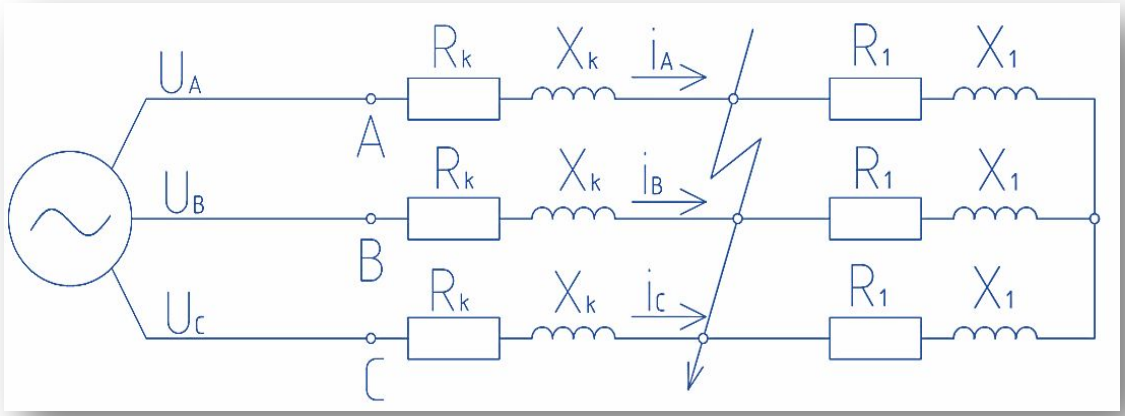
Расчет токов короткого замыкания

Короткие замыкания в

Короткое замыкание – это случайное или преднамеренное, не предусмотренное нормальным режимом работы, электрическое соединение различных точек электроустановки между собой или землей, вследствие которого токи в ветвях электроустановки, примыкающих к месту его возникновения, резко возрастают, превышая наибольший допустимый ток.



Короткие замыкания в

Причины возникновения коротких замыканий:

- Старение и вследствие этого пробой изоляции;
- Набросы на провода линий электропередачи;
- Обрывы проводов с падением на землю;
- Механические повреждения изоляции кабельных линий при земляных работах;
- Удары молнии в линии электропередачи и др.

Короткие замыкания в

Последствия возникновения коротких замыканий:

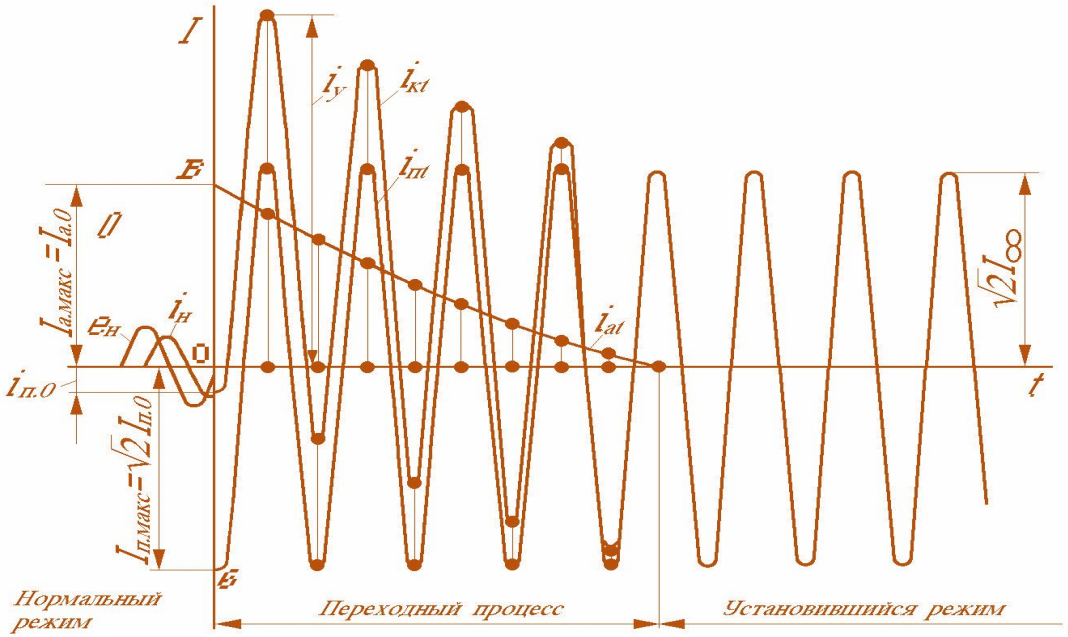
- Механические и термические повреждения электрооборудования;
- Возгорания в электроустановках;
- Нарушение работы электродвигателей;
- Нарушение устойчивости работы энергосистем.

Моделирование коротких замыканий

Короткое замыкание – это аварийный переходный режим, который характеризуется совокупностью электромагнитных и механических изменений в системе.

Переходные процессы при коротких замыканиях

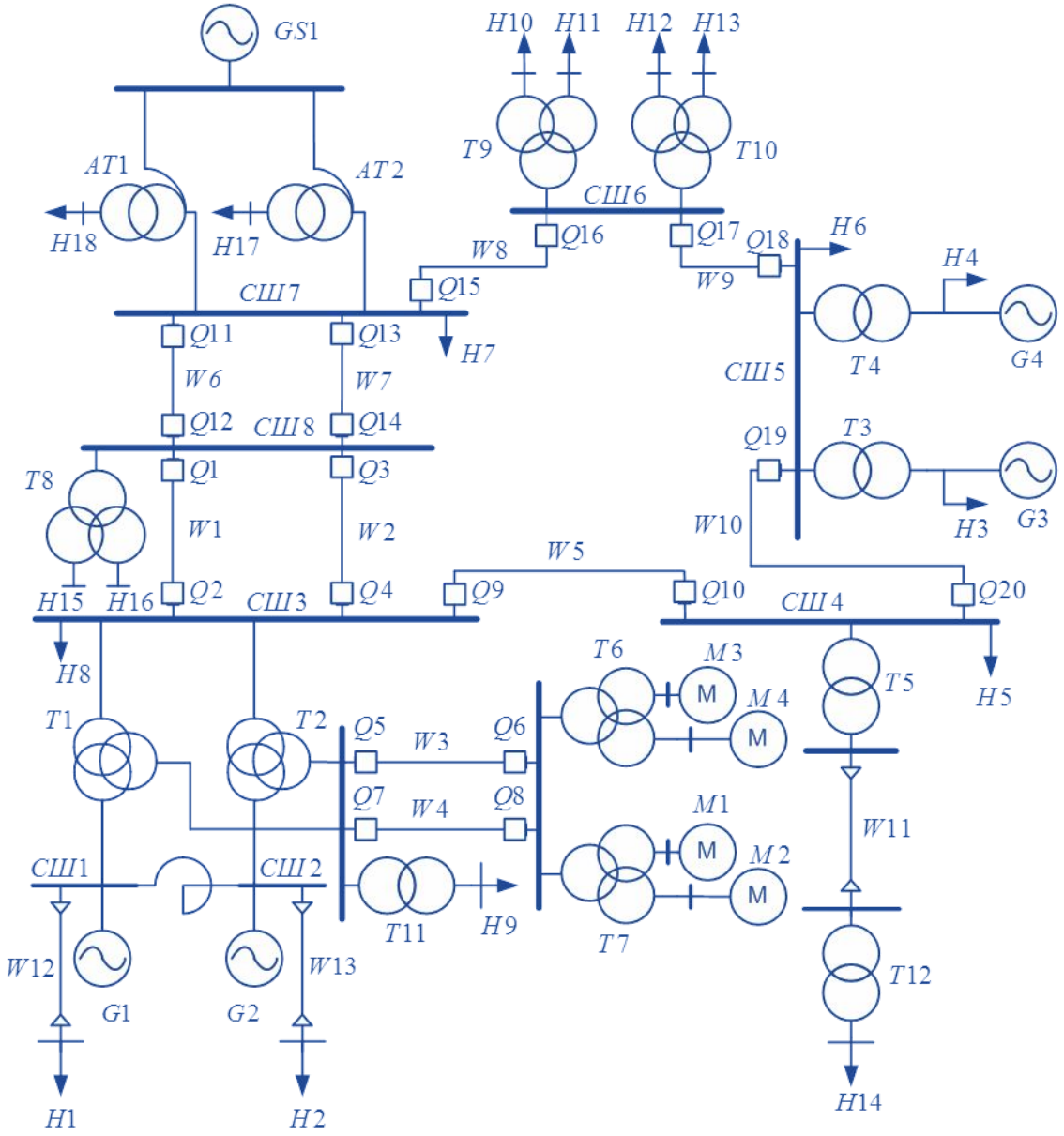
- Волновой (до 0,1-1 мкс.)
- Электромагнитный (до 0,5 с.)
- Электромеханический (1с.- 10мин.)



! Во время переходного процесса схемы замещения электрических машин должны изменяться, а значения замещающей ЭДС и сопротивлений, за которыми она приложена, должны являться функциями от времени.

Моделирование коротких замыканий

! Кроме того, согласно стандарту ГОСТ Р 52735-2007 в сложных и разветвлённых схемах определение точного значения токов короткого замыкания возможно лишь путем решения системы дифференциальных уравнений, составленных для мгновенных значений токов в узлах и падений напряжения в контурах схемы замещения, учитывающей как индуктивные, так и активные сопротивления всех элементов исходной расчетной схемы.



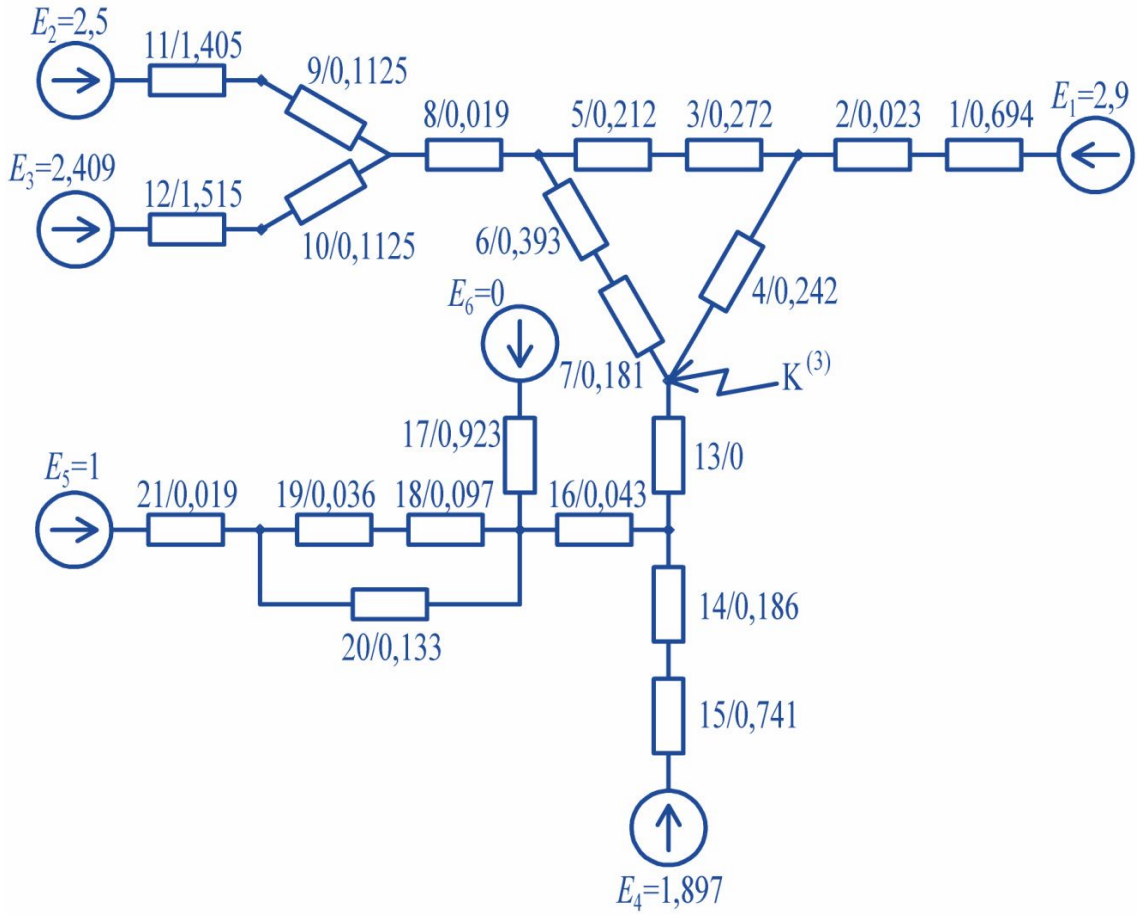
Расчеты токов короткого замыкания

Основные допущения при расчетах:

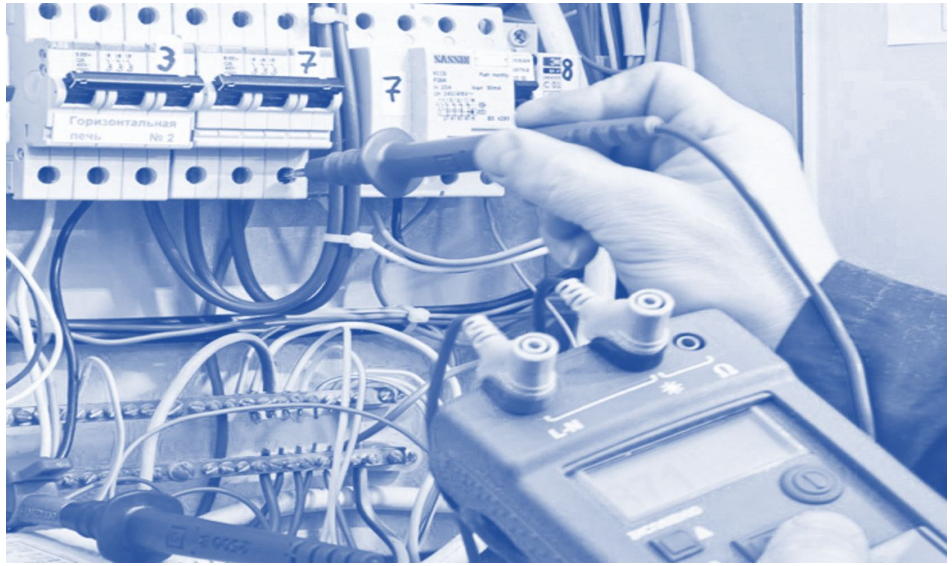
1. Отсутствие качаний синхронных машин на начальной стадии переходного процесса;
2. Отсутствие насыщения магнитных систем, что позволяет считать все системы линейными;
3. Сохранение симметрии трехфазной системы.

Основные, широко используемые, методики расчета токов короткого замыкания:

1) Международные (стандарты IEC);
2) Североамериканские (стандарты ANSI/IEEE);
3) Российские (ГОСТ, РД, СО).



Расчеты токов короткого замыкания



Особенности расчетов

До 1000 В

1. Учет активных и реактивных сопротивлений;
2. Учет дуги;
3. Учет нагрева проводников;
4. Учет особого влияния асинхронных двигателей;
5. Учет контактных

Свыше 1000 В

1. Учет всех синхронных генераторов и компенсаторов, а также асинхронных и синхронных двигателей свыше 100 кВт.

! Для сетей свыше 1 кВ также для повышения точности расчета также можно учитывать сопротивление дуги и нагрев проводников.

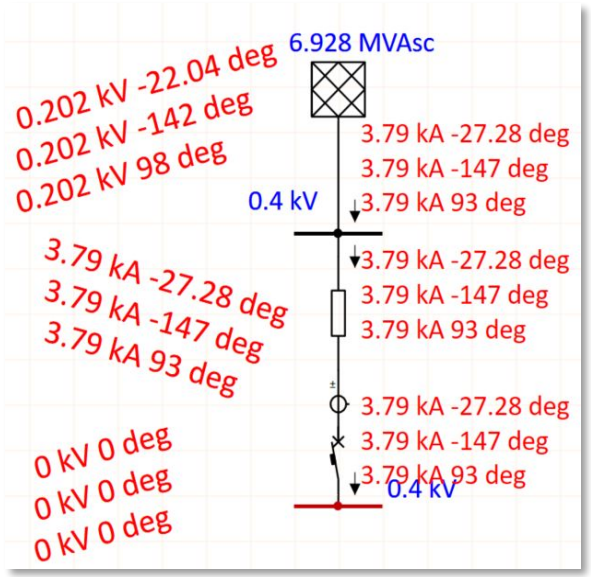
Стандарт

Сравнительный анализ стандартов

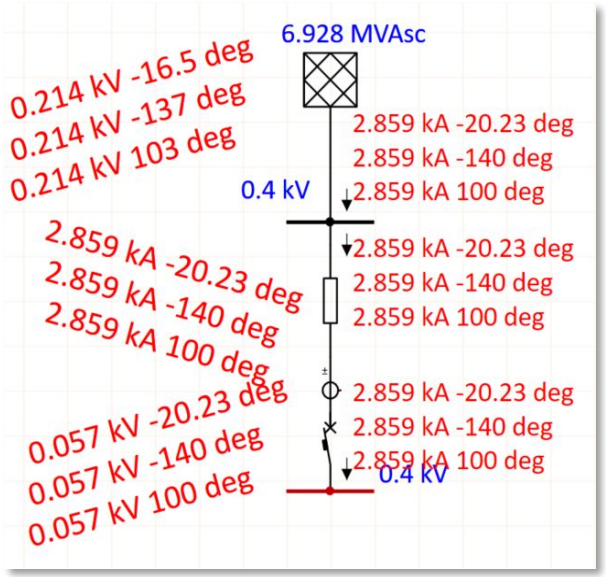
Стандарт	Учет дуги	Учет контактных сопротивлений	Учет нагрева проводников	Затухание периодики
МЭК	-	-	+	+
ANSI	+	-	+	+
ГОСТ	+	+	+	+

Модуль Unbalanced Shor-Circuit GOST:

1. ГОСТ 28249-93, ГОСТ 52735-2007, ГОСТ Р МЭК 60949-2009;
2. Расчет всех видов коротких замыканий;
3. Учет дугового сопротивления, учет сопротивления контактов, нагрева проводников и т.д.



Без учета дуги, контактных сопротивлений и нагрева кабеля



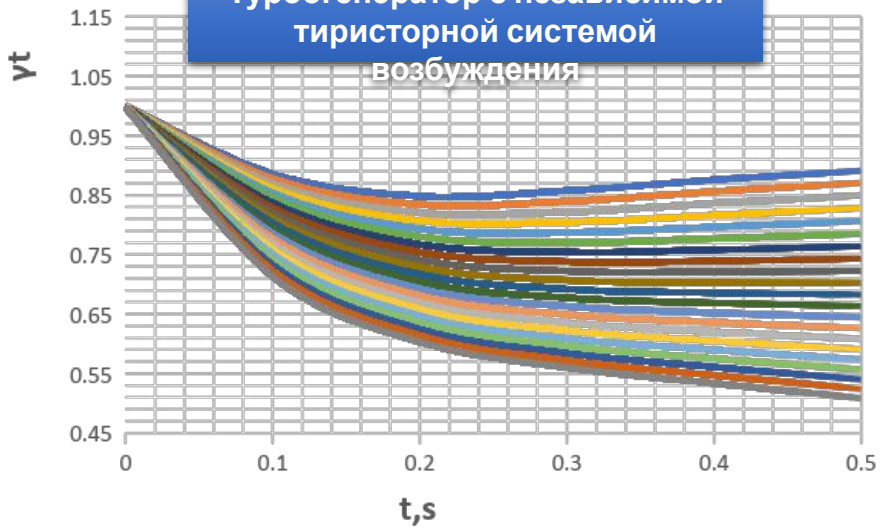
С учетом дуги, контактных сопротивлений и нагрева кабеля

Необходимость учета дуги, контактных сопротивлений и нагрева кабеля в сетях до 1 кВ

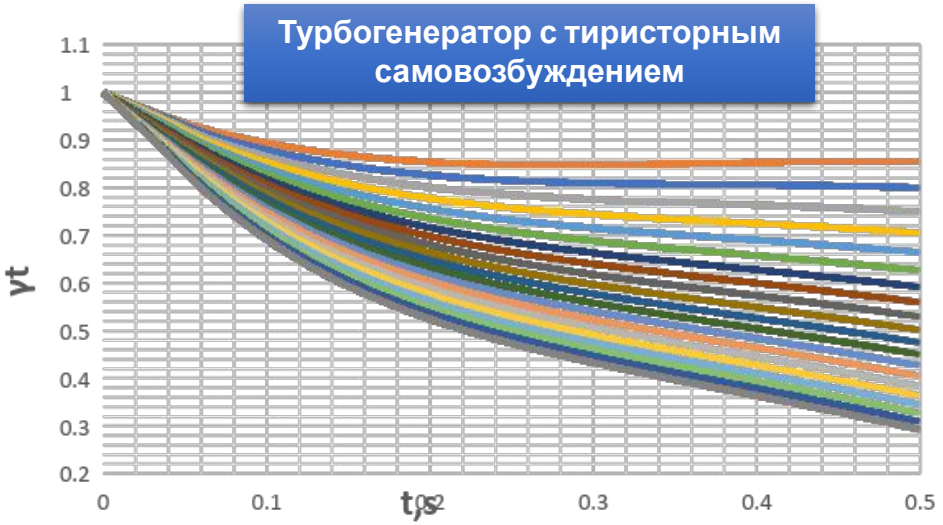
! Пренебрежение сопротивлением дуги, нагревом кабелей и сопротивлений контактов во многих случаях приводит к завышению значения токов короткого замыкания более чем на 25%, что может привести к некорректному срабатыванию релейной защиты.

Затухание генераторов по типовым кривым

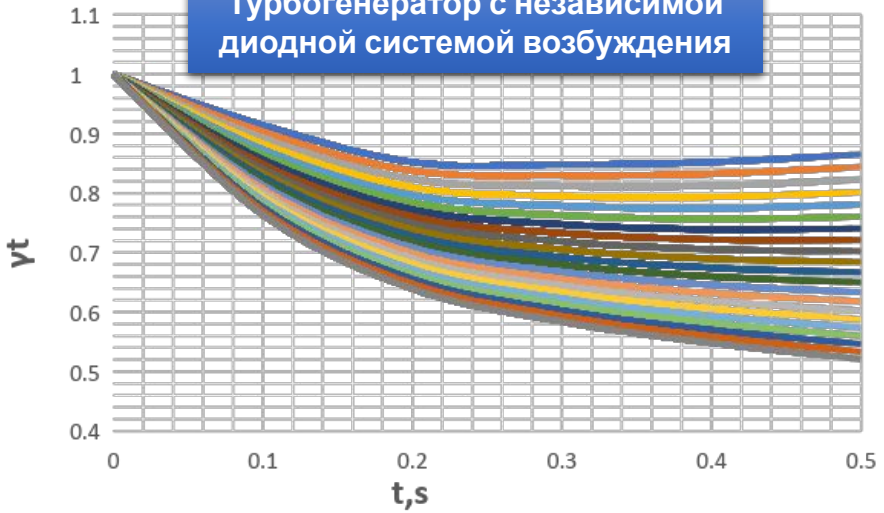
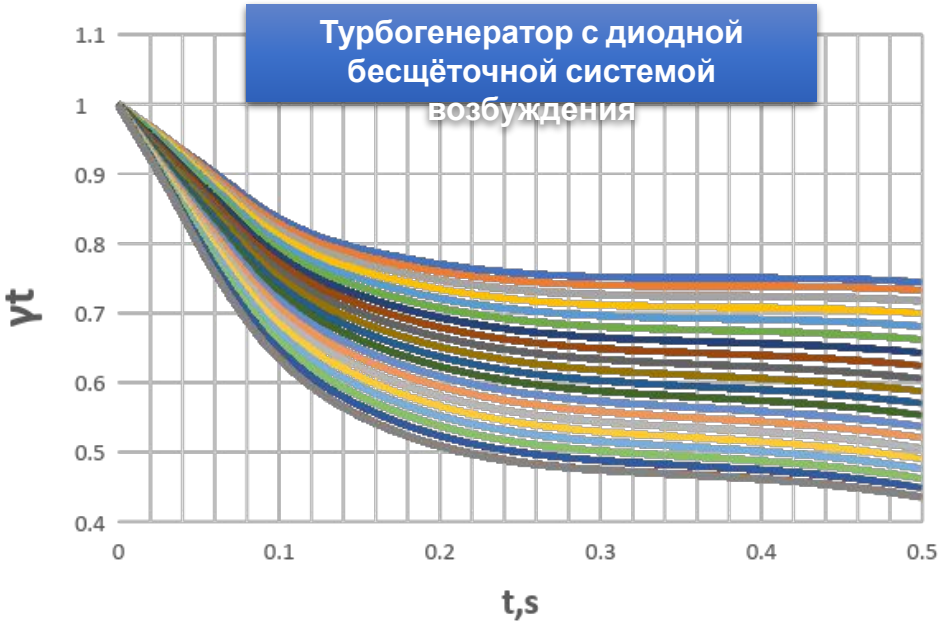
Турбогенератор с независимой тиристорной системой возбуждения



Турбогенератор с тиристорным самовозбуждением



Турбогенератор с независимой диодной системой возбуждения



Турбогенератор с диодной бесщёточной системой возбуждения