



Энергетический институт им.
Г. М. Кржижановского

Разработка алгоритмов волнового ОМП с помощью PSCAD

Докладчик: д.т.н., с.н.с. Лачугин Владимир Федорович

Организация: АО «ЭНИН»

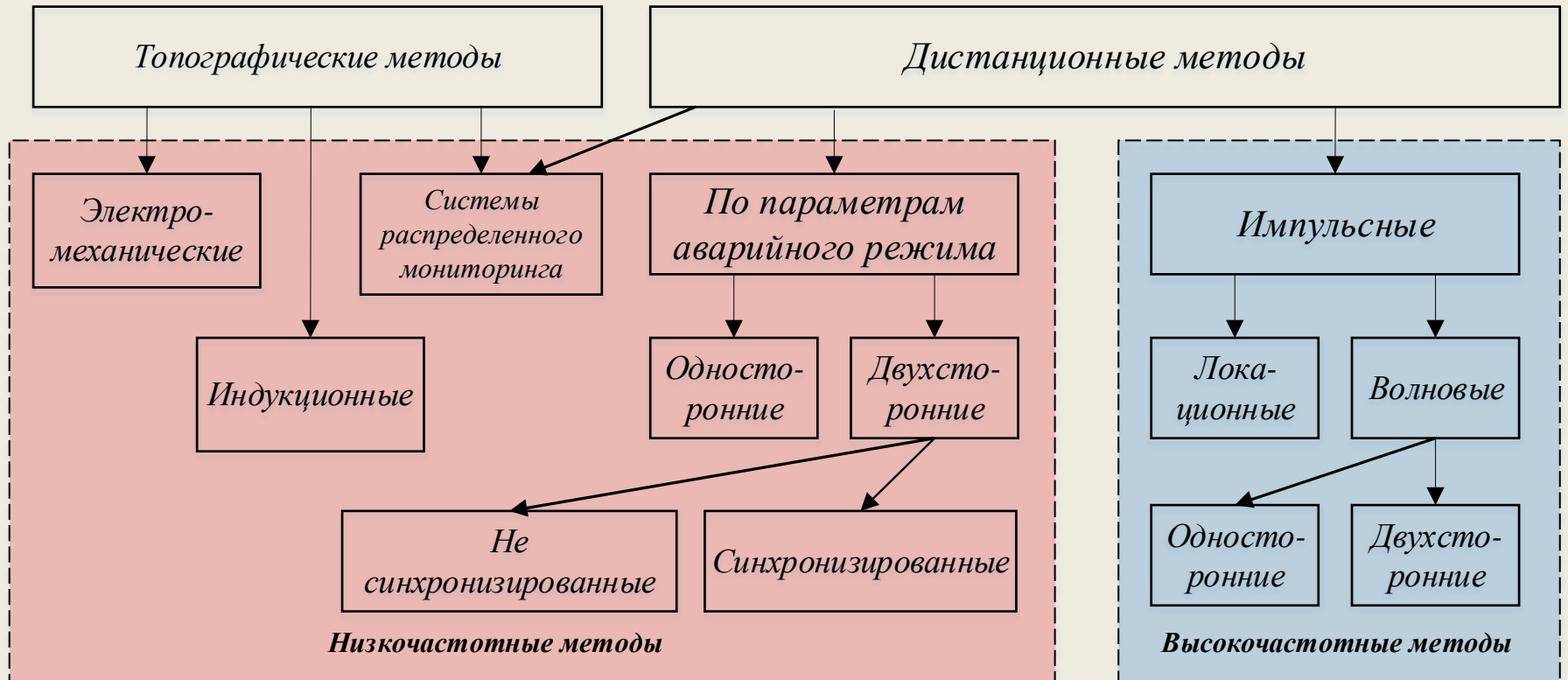
Москва, 2019

Определение мест повреждения (ОМП) на линиях электропередачи

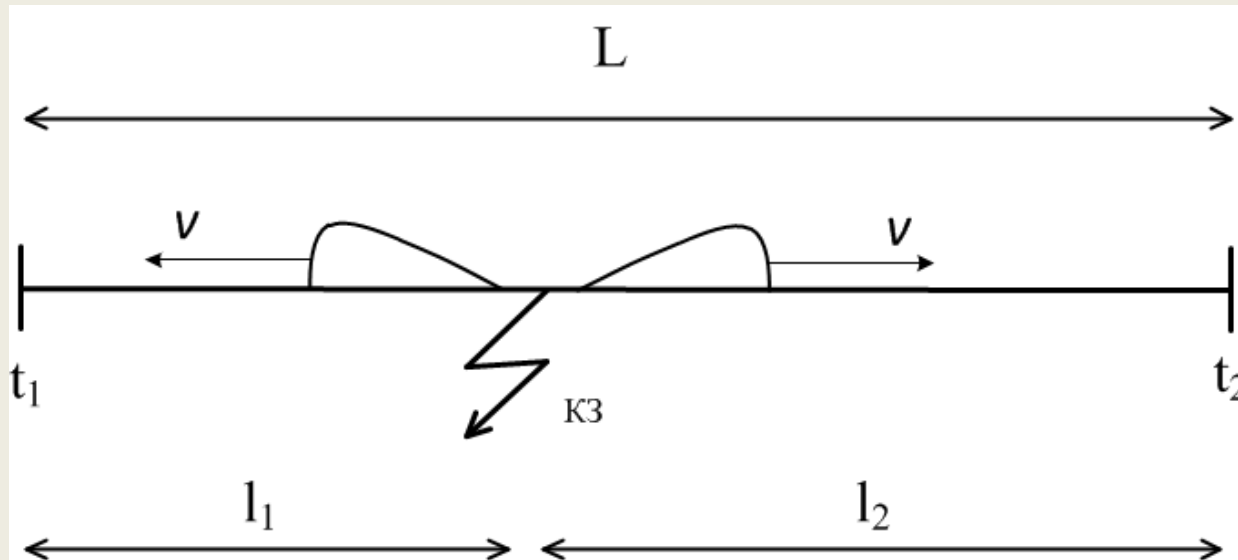
1. Уменьшает зону обхода ВЛ оперативно-ремонтным персоналом;
2. Снижает время введения ВЛ в работу при неуспешном АПВ;
3. Позволяет осуществлять контроль состояния изоляции и токоведущих частей после устранения повреждения.



Методы ОМП (классификация Г. М. Шалыта)



Двухстороннее волновое ОМП

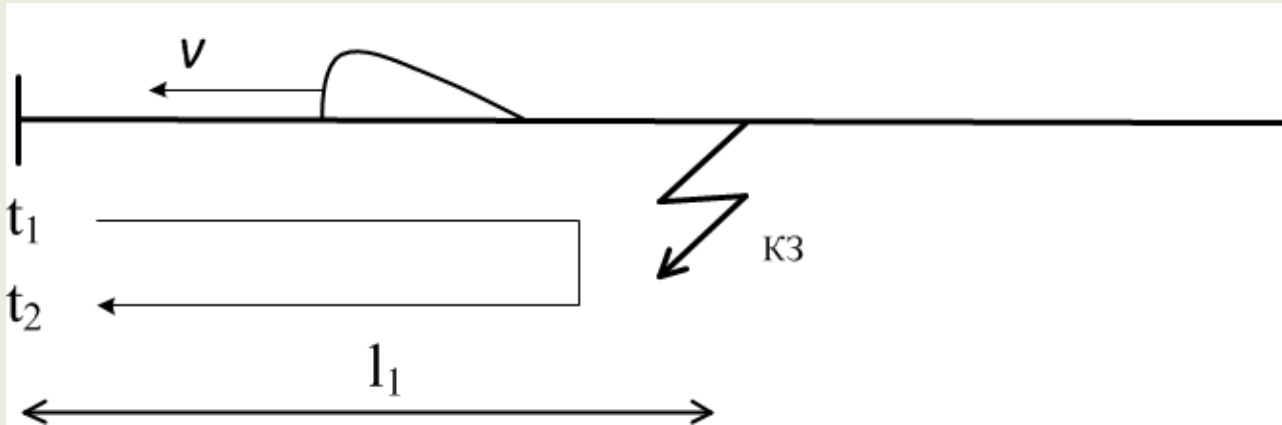


$$l_1 = \frac{L}{2} - \frac{v(t_2 - t_1)}{2}$$

$$l_2 = \frac{L}{2} + \frac{v(t_2 - t_1)}{2}$$

- Необходимо два терминала на разных подстанциях;
- Точность до одного пролета ЛЭП (частота дискретизации 1 – 20 МГц);
- Требуется синхронизации

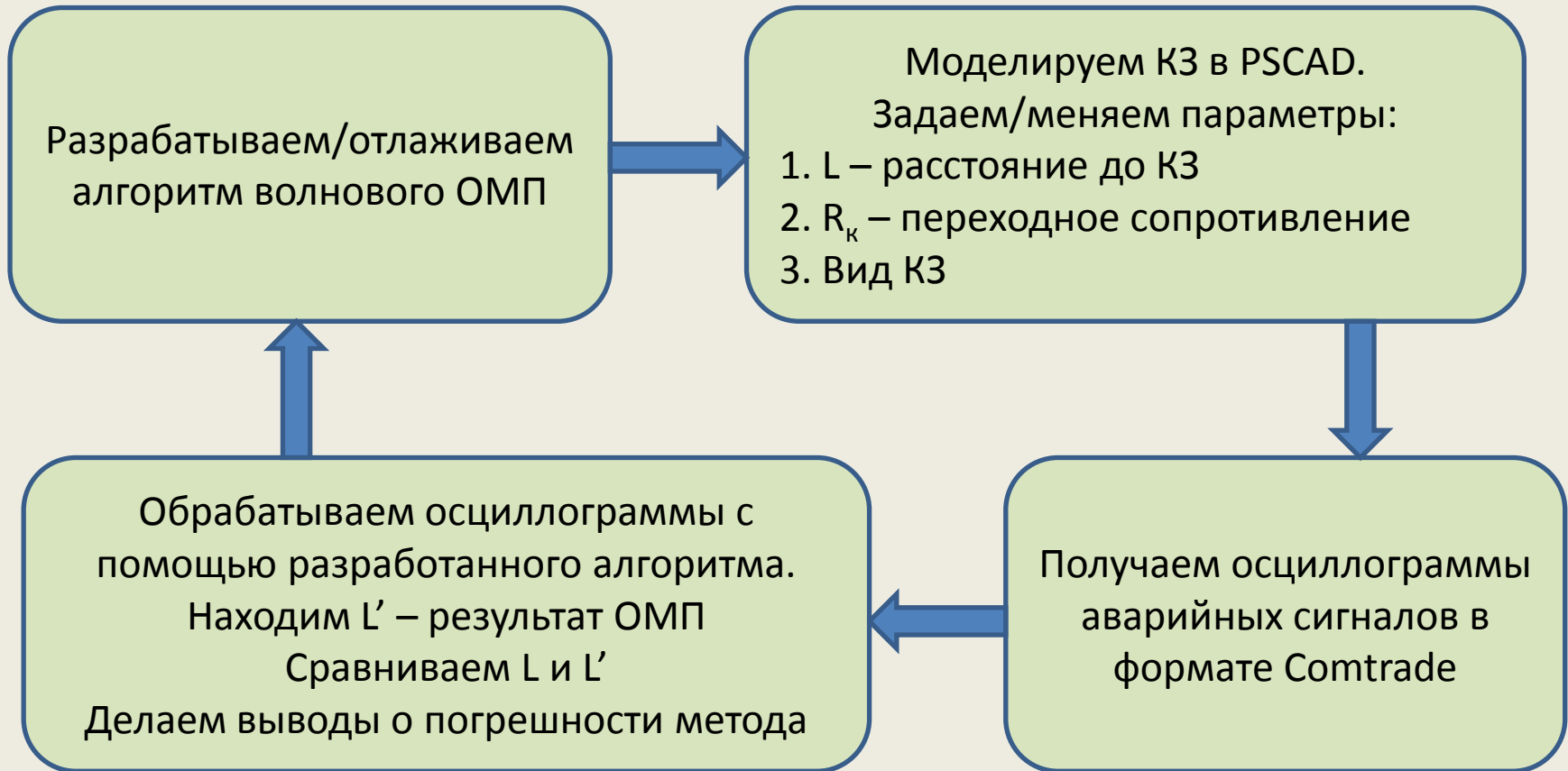
Одностороннее волновое ОМП



$$l_1 = \frac{v(t_2 - t_1)}{2}$$

- Один терминал;
- Не требует синхронизации;
- Необходима отстройка от других отраженных волн;
- Сигнал затухает при двойном пробеге по ЛЭП.

Зачем разработчику нужен PSCAD/EMTDC?



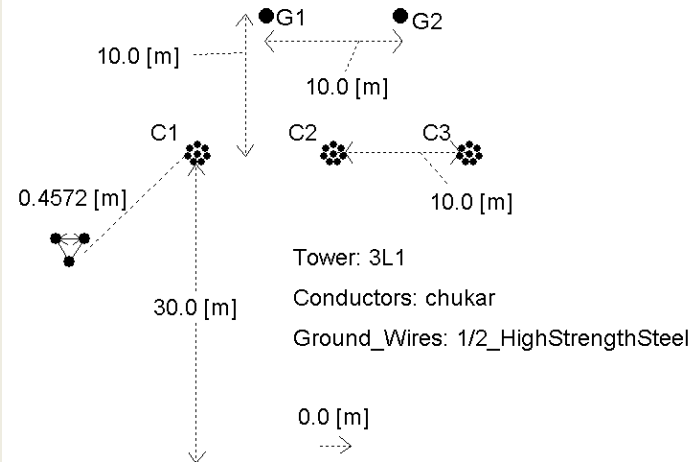
Преимущества PSCAD

1. Частотно-зависимые модели ВЛ и КЛ



Frequency Dependent (Phase) Model Options

Travel Time Interpolation: On
Curve Fitting Starting Frequency: 0.5 [Hz]
Curve Fitting End Frequency: 1.0E6 [Hz]
Total Number of Frequency Increments: 100
Maximum Order of Fitting for Yc: 20
Maximum Fitting Error for Yc: 0.2 [%]
Max. Order per Delay Grp. for Prop. Func.: 20
Maximum Fitting Error for Prop. Func.: 0.2 [%]
DC Correction: Disabled
Passivity Checking: Disabled



Resistivity: 100.0 [ohm*m]

Aerial: Analytical Approximation (Deri-Semlyen)

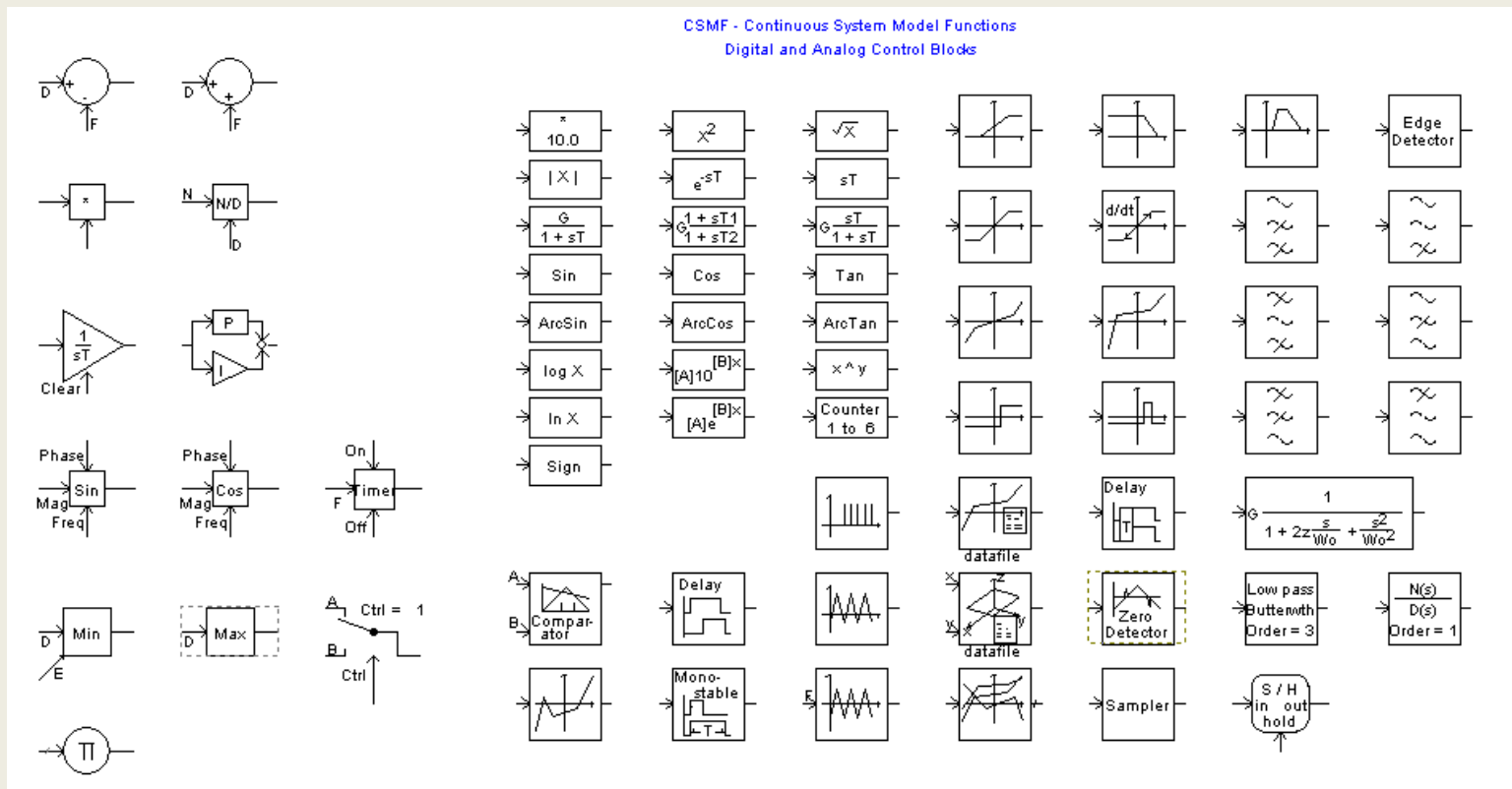
Underground: Direct Numerical Integration

Mutual: Analytical Approximation (LUCCA)

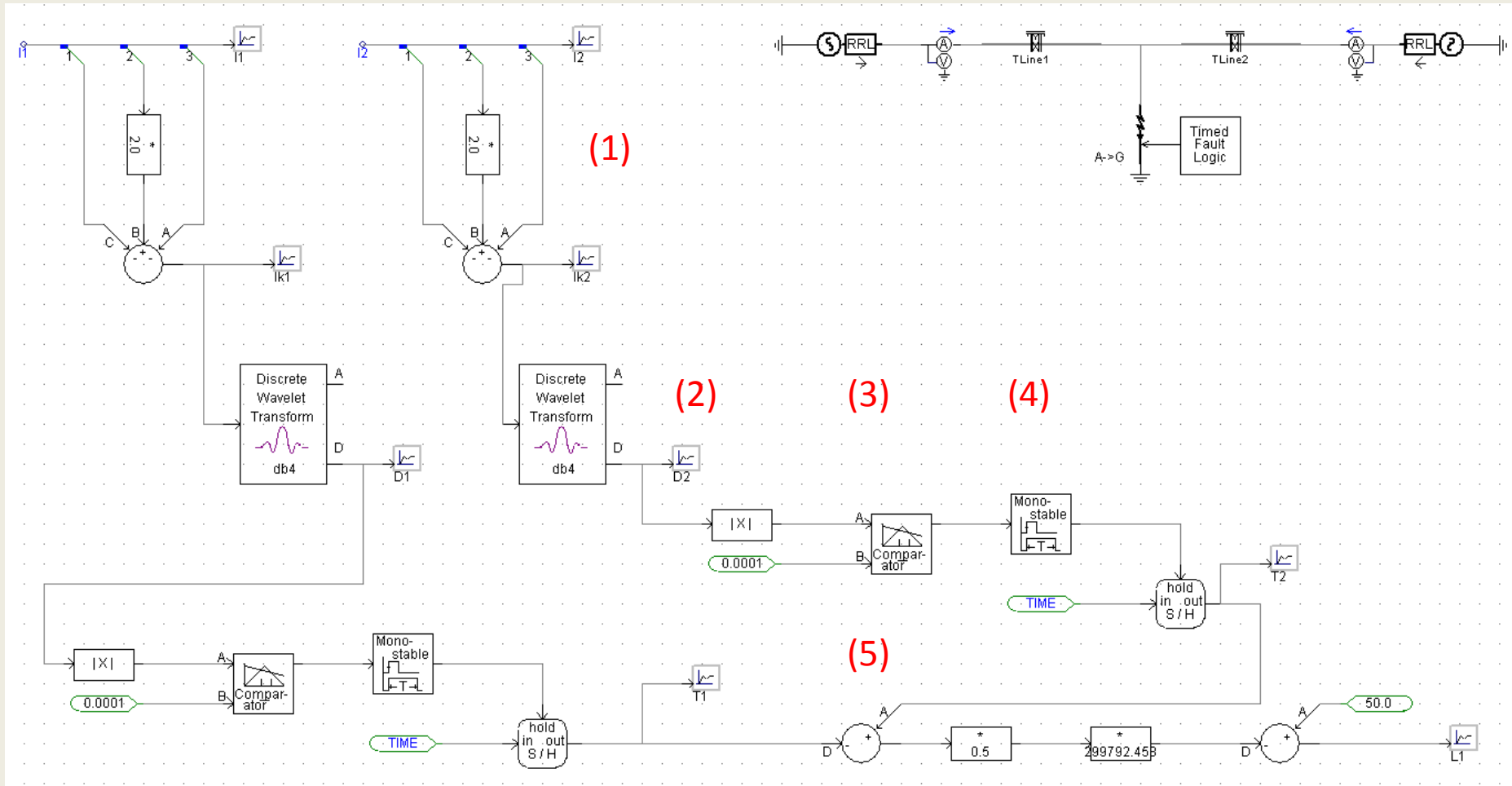
2. Элементы непрерывной обработки сигналов (CSFM)

Позволяют собрать алгоритмы ОМП непосредственно в среде PSCAD

- Простейшие операции с массивами (сложение, вычитание, деление)
- Численные методы (дифференцирование, интегрирование)
- Дискретная математика (Булевы функции, задержки, элементы управления)
- Цифровая обработка сигналов (Фурье-преобразование, вейвлет-преобразование)



Пример реализации алгоритма двухстороннего волнового ОМП в среде PSCAD



Спасибо за внимание!