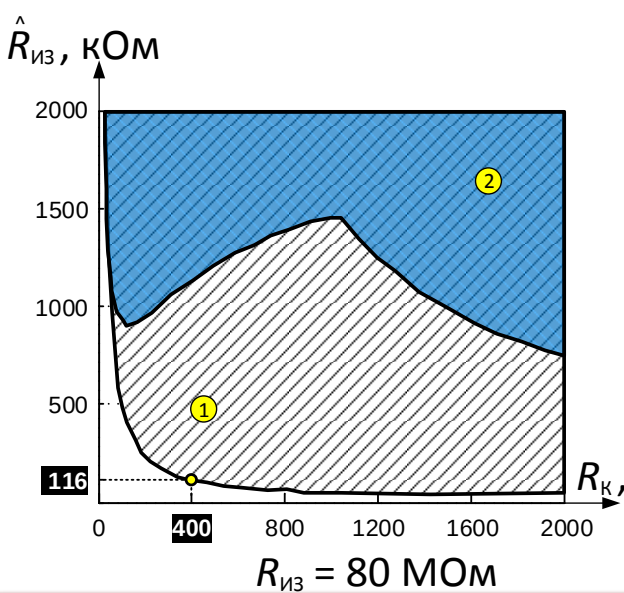
Результаты

$R_{из}$ – Сопротивление изоляции обмотки возбуждения

$R_k = R_{к.рщ} + R_{к.зщ}$ – Суммарное сопротивление в местах контакта щёток

1 – области замеров для цепей возбуждения без ЗБ1-Б

2 – области замеров для цепей возбуждения с установленным ЗБ1-Б



ИЦ Бреслер

Надежные и нужные защиты

Выводы

1. Неполное нарушение контакта релейной или заземляющей щётки с валом генератора может привести к ложной работе устройств защиты цепей возбуждения от замыкания на землю в одной точке с наложением контрольного тока низкой частоты (к примеру, БЭ 1104).
2. Использование заземляющего блока ЗБ-1Б значительно улучшает условия работы защиты с наложением контрольного тока при неполном нарушении контакта щёток с валом.
3. Разработанный способ защиты позволяет практически полностью отстроиться от влияния неполного нарушения контакта щёток с валом на занижения замера сопротивления изоляции цепей возбуждения. Также данный способ позволяет упростить наладку и эксплуатацию защиты.



Спасибо за внимание!

Авторы: Романов Ю.В.,
Нестерин А.А.,
Ашмарин А.О.

Докладчик: Нестерин А.А.

E-mail: nesterin@inbox.ru



ИЦ Бреслер

Надежные и нужные защиты