

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2008

ИЗСЛЕДВАНЕ ДЕЙСТВИЕТО НА ЗАЩИТНИТЕ УСТРОЙСТВА СРЕЩУ ПРЕНАПРЕЖЕНИЯ НА ВЯТЪРЕН ГЕНЕРАТОР

Маргрета Василева

Димитър Димитров

INVESTIGATION OF SURGE PROTECTIVE DEVICES OPERATION OF A WIND GENERATOR

Margreta Vasileva

Dimitar Dimitrov

Abstract. *The interest to the investments in a wind energetics increases in the last years. The wind energetics is the fastest developing direction in the energetics in global scale. The wind energy is more attractive because its prices are lower in comparison of the other technologies for generating energy. The right choice of the surge protective devices has the important meaning on building and exploitation of the wind generators. The aim of this paper is investigation of the surge protective devices operation when they are installation to a wind generator.*

ВЪВЕДЕНИЕ.

При изграждане и експлоатация на вятърните генератори важно значение има правилният избор на защитни устройства за ограничаване на пренапрежения, които възникват в електрическата мрежа при атмосферна дейност или комутации.

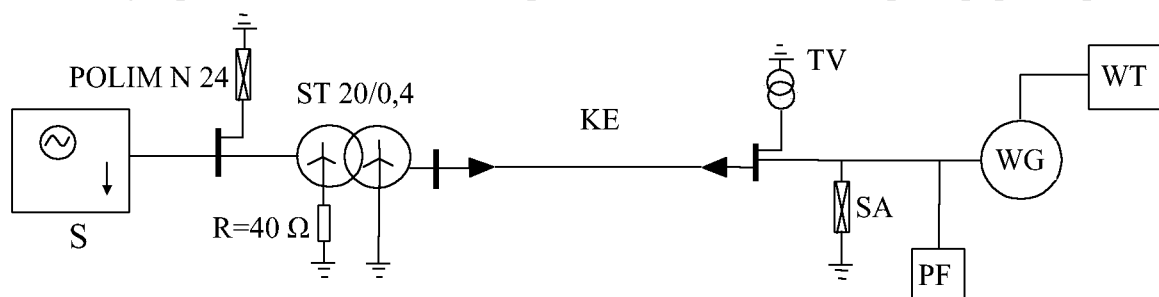
Целта на настоящия доклад е да се изследва работата на устройствата за ограничаване на пренапрежения, при въздействие на атмосферни пренапрежения в мрежата. Атмосферните пренапрежения са от пряк удар на мълния върху корпуса на вятърната турбина или индуктирани при близко попадение на мълния. Необходимо е да се установи способността на устройствата да ограничават пренапрежения и енергийната им устойчивост при тези въздействия.

Изследванията са направени чрез имитационно моделиране.

ОПИСАНИЕ НА МОДЕЛА. Имитационният модел на мрежата обединява описанията на следните структурни елементи [1]: захранваща система 20 kV (S); силов трансформатор 20/0,4 kV с мощност 400 kVA (ST 20/0,4); четирижилен кабел тип ПВ (KE); устройства за защита от пренапрежения (SA, POLIM N 24); измервателни напреженови трансформатори (TV), вятърен генератор с мощност 275 kVA (WG); турбина, задвижвана от вятъра (WT) и кондензаторна батерия (PF). Защитните устройства за ниско напрежение (SA) са тип SPD-D10/3PN на фирма ELMARK. Параметрите на SA са $I_n=10$ kA; $U_p=1,2$ kV; $I_{max}=20$ kA; $U_c=440$ V [2]. Монтирани са между фазов и нулев проводник на мрежата. Параметрите на защитните устройства POLIM N 24 са $U_c=24$ kV; $U_p=86,9$ kV за токов импулс с фронт 1 μ s и амплитуда 10 kA и специфична способност за поемане на енергия 5,5 kJ/kV U_c [3].

Еднолинейна схема на изследваната мрежа е показана на фиг. 1.

За да се установи способността на устройствата да ограничават пренапреженията в мрежата е необходимо да се контролират напреженията на защитните устройства SA при различните въздействия и напреженията на защитните устройства POLIM N на страна 20 kV на силовия трансформатор.



Фиг. 1. Еднолинейна схема на изследваната мрежа

Енергийната устойчивост на устройствата се установява чрез контролиране на максималния ток за SP и чрез поетата максимална енергия за POLIM N. Контролираните параметри се сравняват със съответните каталожни данни и се прави оценка за защитните характеристики и енергийната устойчивост на защитните устройства.

За изследване работата на защитните устройства при въздействие на индуцирани пренапрежения е моделирана апериодична вълна на индуцирано пренапрежение (U_{ind}) с различни амплитудни стойности и размери $1/10 \mu s$.

Параметрите на тока на мълнията при изследване на действието на SA при пряк удар на мълния са амплитуда 80 kA и размери $1/10 \mu s$. При такова въздействие възниква висок потенциал на нулевата шина (G), към която са свързани корпуса на вятърната турбина, защитните устройства SA и нулевия проводник на кабела KE.

Моделът на изследваната мрежа е изграден в програмна среда MATLAB SIMULINK (фиг. 2) и дава възможност да се изследват вълнови процеси в мрежа ниско напрежение от схемата на свързване на вятърния генератор и работата на устройства за защита от пренапрежения в тези мрежи.

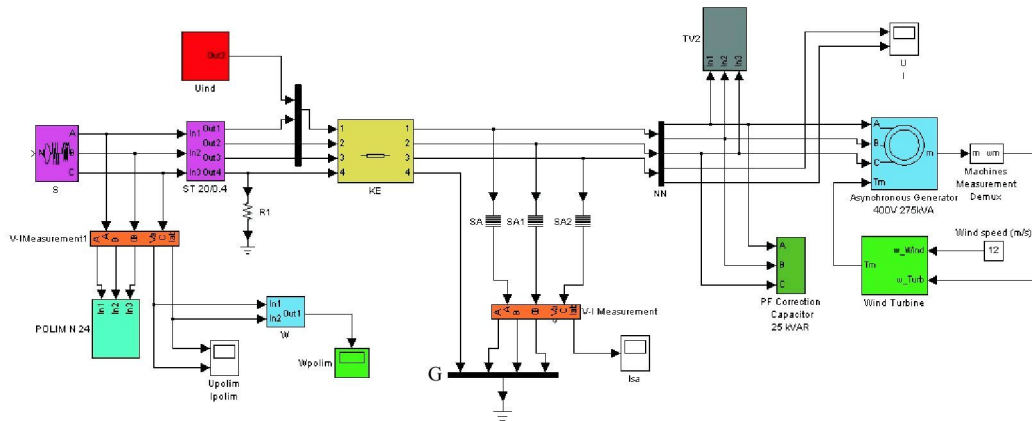
ВАРИАНТНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И РЕЗУЛТАТИ. Изследвано е действието на SA при следните въздействия:

- 1) Индуцирана вълна на пренапрежение от атмосферен произход (U_{ind}) в единия край на кабела и влияние на дължината на кабела върху големината на пренапреженията и работата на устройствата.
- 2) Поява на висок потенциал на нулевата шина (G) в мрежа ниско напрежение.

Резултатите от изследването по първия вариант при дължина на кабела 36 m и амплитуда на индуцираната напреженова вълна 10 kV са показани на фиг. 3 и фиг. 4. Вижда се, че защитните устройства SA ограничават пренапреженията според зададеното им каталожно ниво, а токовете през тях са близки до максимално допустимите им (20 kA). Аналогични изследвания са направени и за дължина на кабела 50 m, 70 m и 100 m. Токовете и напреженията са аналогични по форма на тези от фиг. 3. Устройствата ограничават до зададеното им защитно ниво, а токовете през тях намаляват с увеличаване

дължината на кабела. Следователно по-дългия кабел осигурява по-ниско енергийно натоварване на защитните устройства. Защитните устройства на страна 20 kV не работват при изследваните случаи (фиг. 4).

Изследвана е работата на защитните устройства на стана ниско напрежение при въздействие и на индуцирани пренапрежения с амплитуда 12 kV, 15 kV, 20 kV и 100 kV за посочените по-горе дължини на кабела.



Фиг. 2. Моделна схема на изследваната мрежа

Определени са пренапреженията, при които съществува опасност от разрушаване на защитните устройства, поради превишаване на максимално допустимия им ток. Резултатите от изследванията са обобщени в таблица 1.

Таблица 1

Опасни пренапрежения за защитните устройства SA в зависимост от дължината на кабела

Дължина на кабела, m	36	50	70	100
Опасни пренапрежения за защитните устройства SA, kV	Над 15	Над 15	Над 20	Над 20

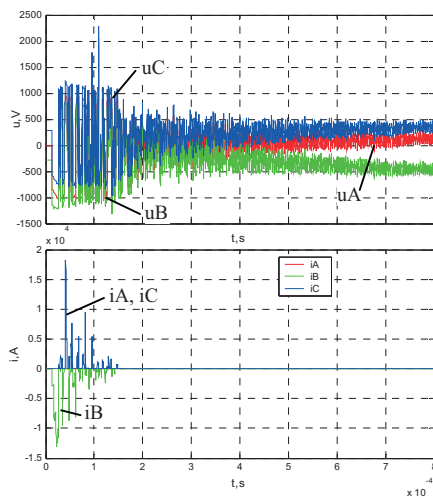
При въздействие на индуцираните пренапрежения с посочената амплитуда е изследвана работата на защитните устройства за средно напрежение POLIM N 24. Получените резултати показват, че пренапрежения с амплитуда над 20 kV водят до заработване на тези устройства.

При поява на висок потенциал на нулевата шина на мрежа ниско напрежение, контролираните параметри на защитните устройства SP са илюстрирани на фиг. 5. Показано е действието им при импулсно напрежение с аperiодична форма и амплитуда 5 kV. Направени са аналогични изследвания за амплитуди 2 kV и 10 kV. При всички изследвани случаи защитните устройства не ограничават пренапреженията и има опасност от разрушаване на изолацията им под действие на високото напрежение.

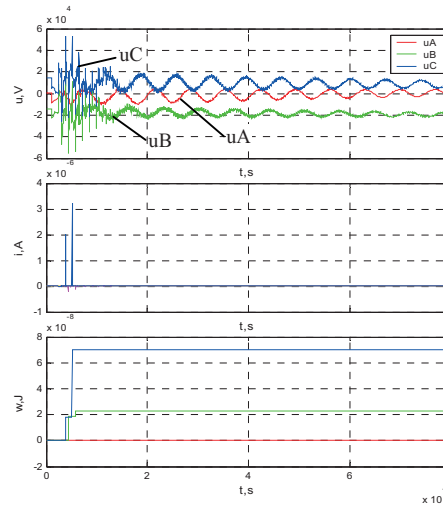
ИЗВОДИ

1) При въздействие на индуцирана вълна на пренапрежение от атмосферен произход в единия край на кабела, защитните устройства за ниско напрежение ограничават пренапрежението до каталожната стойност на защитното им ниво само при амплитуди до 20 kV при дължини на кабела 70 m и 100 m и до 15 kV при по-малки дължини (36 m и 50 m).

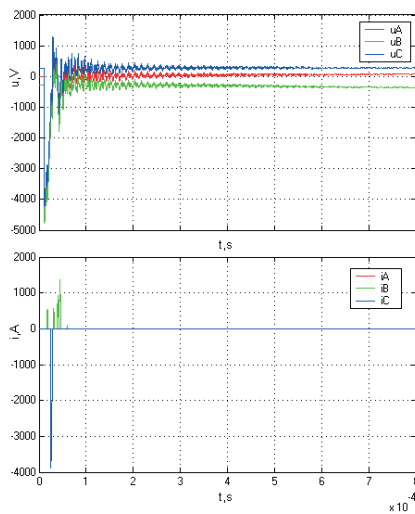
2) По-дългата кабелна връзка между вятърния генератор и трансформатора 20/0,4 kV облекчава енергийното натоварване на защитните устройства SA.



Фиг. 3. Напрежения и токове на защитните устройства (SA) за ниско напрежение при въздействие на индуктирано напрежение с амплитуда 10 kV в началото на кабел (КЕ) с дължина 36 m



Фиг. 4. Напрежения, токове и енергия на защитните устройства (POLIM N 24) за средно напрежение при въздействие на индуктирано напрежение с амплитуда 10 kV в началото на кабел (КЕ) с дължина 36 m



Фиг. 5. Напрежения и токове на защитните устройства SP при възникване на висок потенциал на нулевата шина в мрежа ниско напрежение

3) Защитните устройства на страна 20 kV на силовия трансформатор заработват при индуктирани пренапрежения на страна ниско напрежение с амплитуда над 20 kV. Това води до допълнително натоварване на тези устройства и до по-голям риск от повреда в тях.

4) При възникване на висок потенциал на нулевата шина на мрежа ниско напрежение защитните устройства не ограничават (фиг. 5). Съществува опасност от пробив на изолацията на защитните устройства.

ЛИТЕРАТУРА:

- 1) Василева М. Ограничаване на пренапрежения в електрически мрежи 20 kV. Дисертация за присъждане на научна степен "Доктор". Варна. 2004.
- 2) www.elmark.bg
- 3) www.abb.com

гл. ас. д-р инж. Маргрета Парашкеванова Василева
Технически университет Варна, тел. 052/383 601
052/383 348

e-mail: m.vasileva@tu-varna.acad.bg

проф. д.т.н. инж. Димитър Иванов Димитров
Технически университет Варна