

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Systemy chránění hydroalternátoru

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Radek NATOV**
Osobní číslo: **E16B0039P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Elektrotechnika a energetika**
Název tématu: **Systémy chránění hydroalternátoru**
Zadávající katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište elektrické poruchy hydroalternátoru.
2. Popište princip ochran, které omezují důsledky těchto poruch.
3. Zpracujte návrh programu sekundárních a primárních zkoušek pro vybranou vodní elektrárnu Orlík.
4. Zpracujte pro sekundární zkoušky zkušební program v prostřední Omicron TU.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah kvalifikační práce: **30 - 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

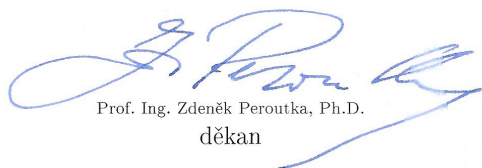
1. **ČSN 33 3051.**
2. **Manuály výrobce ochran.**
3. **Manuál zkušebního SW Omicron.**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jana Jiříčková, Ph.D.**


Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **5. října 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **13. června 2019**


Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan




Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 5. října 2018

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na řešení problematiky chránění hydroalternátoru. Obsahem práce je popsání elektrických poruch a abnormálních provozních stavů hydroalternátoru, obecné požadavky na ochrany a jejich systémy, popsání principu ochran, které omezují důsledky poruch a abnormálních provozních stavů, dále zpracování primárních a sekundárních zkoušek pro vodní elektrárnu Orlik a zpracované sekundární zkoušky v programu Omicron Test Universe.

Klíčová slova

hydroalternátor, hydrogenerátor, ochrany hydrogenerátoru, elektrické poruchy, abnormální provozní stavy, primární zkoušky, sekundární zkoušky, přístrojový transformátor, požadavky na ochrany

Abstract

This bachelor thesis is focused on the solution of hydro-alternator protection. The thesis deals with the description of electrical disturbances and abnormal operating conditions of the hydro-alternator, general protection requirements and their systems, the description of the protection principles that limit the consequences of failures and abnormal operating conditions. Bachelor thesis also includes primary and secondary tests. Secondary tests are processed in program Omicron Test Universe.

Key words

hydroalternator, hydrogenerator, hydrogenerator protection, electrical faults, abnormal operating conditions, primary tests, secondary tests, instrument transformer, protection requirements

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....

Podpis

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucí práce paní Ing. Janě Jiříčkové Ph.D, za odborné vedení práce a poskytnutí materiálů. Dále bych rád poděkoval konzultantovi práce panu Janu Markvartovi za odbornou pomoc při konzultacích a za cenné připomínky. Také děkuji firmě ČEZ Vodní elektrárny za poskytnutí a možnost testování ochrany 7UM62 a za licenci programu Omicron Test Universe verze 3.20. Samozřejmě děkuji rodičům za poskytovanou podporu a oporu během celé doby mého studia.

Obsah

OBSAH.....	6
ÚVOD.....	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	9
1 HYDROGENERÁTOR.....	10
1.1 Izolační poruchy hydrogenerátoru.....	11
1.2 Rozdělení abnormálních provozních stavů.....	12
1.2.1 <i>Tepelné přetížení statoru.....</i>	<i>12</i>
1.2.2 <i>Přepětí.....</i>	<i>13</i>
1.2.3 <i>Podpětí.....</i>	<i>13</i>
1.2.4 <i>Ztráta buzení.....</i>	<i>13</i>
1.2.5 <i>Změna frekvence.....</i>	<i>15</i>
1.2.6 <i>Nesouměrné zatížení.....</i>	<i>16</i>
1.2.7 <i>Zpětný tok výkonu.....</i>	<i>16</i>
1.2.8 <i>Ložiskové proudy.....</i>	<i>17</i>
2 OCHRANY.....	17
2.1 Požadavky na elektrické ochrany a jejich systémy.....	18
2.1.1 <i>Citlivost ochran.....</i>	<i>18</i>
2.1.2 <i>Spolehlivost ochran.....</i>	<i>19</i>
2.1.3 <i>Kontrola činnosti.....</i>	<i>19</i>
2.1.4 <i>Selektivita ochran.....</i>	<i>20</i>
2.1.5 <i>Požadavky na vypínače.....</i>	<i>21</i>
2.1.6 <i>Zálohování ochran.....</i>	<i>22</i>
2.1.7 <i>Požadavky na napájení pomocným napětím.....</i>	<i>22</i>
2.1.8 <i>Přístrojové transformátory.....</i>	<i>23</i>
3 OCHRANY PŘED PORUCHAMI HYDROGENERÁTORU.....	28
3.1 Rozdílová ochrana.....	28
3.2 Nadproudová ochrana.....	30
3.3 Ochrana proti tepelnému přetížení.....	31
3.4 Ochrana proti nesymetrickému zatížení.....	32
3.5 Ochrana proti podbuzení a ztrátě buzení.....	33

3.6	Ochrana proti přebuzení.....	34
3.7	Ochrana proti zemnímu spojení statoru.....	35
3.8	Ochrana proti zemnímu spojení rotoru.....	36
3.9	Frekvenční ochrana	37
3.10	Podpěťová ochrana.....	37
3.11	Přepěťová ochrana.....	38
3.12	Impedanční ochrana.....	38
3.13	Ochrana proti zpětnému toku výkonu.....	39
4	PRIMÁRNÍ ZKOUŠKY.....	39
4.1	Obecné poznatky o primárních zkouškách.....	39
4.2	Návrh programu primárních zkoušek pro elektrárnu Orlík.....	40
5	SEKUNDÁRNÍ ZKOUŠKY.....	42
5.1	Obecné poznatky o sekundárních zkouškách.....	42
5.2	Návrh programu sekundárních zkoušek pro elektrárnu Orlík.....	42
6	ZÁVĚR.....	48
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....		49
PŘÍLOHY.....		1
SEZNAM PŘÍLOH.....		1

Úvod

V reálném provozu neexistuje zařízení se stoprocentní spolehlivostí a bezporuchovostí, proto se v elektrické soustavě používají ochrany, aby se zabránilo vzniku škod, nebo omezil jejich rozsah na chráněném objektu. Dále ochrana zajišťuje ochranu osob před účinkem elektrické energie.

Tato bakalářská práce se zaměřuje v první části na poruchy a abnormální stavy hydrogenerátoru, popisuje jejich příčiny vzniku, průběhy a možné důsledky na samotný hydrogenerátor.

Ve druhé části se práce věnuje obecným požadavkům na elektrické ochrany a jejich systémy, které vycházejí z normy ČSN 33 3051. Dále se v této části věnuje popisu přístrojových transformátorů. Ve třetím bodě práce popisuje jednotlivé elektrické ochrany před poruchami hydrogenerátoru a jejich funkce.

V posledních bodech se zabývám obecným popisem a návrhem primárních a sekundárních zkoušek. Předmětem realizovaných sekundárních zkoušek v programu Omicron Test Universe jsou funkce rozdílové ochrany, nadproudové ochrany, ochrany proti tepelnému přetížení, ochrany proti nesymetrickému zatížení, distanční ochrany, ochrany proti podbuzení, ochrany proti přebuzení, ochrany proti zpětnému toku výkonu, frekvenční ochrany přepětové ochrany. Zkoušky funkce 100% zemní ochrany statoru, zemní ochrany rotoru a ochrany prokluzu pólů jsou nad rámec této bakalářské práce.

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

n	Otáčky	K	Faktor asymetrie
f	Frekvence	I_2	Zpětná složka statorového proudu
p	Počet pólů	U_n	Jmenovité napětí
VN	Vysoké napětí	N	Počet závitů
VVN	Velmi vysoké napětí	C	Kapacita
ZVN	Zvláště vysoké napětí	S_n	Jmenovitý zdánlivý výkon
I	Proud	P	Činný výkon
I_n	Jmenovitý proud	Q	Jalový výkon
ΔI	Rozdílový proud		
Σi	Průchozí proud		
β	Zátěžný úhel u synchronních strojů		
ES	Elektrická soustava		
I_{mg}	Magnetizační proud,		
M	Vzájemná indukčnost		
U	Napětí		
X_M	Reaktance		
P_{fn}	Jmenovitý budicí proud		
P_f	Budicí výkon při daném zatížení		
P_{f2}	Ztráty v budícím vinutí způsobené proudy dvojnásobné frekvence		
K_c	Koeficient citlivosti		
x_v	Hodnota výpočtové veličiny při poruše,		
x_r	Hodnota veličiny nastavená na relé.		
PTP	Přístrojový transformátor proudu		
PTN	Přístrojový transformátor napětí		
Θ_m	Jmenovité oteplení		
τ	Časová konstanta		
k	K – faktor		
I_{mprim}	Maximální hodnota na primární straně PTP		
I_{ngen}	Jmenovitá hodnota proudu generátoru		
t_m	Maximální přípustná doba protékajícího zpětného proudu		

1. Hydrogenerátor

Hydrogenerátor je synchronní stroj s vyniklými póly, využívá se tam, kde dochází k pomalejšímu otáčení hřídele, která se napojuje přímo na hydrogenerátor. Například generátor Orlíku má 16 pólů, tedy počet otáček za minutu je dán dle vztahu:

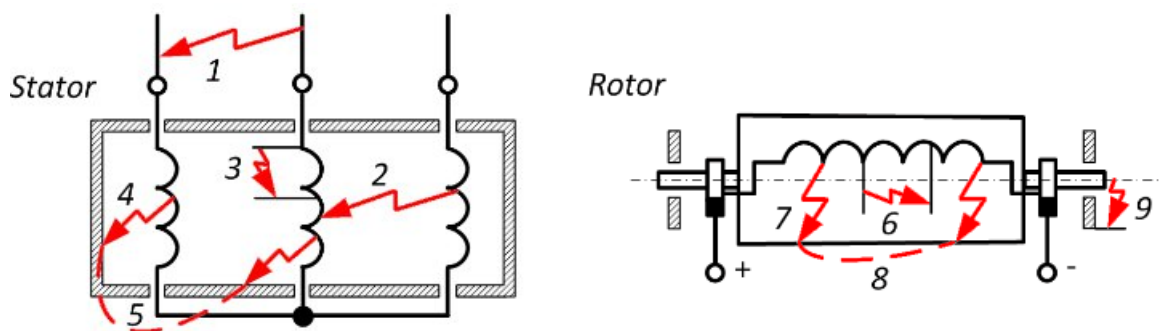
$$n = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{16} = 187,5 \text{ ot/min} \quad (1.1)$$

Rychlost otáčení rotoru je oproti turbogenerátoru nízká, díky tomu je počet pólů větší, to má za následek větší průměr rotoru hydrogenerátoru než jeho délku.

1.1 Izolační poruchy hydrogenerátoru

Hydrogenerátor musíme jako každý jiný generátor chránit proti různým poruchám, které mohou nastat. Ochrany generují povel na odstavení soustrojí nebo výstrahu. Izolační poruchy patří k nejzávažnějším poruchám. U většiny vnitřních izolačních poruch je třeba generátor okamžitě odpojit. Tento typ poruchy patří mezi nejhorší možné. Tyto poruchy vedou ke zkratům, či k zemnímu spojení. Vznikají únavou izolace, mechanickým poškozením.

Izolační poruchy:



Obr. 1.1: Izolační poruchy stroje [6]

na statoru:	1) vnější zkrat	na rotoru:	6) závitový zkrat
	2) vnitřní zkrat		7) zemní spojení
	3) závitový zkrat		8) druhé zemní spojení
	4) zemní spojení		9) ložiskové proudy
	5) druhé zemní spojení		

Zkrat: Zkratem rozumíme spojení dvou, či více fází. Díky zkratu dochází ke zmenšení impedance, to má za následek pokles napětí a dochází k nárůstu proudu, který je několika násobný oproti jmenovitému. Protékající zkratový proud způsobí tepelné namáhání vodičů, jejich tavení, degradaci izolace. Stroj je namáhán velkými mechanickými silami a pokud nedojde k okamžitému vypnutí, může to mít za následek mechanické poškození vodičů a celkové poškození generátoru.

Mezizávitový zkrat: Při porušení izolace mezi závitů jedné cívky vzniká mezizávitový zkrat. Dochází ke snížení indukčnosti, což má vliv na snížení reaktance vedení a zvýšení protékajícího proudu.

Zemní spojení: Za normálních provozních podmínek je vinutí stroje izolováno od kostry. Pojmem zemní spojení rozumíme vodivé spojení fáze se zemí, ke kterému dochází při porušení izolace. Vzniká u soustav s izolovaným, či nepřímo uzemněným uzlem. Většina hydrogenerátorů je provozována na hladině VN, kde je uzel izolovaný nebo nepřímo uzemněný přes velkou impedanci (přes odpor, tlumivku, nebo zemní transformátor).

Příklady uzemnění uzlu:

- a) **přímé:** Používá se pouze u malých generátorů na hladině napětí 0,4 V v soustavě TN-C, resp. TN-C-S. Je levné, neboť se nepořizuje žádné kompenzační zařízení. Dochází ovšem k velkým zemním zkratům. Možnost poškození vnitřním zkratem.
- b) **uzemnění přes velkou impedanci (odpor):** Větší pořizovací náklady oproti přímému uzemnění. Odpor se volí tak, aby při vnitřní zemní poruše byla hodnota proudu jednofázovým zemním spojením malá. Obvyklá hodnota odporu je v řádu jednotek k Ω . Činná složka proudu, která vzniká v důsledku uzemnění přes odpor slouží k lokalizaci zemního spojení. Na hladině VN se odpor zapojuje na sekundární straně zemního transformátoru.

Rozlišujeme zemní spojení:

- a) statoru generátoru
- b) rotoru generátoru

- a) Pokud se poruší izolace statorového vinutí a dojde ke spojení se zemí, jedná se o poruchu, která může následně přejít ve zkrat. Proto je důležité ji včas detekovat a stroj za pomoci

ochrany odpojit z provozu.

- b) Rotor generátoru je díky otáčení a rázům při přechodových dějích namáhán odstředivými silami, dále při regulaci proudu v budícím vinutí dochází k napět'ovým špičkám. Tyto jevy mohou mít za následek poškození izolace rotorového vinutí. Generátor lze při jednopólovém zemním spojení provozovat, neboť to není pro stroj nebezpečné. Problém ovšem nastane, pokud závada přejde v dvoupólové zemní spojení, které může mít za následek těžké poškození, popř. havárii stroje. Ve firmě ČEZ u vodních elektráren na vltavské kaskádě, Dalešicích a Dlouhých stráních se generátory při prvním zemním spojení vypínají a odstavují se soustrojí, protože při druhém zemním spojení je poškození generátoru tak závažné, že by je ochrana na druhé zemní spojení neeliminovala.

1.2 Rozdělení abnormálních provozních stavů

Tab. 1.2: *Abnormální provozní stavy*

Dělení dle vzniku na:		
Statoru	Rotoru	Pohonu
přetížení	ztráta buzení	zpětný tok výkonu
přepětí	nesouměrnost	nadsynchronní otáčky
samobuzení		posuny rotoru
podsyncronní otáčky		kmitání stroje
		strojní poruchy turbíny

1.2.1 Tepelné přetížení statoru

Generátor má konstruované chlazení na určitý provozní výkon, tak aby teplo bylo účinně odváděno. Tepelné přetížení nastává, pokud přetěžujeme generátor, potom platí, že $I > I_n$. Pokud statorovým vinutím stroje teče větší než jmenovitý proud, dochází k tepelnému namáhání vodičů, tím se zvyšuje odpor a jouleovy ztráty. Zvýšená teplota má za následek taktěž stárnutí izolace, její poškození a následný zkrat. Ochrana proti přetížení chrání při malém překročení hodnoty proudu (1,05-1,2) I_n . Při vyšších nadproudech reaguje časově nezávislá nadproudová ochrana, například při působení proudu 1,3 I_n po dobu 2-3 s.

1.2.2 Přepětí

Přepětím rozumíme zvýšenou hodnotu napětí nad dovolenou mez, která je řízená automatickou jednotkou regulátoru buzení. Regulátor ovlivňuje buzení stroje.

Přepětí může být způsobeno:

- a) Odpojením, či náhlým poklesem zátěže.
- b) Selháním regulátoru projevující se přebuzením generátoru.
- c) Poruchami v elektrické soustavě.

Důsledky přepětí jsou:

- a) Zvýšené namáhání izolace.
- b) Přesycení magnetického obvodu generátoru a blokového transformátoru.

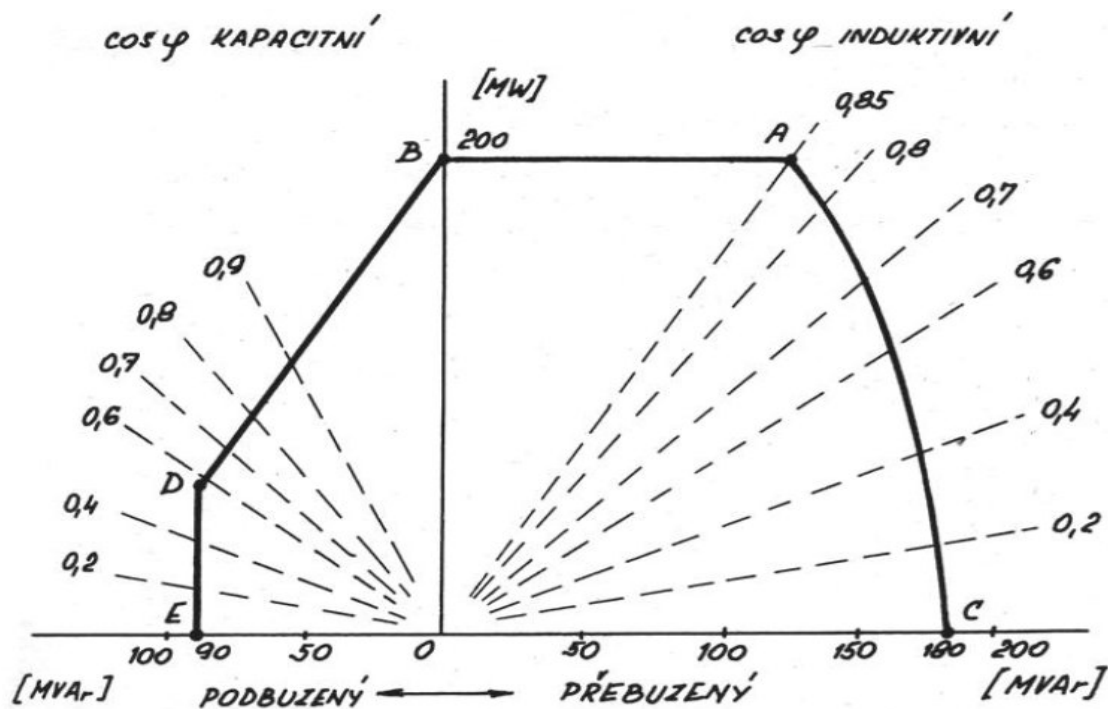
1.2.3 Podpětí

Podpětí vzniká v důsledku s přetížením generátoru, podbuzením, či ztrátou buzení. Má za následek přetížení statoru jalovým výkonem. Dále dochází k nárůstu proudu vlivem přetěžování stroje, což způsobuje tepelné namáhání vodičů a izolace.

1.2.4 Ztráta buzení

Podbuzení nastává při přetížení stroje, kdy se pracovní bod generátoru v P-Q diagramu dostává mimo bezpečnou oblast. Pokles budícího proudu se projevuje zvýšením zátěžného úhlu β a kýváním rotoru. V konečném důsledku může dojít k prokluzu pólů a přechodu do asynchronního chodu.

P-Q diagram:



Obr.1.2: Provozní P-Q diagram alternátoru elektrárenského bloku 235 MVA [11]

Omezení jsou dána:

AB - Omezení výkonem turbíny

BD - Oteplení čelních konstrukcí

AC - Oteplení rotorového budícího vinutí

DE - Omezení statickou stabilitou stroje

Oblast BD je problém spíše turbogenerátorů, u hydrogenerátorů lze většinou zanedbat.

Ztráta buzení vzniká, pokud budící soustava nedodává budící proud do rotoru. Při ztrátě buzení hydroalternátor přechází po poklesu synchronizačního momentu a zvětšení zátěžného úhlu do nesynchronního stavu. Generátor stále dodává činný výkon do sítě, ale odebírá jalový výkon. Jalový výkon slouží k magnetizaci stroje. Díky indukčnosti vinutí, na níž vzniká přechodový děj, klesá budící proud exponenciálně k nule. Jelikož budící proud klesá, dochází i k poklesu synchronizačního momentu, který je na něm závislý. Mechanický moment na hřídeli se stane vyšší, než elektromagnetický moment stroje a tím dojde k vzrůstu otáček nad synchronní.

Vzájemným působením magnetického pole rotoru a statoru začne působit asynchronní brzdňný moment, otáčky klesnou až k ustálenému asynchronnímu chodu stroje.

Turbogenerátory lze provozovat při asynchronním chodu. Při odstavení větších turbogenerátorů by mohlo dojít k narušení elektrické soustavy, proto na základě ověřovacích zkoušek se dokázalo, že při snížení výkonu (< 50%) je možné stroj provozovat bez lokálního

přehřátí. Omezující je oteplení čelních partií statorového vinutí. Po odstranění závady na buzení je možné provést resynchronizaci. Dlouhodobý asynchronní chod je nepřístupný z důvodů přehřívání stroje, ztrát, kývání rotoru.

Hydrogenerátory nelze provozovat v asynchronním chodu, neboť mají větší skluz otáček, ztráty a díky ztrátám i oteplení stroje. Tyto hodnoty stroj ohrožují a snižují mu životnost. [3]

1.2.5 Změna frekvence

Generátor pracuje do sítě, proto má na změnu frekvence vliv hlavně změna zatížení elektrické soustavy.

Dalšími vlivy jsou:

- a) chybné regulátory otáček a frekvence.
- b) odstávka a rozběh stroje
- c) provoz v ostrovním a separátním režimu, kde frekvenci určují otáčky stroje

Nadfrekvence: Vzhledem k chování ES je způsobena poklesem zatížení. Vznikají odstředivé síly, které mohou poškodit turbínu i samotný stroj.

Podfrekvence: Pokud je vyšší zatížení v ES než dodávaný výkon, frekvence klesá.

Důsledky:

- a) Zvýší se magnetický tok v magnetických obvodech stroje, čímž se zvýší tepelné namáhání generátoru.
- b) Přesycují se železná jádra generátoru a blokového transformátoru.
- c) Pokles výkonu chlazení.
- d) Pokles výkonu u zařízeních vlastní spotřeby.

Přesycení magnetického obvodu: Vzniká při poklesu frekvence, či při nárůstu napětí, neboť magnetický proud je úměrný změnám velikosti napětí a frekvenci dle vztahu:

$$I_{mg} = \frac{U}{X_M} = \frac{U}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot M} = \frac{U}{f} \cdot \frac{1}{2 \pi \cdot M} \quad (1.2)$$

I_{mg} - magnetizační proud, M - vzájemná indukčnost

U - napětí, f - frekvence, X_M - reaktance

1.2.6 Nesouměrné zatížení

a) nesouměrný proud: Při normálním provozu se hydrogenerátor chová jako symetrický zatížený stroj. Při nesouměrné zátěži, nebo při výpadku fáze dochází k nesouměrnému zatížení, které má negativní vlivy na chod stroje.

Díky nesymetrii zátěže vzniká zpětná složka statorového proudu, která vybudí magnetické pole v opačném smyslu otáčení. Toto pole působí na rotor dvojnásobnou frekvencí. Na rotoru se indukují vířivé proudy, které mají za následek přídavné ztráty a dochází k nebezpečnému zahřívání. Budící výkon při daném zatížení v součtu se ztrátami v budícím vinutí způsobené proudy dvojnásobné frekvence by neměli přesáhnout jmenovitý budící proud.

$$\text{Dáno vztahem: } P_{fn} \geq P_f + P_{f2} \quad (1.3)$$

kde: P_{fn} - jmenovitý budící proud

P_f - budící výkon při daném zatížení

P_{f2} - ztráty v budícím vinutí způsobené proudy dvojnásobné frekvence

b) nesouměrné napětí: Úzce souvisí s nesouměrností proudu, mají stejné příčiny vzniku nesymetrie.

1.2.7 Zpětný tok výkonu

Zpětný tok výkonu je nežádoucí jev, kdy generátor místo výroby začne spotřebovávat elektrickou energii.

Zpětný tok výkonu nastává, jestliže turbína ztratí mechanický výkon. V případě vodní elektrárny se z hydrogenerátoru stává v podstatě synchronní motor nahrazující hnací zařízení při zastavení vtoku vody do turbíny. Generátor nelze takto provozovat, neboť dochází k namáhání turbíny. V turbíně může zůstat voda a vlivem zvýšené tlakové podmínky může docházet ke kavitaci lopatek. Tento stav musí být v krátkém časovém intervalu vypnut.

1.2.8 Ložiskové proudy

V ideálním případě se magnetický tok uzavírá přes statorové vinutí vzduchovou mezerou do rotoru stroje. Jenže nežijeme v ideálním světě a ve stroji je určitá nedokonalost, ať už dána konstrukcí stroje, či technologií výroby, dále se projeví vůle hřídele. Dochází k nesouměrnému rozdělení magnetického toku a část se uzavírá kostrou stroje, hřídelí a ložisky.

Kvůli tomuto magnetickému toku vzniká hřídelové napětí dosahující velikosti i několika voltů. Díky tomuto napětí prochází proud právě přes ložiska stroje a dochází k jejich mechanickému poškození.

Aby se neuzavíral hřídelový proud je závěs stroje izolován. Při poruše izolace detekujeme hřídelový proud a dle jeho velikosti generujeme výstrahu, nebo odstavujeme soustrojí.

2. Ochrany

Ochrany můžeme dělit podle různých hledisek, například:

- | | |
|--|---|
| a) Dle reakčního času zapůsobení ochrany: | -mžikové (reagují okamžitě)
-časově nezávislé
-časově závislé |
| b) Dle typu chráněného objektu: | -motoru
-generátoru
-transformátoru
-vedení
-přípojnic
-vypínače |
| c) Dle konstrukce ochrany: | -digitální
-elektronické
-elektromechanické |

d) Dle principu činnosti ochrany:	-proudová
	-rozdílová
	-srovnávací
	-distanční
	-napěťová
	-frekvenční
	-wattová
	-reaktanční

2.1. Požadavky na elektrické ochrany a jejich systémy

Následující kapitoly 2.1. až 2.1.6 vychází z normy ČSN 33 3051. Platí, že ochrany elektrických strojů a rozvodných zařízení musí rychle a spolehlivě určit poruchu, nebo překročení meze normálního provozu zařízení. Ochrana musí zareagovat v takovém čase, aby nedošlo k poškození chráněného objektu, dále zajišťuje bezpečnost osob před úrazem elektrickým proudem. Snižuje riziko požáru v důsledku tepelných účinků zkratových proudů.

Dalším důležitým požadavkem je, aby ochrana zajistila, že porucha se nerozšíří do dalších částí ES a neohrozila její chod a napájení spotřebitelů.

Pro chod ES je nepřístupný vznik nechráněného úseku, proto navrhujeme rozsah chránění, tak aby se sousední oblasti překrývaly.

Při stanovení hodnot poruchových veličin musíme dbát na všechny pravděpodobně možné poruchové stavy a zapojení sítě pro správné nastavení ochran. Hodnoty získáváme měřením, či výpočtem.

2.1.1 Citlivost ochran

Citlivost udává schopnost rozlišit stav, při kterém má ochrana zapůsobit, od stavu kdy má ochrana zůstat necitlivá. Citlivost ochrany určujeme pomocí součinitele citlivosti, který se nastavuje individuálně podle provedení sítě. V určitých případech je nutné, aby ochrana reagovala na hodnotu sledované veličiny, která je nižší, než poruchová. Jindy zase nesmí ochrana reagovat na přechodové jevy v ES a na úseky, které má na starosti jiná ochrana.

Ochrany z hlediska citlivosti rozlišujeme, jestli reagují na nárůst, či na pokles kontrolované veličiny.

Přičemž určíme koeficient citlivosti při: a) nárůstu:
$$K_c = \frac{x_v}{x_r} \quad (2.1)$$

b) poklesu:
$$K_c = \frac{x_r}{x_v} \quad (2.2)$$

Kde K_c - koeficient citlivosti, x_v - hodnota výpočtové veličiny při poruše, x_r - hodnota veličiny nastavená na relé.

2.1.2 Spolehlivost ochran

Spolehlivostí elektrických ochran rozumíme schopnost vykonávat operace dle daného algoritmu ochrany s požadovanými vlastnostmi za určený čas. Dále musí splňovat technické podmínky z pohledu chráněného zařízení.

Spolehlivé chránění elektrických strojů a zařízení zabezpečujeme především pomocí analýzy bezporuchových a poruchových provozních stavů, selektivitou systému ochrany, zálohováním ochran, výběrem vhodných charakteristik pro jednotlivé prvky systému ochran a jeho technickým řešením. Dalším důležitým hlediskem je výběr kvalitního materiálu na konstrukci ochran a jejich prvků, technické a konstrukční řešení. Dále je důležité správně postupovat při montáži a zkoušení ochran. Pro správnou spolehlivost je třeba dbát na pravidelnou údržbu.

Z hlediska spolehlivosti ochrany rozeznáváme: - pravděpodobnost selhání ochrany

- pravděpodobnost nežádoucího působení ochrany

U obou kritérií se snažíme co nejvíce snížit uvedené pravděpodobnosti.

Systém ochran musí rozlišovat mezi normálním provozním stavem, neobvyklými provozními podmínkami a mezi poruchovým stavem.

2.1.3 Kontrola činnosti ochran

Pro správné a bezpečné chránění objektu je důležitá kontrola činnosti ochran, která odhalí případné závady ochrany při normálním provozu a její reakci na poruchy a abnormální provozní stavy.

Kontrolu provádíme alespoň jedním z těchto způsobů:

- Trvalá automatická kontrola důležitých obvodů ochrany
- Automatické funkční zkoušky za provozu (zvolíme buď ruční volbu zkoušení, nebo automaticky nastavené časové intervaly zkoušek).
- Periodická provozní kontrola.
- Primární a sekundární zkoušky

Ochrany vybavujeme zkušebními zásuvkami, nebo měřícími svorkami kvůli snadnému ručnímu zkoušení.

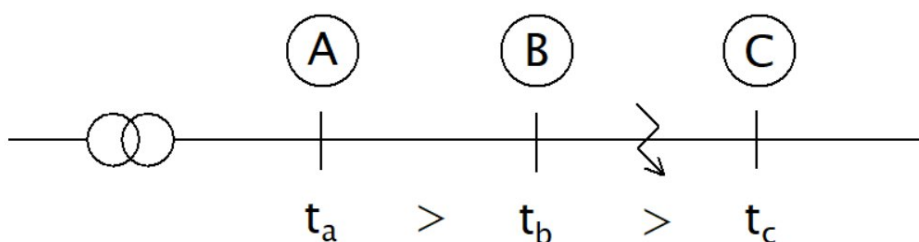
2.1.4 Selektivita ochran

Selektivita zajišťuje, že vypínáme pouze úsek, který je postihnut danou poruchou tak, aby zbylé nepoškozené části soustavy mohly pokračovat v chodu.

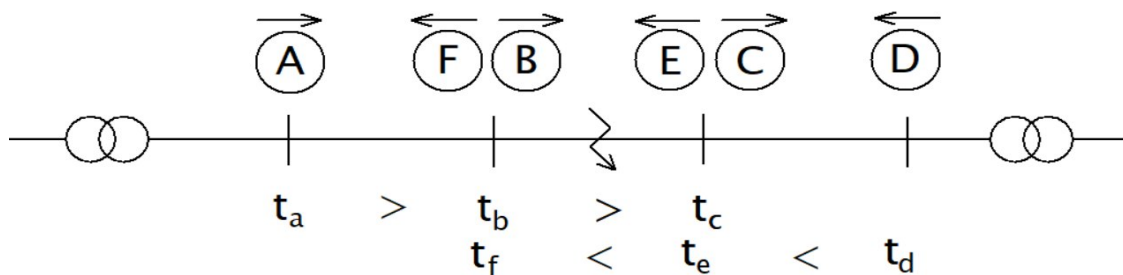
Níže uvedu několik základních příkladů způsobu vytvoření selektivity, uvedené způsoby lze kombinovat, čehož se v praxi nejvíce využívá.

- **Selektivita časovým odstupňováním:**

Zajišťujeme tak, že ochrany ve směru od napájecího zdroje k poruše mají menší zpoždění reakce na poruchu než ochrana před nimi. Obrázek 2.1 znázorňuje napájení z jedné strany, jednotlivé ochrany jsou značeny velkým písmenem v kruhu a t_x jsou příslušné reakční doby.



Obr. 2.1: Napájení z jedné strany



Obr. 2.2: Napájení ze dvou stran

Problém nastává při napájení ze dvou stran, kde se musí použít směrové ochrany a vypínat poškozený úsek ze dvou stran. Problematika je načrtnuta na obrázku 2.2, šipky značí směr chránění ochrany.

- **Selektivita nastavením úrovně charakteristické veličiny:**

Metoda spočívá v nastavení různých hodnot charakteristické ochrany, příkladem je chránění tepelnou spouští u jističů v domovní elektroinstalaci, kde volíme jističe od nejvyšší hodnoty vybavovacího proudu po nejmenší směrem z rozvaděče ke spotřebiči. Pro zkratovou spoušť jističů nelze selektivitu garantovat.

- **Selektivita zpracováním více charakteristických veličin současně:**

Tohoto způsobu využívají například distanční ochrany, které odečítají z měřících přístrojových transformátorů hodnoty napětí a proudu.

- **Selektivita zpracováním informací z více míst:**

Příkladem této metody je princip rozdílové ochrany, která porovnává dvě hodnoty proudu vstupujícího a vystupujícího z chráněné oblasti. Dalším příkladem jsou srovnávací ochrany, které porovnávají fázor proudů na vstupu a výstupu chráněné oblasti.

2.1.5 Požadavky na vypínače

Vypínače pro hladiny napětí zvn a vvn musí být vybaveny dvěma vypínacími cívkami, doporučuje se to i pro důležité vypínače na hladině vn.

Pokud není vypínač připravený k vypnutí, musíme vypínací obvod vybavit blokováním činnosti během tohoto stavu a zajistit signalizaci. Nepřipravený vypínač k vypnutí může být

například z důvodu ztráty tlaku izolačního plynu.

2.1.6 Zálohování ochran

Hlavní ochranou vybavujeme každou samostatnou část ES, některé zvláště důležité části ES je vhodné vybavit dvěma hlavními ochranami. Hlavní ochrana zajišťuje rychlé a selektivní vypnutí.

V případě selhání hlavní ochrany je třeba zajistit chránění pomocí záložní ochrany. U záložní ochrany je přípustný delší reakční čas a horší selektivita oproti hlavní ochraně. Záložní ochrany rozdělujeme na vzdálené a na místní.

- **Vzdálená záložní ochrana:** Pro případ, že selže hlavní ochrana na postiženém úseku, využijeme jako záložní ochranu hlavní ochranu sousedního úseku ES, tato ochrana totiž chrání nejenom úsek pro který je určena, ale i sousední s určitým časovým zpožděním. Záložní ochrana omezuje šíření poruchy do sousedních oblastí a zakládá se na principu překrývání chráněných oblastí.

Uvedu příklad z obrázku 2.1, kde pokavaď selže ochrana "B" zajistí vypnutí poškozeného úseku, ovšem až za delší časový okamžik, ochrana "A".

- **Místní záložní ochrana:** Jedná se o ochranu, která doplňuje hlavní ochranu na stejném úseku ES. Zřizuje se u důležitých částí ES a tam, kde není možno zálohovat ochranou ze sousedního úseku, ať z podstaty hlavní ochrany, či z ekonomických důvodů. Záložní ochrana se instaluje na jiném principu než hlavní ochrana. Není-li to možné instalujeme ochranu se stejným principem (tzv. zdvojení ochrany).

Hlavní a záložní ochrana musí být připojena na různé vinutí přístrojových transformátorů proudu. Pokud je vypínač vybaven dvěma vypínacími cívkami, pak na první připojujeme hlavní ochranu a na druhou záložní ochranu. Ochranu kterou není možno zálohovat připojujeme na obě tyto cívky.

2.1.7 Požadavky na napájení pomocným napětím

Ochrany, které kvůli poklesu, či ztrátě pomocného napětí jsou negativně ovlivněny ve své funkci, musí být při této situaci blokovány v činnosti.

První způsob napájení je pro samostatné části elektrických stanic ZVN a VVN, nebo výroben elektrické energie. Musíme zajistit oddělené jištění a napájení pomocným napětím ze dvou nezávislých zdrojů pro hlavní ochrany včetně prvních vypínacích cívek a pro záložní ochrany včetně druhých vypínacích cívek vypínačů.

Druhý způsob je určen pro elektrické stroje a zařízení, které jsou vybaveny hlavní a záložní ochranou. Provádíme obdobně jako v prvním způsobu, akorát bez nutnosti dvou nezávislých zdrojů pro napájení pomocným napětím.

Výše uvedené způsoby zajišťujeme i pro důležitá rozvodná zařízení, jako jsou alternátory energetických bloků a transformátory na hladině VN.

2.1.8 Přístrojové transformátory

Pro správnou činnost ochran je třeba dodržet spojovací vedení mezi přístrojovými transformátory a požadavky na příslušné parametry přístrojových transformátorů, které udává výrobce ochran.

Není-li ochrana schopna bezchybně reagovat za všech provozních podmínek s přesycenými transformátory proudů nebo s kapacitními transformátory napětí, je nutné uvést v technických podmínkách ochrany tyto omezující podmínky.

V elektrické soustavě máme širokou oblast velkých hodnot napětí a proudu. Tyto hodnoty je třeba upravit na takové, aby vyhovovaly měřicím a jisticím přístrojům. K tomu využíváme přístrojové transformátory, které transformují napětí a proud na hodnoty standardně 100V u PTN a 1 A, 5A u PTP na sekundární straně. Kromě transformace zajišťují oddělení jisticích a měřicích okruhů od silových obvodů, díky tomu umístíme ochrany mimo dosah velkých elektrických a magnetických sil. Ochrany soustředíme v dozornách, kde je zajištěné přehledné a bezpečné chránění celého objektu.

Rozlišujeme měřicí a jisticí přístrojové transformátory:

- a) **Měřicí přístrojové transformátory** slouží zpravidla k přesnému měření hodnot v okolí jmenovité hodnoty. Nevyžadujeme zvláštní požadavky na rychlost odezvy, může nastat dynamické zkreslení vlivem přechodového stavu sledované veličiny.
- b) **Jisticí přístrojové transformátory** nemají takové požadavky na přesnost jako měřicí

přístrojové transformátory, ale zase požadujeme přenos i při velkých nadproudech a malých hodnot napětí. Rychlost odezvy musí být veliká, aby jistící přístrojový transformátor byl schopný přenést hodnoty sledovaných veličin i při přechodových dějích, které nastávají při poruše chráněného objektu.

Dále rozdělujeme přístrojové transformátory dle sledované veličiny:

- **Přístrojový transformátor napětí:** [2]

PTN slouží k napájení napěťových systémů měřících, či jistících prvků. Přístrojový transformátor napětí zapojujeme paralelně k úseku, kde sledovanou hodnotu napětí transformujeme na sekundární stranu PTN. K sekundární straně připojujeme měřící, či ochranné přístroje.

PTN dále dělíme na:

- **Indukční PTN:** [2]

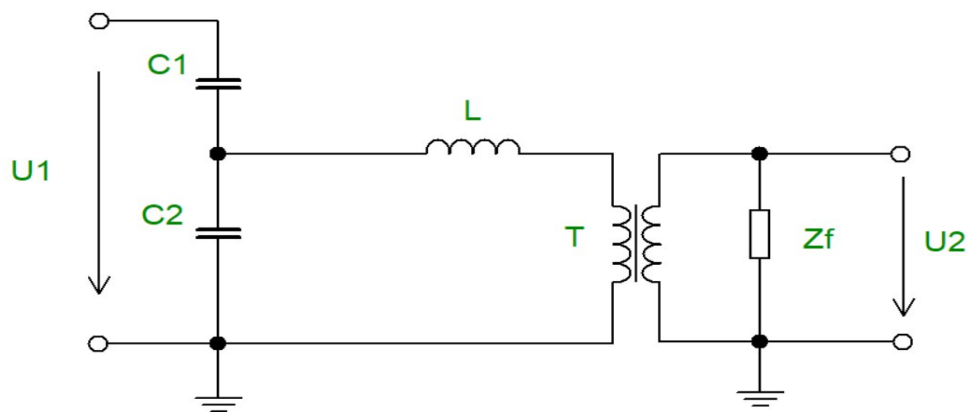
Primární a sekundární vinutí jsou navzájem spřažené pomocí magnetického obvodu.

Převod indukčního PTN se určí, jako u klasického transformátoru vztahem:

$$p = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (2.3)$$

- **Kapacitní PTN:** [2]

Požadovanou hodnotu napětí na sekundární straně transformujeme ve dvou stupních. V prvním stupni uskutečňujeme transformaci pomocí kapacitního děliče napětí. Druhý stupeň transformace je realizován měřícím příslušenstvím, které obsahuje druhý indukční transformační stupeň a pomocné zařízení. Měřící příslušenství a měřící zařízení obsahuje prvky pro kompenzaci chyb převodu napětí a též prvky pro útlum ferorezonance (útlum ferorezonance zajišťuje prvek Z_f z obr. 2.3). Tento typ PTN je používán především z ekonomických důvodů.



Obr. 2.3: Kapacitní PTN [2]

Převod kapacitního PTN:

$$p = \frac{U_1}{U_2} = \frac{(C_1 + C_2) \cdot N_1}{N_2 \cdot C_2} \quad (2.4)$$

○ **Napět'ové senzory:**

Nefungují jako PTN na principu elektromagnetické indukce, nemají magnetický obvod, proto nedochází k přesycování jader. Fungují na principu odporového děliče. Odporů mají velkou rezistivitu. Výstupní napětí je úměrné vstupnímu primárnímu napětí v poměrně velkém rozsahu. Díky menší velikosti oproti klasickým PTN jsou napět'ové senzory upřednostňovány v zapouzdřených rozvodnách s plynem SF6, které jsou rozměrově poloviční než vzduchem izolované vn rozvodny.

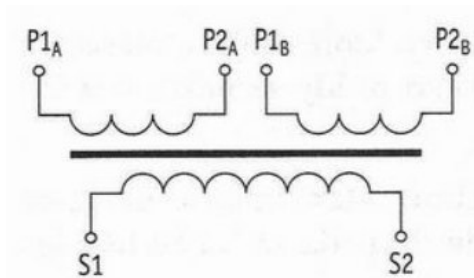
Frekvenční rozsah napět'ového senzoru je v řádech kHz, což bohatě postačuje pro měřicí a jistící systémy. Další výhodou je nízká hmotnost, neboť napět'ový senzor nemá feromagnetické jádro a velké vinuté cívky.

• **Přístrojový transformátor proudu:**

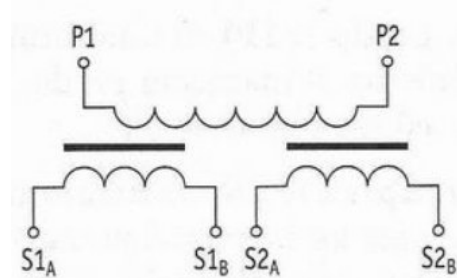
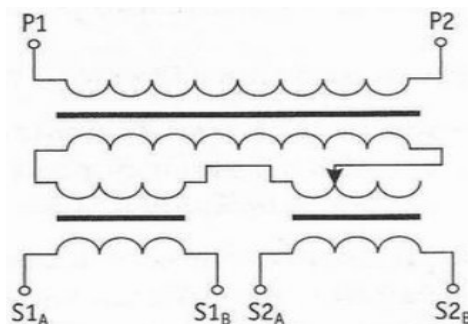
PTP slouží ke sledování hodnot proudů měřicími a jistícími prvky. Přístrojový transformátor proudu zapojujeme sériově do sledovaného úseku. Sledovanou hodnotu proudu transformujeme na sekundární stranu PTP. K sekundární straně připojujeme měřicí, či ochranné přístroje.

Přístrojové transformátory proudu dělíme dle různých kritérií:

- **Podle počtu primárních a sekundárních vinutí:**
 - Sčítací PTP: Na primární straně má několik vstupních izolovaných vinutí a jedno sekundární (obr.2.3.).
 - PTP s několika sekundárními výstupy: Tento typ lze řešit dvěma způsoby, a to jako výcejádrový PTP (obr. 2.4) a nebo jako PTP s pomocnými transformátory, respektive autotransformátory (obr.2.5.).
 - Kaskádní přístrojový transformátor proudu.



Obr. 2.4: Sčítací PTP [2]

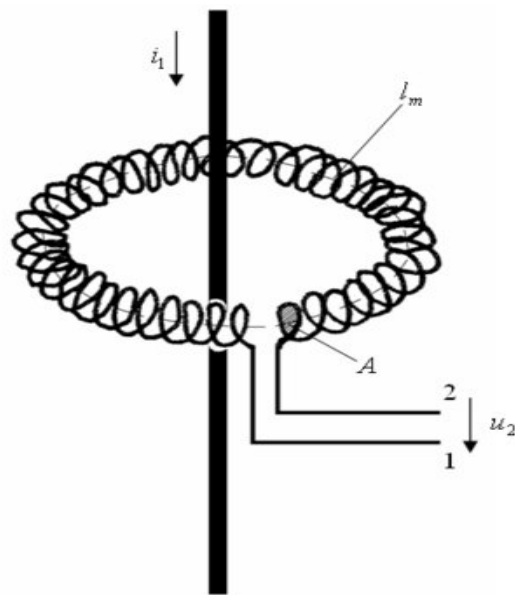
Obr. 2.5: Dvojjádrový PTP
s dvěma výstupy [2]Obr. 2.6: PTP s pomocným
autotransfornátorem a dvěma výstupy [2]

- **Podle počtu závitů primárního vinutí:**
 - Jednozávitový PTP: Vodič primárního vinutí prochází magnetickým obvodem pouze jednou. Konstrukčně jej můžeme řešit jako podpěrný, průchozí, průchodkový, tyčový, násuvný, nebo prstencový.
 - Závitový PTP: Vodič prochází několikrát magnetickým obvodem. Konstrukčně řešíme závitový PTP jako podpěrný, průchozí, průchodkový, nebo smyčkový.

- **Podle velikosti rozptylové reaktance:**
 - Nízkoreaktanční PTP: Jsou to transformátory, u kterých bez udělení závitové korekce nepřesáhne amplitudová chyba měření přímou metodou 130 % hodnoty změřenou nepřímou metodou.
 - Vysokoreaktanční PTP: Jsou to transformátory, u kterých přesáhne amplitudová chyba měření přímou metodou 130 % hodnoty změřenou nepřímou metodou.

- **Proudové senzory:**
 - Proudové senzory se podobně jako napěťové začaly používat z důvodu úspory místa a váhy oproti klasickým PTP. Proudové senzory mají dále výhodu nenáročné údržby, velké spolehlivosti a elektromagnetické kompatibility.

Proudový senzor tvoří Rogowského cívka. Jedná se v podstatě o toroidní cívku bez magnetického jádra s vodičem, který prochází středem cívky. Proud protékající tímto vodičem indukuje napětí do toroidu a hodnota tohoto indukovaného napětí je úměrná derivaci proudu podle času.
 - Díky absenci magnetického jádra nedochází k jeho přesycování. Díky tomu se neprojevují nelineární průběhy jako u klasických PTP při zkratových proudech. Rozsah měřeného proudu je od jednotek ampér až po stovky kiloampér. Lze měřit ve velkých frekvenčních rozsazích od několika Hz do několika kHz. Tento proudový a frekvenční rozsah je plně dostačující pro digitální ochrany.
 - Nevýhody Rogowského cívky jsou, že potřebuje k funkci pomocné měřicí přístroje (zesilovač, napájecí zdroj). Díky vzduchové mezeře toroidu dochází ke ztrátám magnetického pole a tím k nepřesnostem. Díky opakovanému měření v různých polohách cívky a vodiče proudu a stanovení střední hodnoty naměřených výsledků lze tuto chybu eliminovat.



Obr. 2.7: Rogowského cívka [10]

3. Ochrany před poruchami hydrogenerátoru

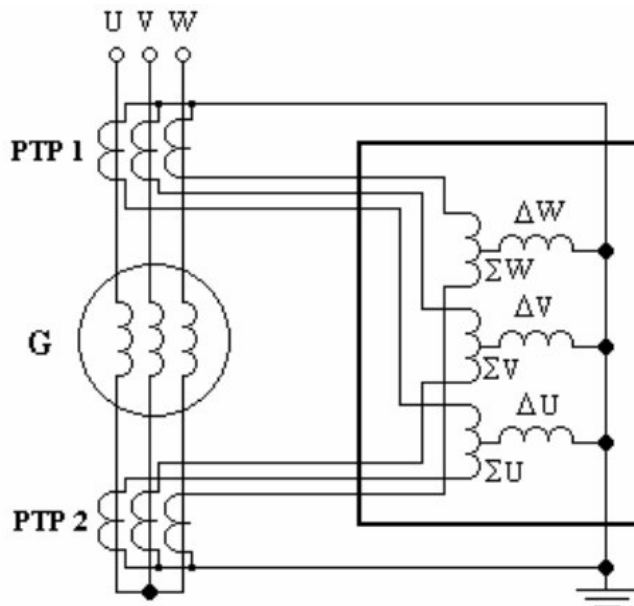
Při vzniku elektrických poruch, nebo abnormálních provozních stavů popsanych v kapitole 1 je třeba reagovat pomocí ochran. Díky této reakci předcházíme, či alespoň zmírňujeme poškození hydrogenerátoru.

Při elektrických poruchách (zkratech a zemních spojeních) je třeba, aby ochrana rychle a spolehlivě tyto poruchy detekovala a zajistila jejich likvidaci.

Při abnormálních stavech je nutné, aby ochrana zabránila vzniku vážnějších poruch.

3.1 Rozdílová ochrana

Rozdílová ochrana se využívá k chránění proti vnitřním zkratům generátoru. Funguje na principu porovnávání proudů podle Kirchhoffova zákona. Proudů, které vstupují do chráněné oblasti se musí rovnat proudům, které z ní vystupují.

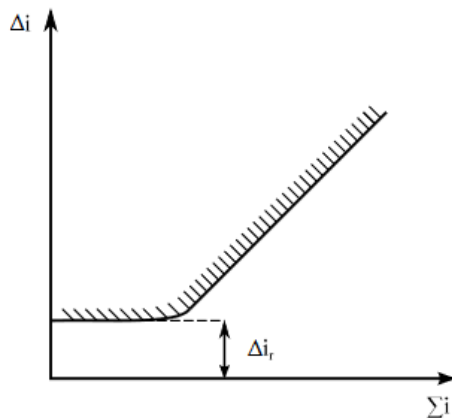


Obr. 3.1: Zapojení rozdílové ochrany [16]

Z hlediska selektivity ochrana působí při zkratu v oblasti mezi PTP 1 a PTP 2. Nesmí působit, pokud porucha vznikne před PTP 1, nebo za PTP 2.

Za normálního provozu a při správně zvoleném převodu obou PTP je rozdílový proud na sekundární straně $\Delta I = 0$. Při poruše uvnitř chráněné oblasti dochází k nerovnováze proudů $\Delta I \neq 0$. Tento rozdílový proud teče měřícím členem ochrany a způsobí jeho náběh. Koncový člen ochrany vyšle signál pro vypnutí vypínače.

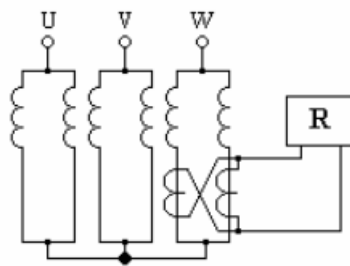
Dalším důležitým parametrem je citlivost ochrany. Rozdílová ochrana je schopná reagovat od 0,1 jmenovitého proudu chráněné oblasti. V praxi u alternátorů nastavujeme vybavovací rozdíl proudu ΔI na $(0,1 - 0,3) I_n$, pokud chráníme v bloku alternátor s transformátorem, nastavujeme ΔI na $(0,2 - 0,5) I_n$. Z hlediska rychlosti reaguje rozdílová ochrana mžikově (bez časového zpoždění).



Obr. 3.2: Obecná charakteristika rozdílové ochrany [2]

Při zkratu mimo chráněnou oblast může nesouměrnost přístrojových transformátorů proudu při velkých prouděch způsobit takový rozdílový proud ΔI , že ochrana nežádoucně zareaguje. Kvůli tomu má ochrana dva stupně. Z charakteristiky vyplývá, že pro vysoký průchozí proud ΣI je zvětšen sklon charakteristiky (ochrana reaguje na vyšší ΔI) právě kvůli nepřesnosti a částečnému přesycení PTP.

Existuje také příčná rozdílová ochrana, která se používá pro chránění dvou shodných objektů v paralelním provozu. Používá se pro chránění paralelních vedení, dvou stejných transformátorů, nebo paralelních větví statorového vinutí generátoru. Statorové vinutí musí mít vyvedené uzly paralelních větví. Toto zapojení příčné rozdílové ochrany se používá jako závitová ochrana.

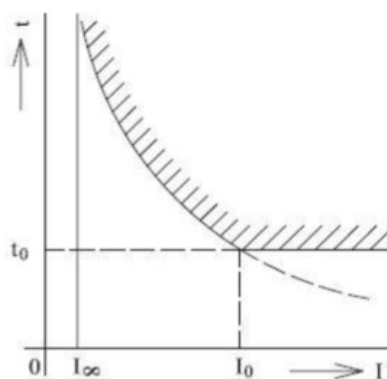


Obr. 3.3: Zapojení příčné rozdílové ochrany [16]

3.2 Nadproudová ochrana

Nadproudové ochrany fungují na jednoduchém principu, využíváme je jako záložní ochrany. Ochrana působí při překročení hodnoty nastaveného proudu. Z hlediska času působení rozlišujeme na:

- Časově nezávislou: Při překročení nastavené hodnoty proudu ochrana zareaguje po uplynutí pevně nastaveného času.
- Mžiková nadproudová ochrana: Při překročení nastavené hodnoty proudu reaguje ochrana téměř okamžitě a vyšle signál pro vypnutí vypínače.
- Časově závislá: Při překročení nastavené hodnoty proudu ochrana porovná jeho velikost s nastavenou časovou charakteristikou a určí čas vyslání signálu pro vypínače. Při přetížení je v poměru ke zkratům vyslán vypínací signál za delší čas.
- Časově polozávislá: Skládá se z časově závislé a časově nezávislé ochrany, kdy do překročení určité hodnoty nastaveného proudu I_0 se projevuje časově závislá ochrana a pro $I > I_0$ se projevuje časově nezávislá ochrana



Obr. 3.4: Charakteristika polozávislé nadproudové ochrany [4]

U generátorů se používá časově nezávislá nadproudová ochrana, která ho chrání proti vnějším zkratům a zároveň je záložní ochranou pro rozdílovou ochranu při vnitřních zkratech. Při blízkém zkratu je hodnota proudu závislá na budícím proudu před zkratem a v jeho průběhu. V nepříznivé situaci může zkratový proud klesnout po určitém čase pod hodnotu jmenovitého proudu. Pro lepší funkci nadproudové ochrany ji vybavujeme podpět'ovým odblokováním. Využívá se toho, že při zkratu dochází k podpětí. Pokud nastane zkrat mimo vinutí stroje, dojde ke zvýšení proudu a sepne nadproudový článek. Následně díky podpětí reaguje i podpět'ový článek a po uplynutí nastaveného času vyšle ochrana signál pro vypnutí vypínačů. Díky podpět'ovému odblokování lze lépe odlišit maximální provozní proud a zkratový proud. Pokud by nenastalo podpětí, ochrana vyhodnotí, že se jedná o přetížení, či vzdálený zkrat a nereaguje. Nevýhoda je zpožděné vypnutí kvůli selektivitě.

3.3 Ochrana proti tepelnému přetížení

Ochrana proti tepelnému přetížení sleduje průběh přehřátí, využívá při tom teplotní diferenciální rovnici, jejíž řešení je exponenciální funkce. Oteplování stroje je dáno časovou konstantou τ , která se používá pro výpočet prahové hodnoty nadměrného oteplení a tím i doby vypínání. U generátorů vyšších výkonů volíme menší časové konstanty z důvodu návrhu stroje na maximální výkon z hlediska velikosti. Zvýšení zatížení se projevuje z hlediska tepelného přetížení výrazněji, než u menších generátorů. Menší generátory dodávají většinou výkon, který nepřesáhne okamžitou spotřebu v jeho lokalitě, z tohoto důvodu musí lépe snášet krátkodobé přetížení.

Další parametry ovlivňující časovou konstantu τ jsou:

- materiálové využití
- způsob chlazení
- velikost stroje

$$\text{Rovnice pro oteplení: } \Theta = \Theta_m \cdot (1 - e^{-1/\tau}) \quad (3.1)$$

Kde: Θ_m ...jmenovité oteplení
 τ ...časová konstanta

Digitální ochrany 7UM62 obsahují ochranu proti přetížení s možností paměti. Paměť zaznamenává a bere v úvahu předchozí historii přetížení a tepelné ztráty do okolí. Po dosažení nastaveného prahu přehřátí ochrana začne signalizovat (například požadavek na snížení zatížení). Při dosažení druhého nastaveného prahu přehřátí je zařízení odpojeno od sítě, případně lze nastavit v ochraně pouze vyslání varovného signálu. Dalším parametr, který ochrana zohledňuje, je zajištění ochlazovacího intervalu mezi vypnutím a opětovným přifázováním generátoru.

Tepelné přetížení se počítá z největšího ze tří fázových proudů, díky výpočtu založeném na rms hodnotách proudů, jsou uvažovány i vyšší harmonické, které také přispívají k oteplení vinutí statoru.

$$\text{Trvalý maximální přípustný oteplovací proud se spočítá jako: } I_{max} = k \cdot I_n \quad (3.2)$$

Kde: I_n ...Jmenovitý proud stroje
 k ...K – faktor

$$\text{K – faktor spočítáme dle: } k = \frac{I_{mprim}}{I_{ngen}} \quad (3.3)$$

Kde: I_{mprim} ...Maximální hodnota na primární straně PTP
 I_{ngen} ...Jmenovitá hodnota proudu generátoru

3.4 Ochrana proti nesymetrickému zatížení

Ochrana proti nesymetrickému zatížení je časově závislá, měří dobu nesymetrie a vyhodnocuje proud zpětné složky statorového proudu I_2 . Díky možnosti nastavení časového a proudového článku u ochrany se ochrana přizpůsobí danému typu generátoru.

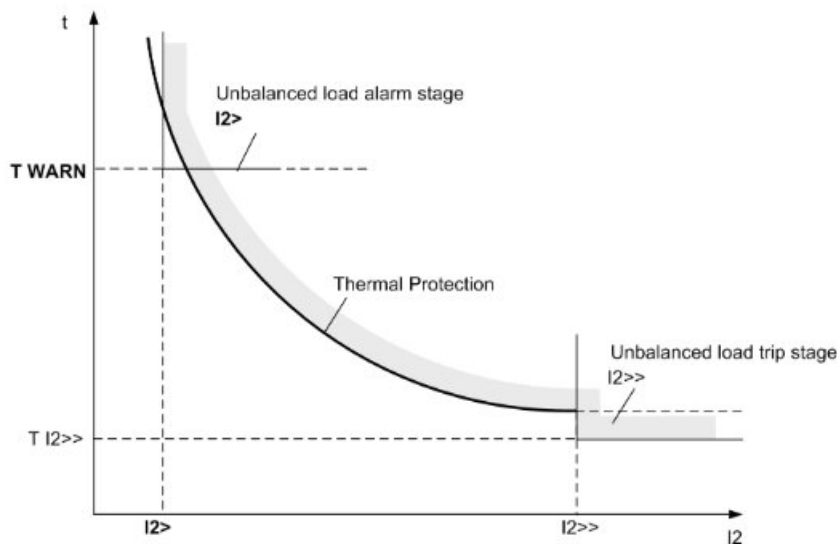
Výrobci strojů uvádějí přípustné nesymetrické zatížení pomocí vzorce:

$$t_m = \frac{K}{\left(\frac{I_2}{I_n}\right)^2} \quad (3.4)$$

Kde: t_m ...Maximální přípustná doba protékajícího zpětného proudu
 K ...Faktor asymetrie
 I_2 ...Zpětná složka statorového proudu
 I_n ...Jmenovitá hodnota proudu

Faktor asymetrie K závisí na typu stroje a představuje dobu v sekundách, po kterou můžeme zatížit stroj 100 % nesymetrickým zatížením. Faktor asymetrie se typicky volí v rozsahu 5 až 30 sekund.

Ochrana proti nesymetrickému zatížení slouží částečně jako záložní ochrana, neboť je schopná rozpoznat většinu druhů zkratů a záměnu připojených PTP.



Obr. 3.5: Charakteristika ochrany proti nesymetrickému zatížení [14]

3.5 Ochrana proti podbuzení a ztrátě buzení

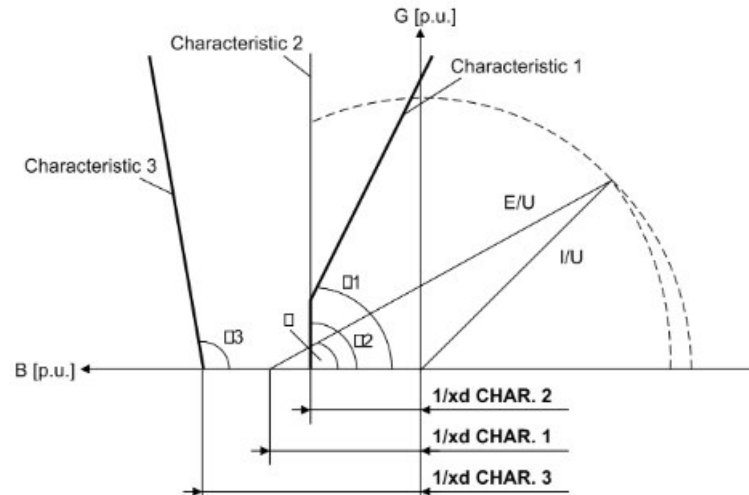
Ochrana proti podbuzení chrání hydrogenerátor před asynchronním provozem v případě ztráty buzení, či při chybné regulaci buzení. Chrání i proti lokálnímu přehřátí rotoru. Ochrana dále zabraňuje ohrožení stability sítě z důvodu nedostatečného buzení velkého synchronního stroje.

Pro vyhodnocení podbuzení ochrana zpracovává všechny tři fázové proudy a svorková napětí pro kritérium statorového obvodu. Dále zpracovává budící napětí pro kritérium rotorového obvodu. Pro kritérium statorového obvodu se admitance počítá z kladných sekvenčních proudů a napětí. Měření admitance vytváří fyzikálně vhodný limit stability nezávisle na napěťových odchylkách jmenovitého napětí. Za takových okolností lze ochranou charakteristiku takřka přizpůsobit charakteristice stability stroje.

Ochrana proti podbuzení 7UM62 poskytuje tři nezávislé, volně kombinovatelné charakteristiky.

Charakteristiky 1 a 2 se rozlišují (znázorněno na následujícím obrázku) :

- Vzdáleností od nulového bodu ($1/x_d$ CHAR. 1) a ($1/x_d$ CHAR. 2).
- Odpovídající úhel sklopení α_1 a α_2



Obr. 3.6: Charakteristika ochrany proti podbuzení [14]

Pokud jsou tyto charakteristiky překročeny, je vysláno zpožděné varování, nebo vypínací signál. Zpoždění je nutné k zajištění dostatečného času pro zvýšení napětí budícího regulátoru.

Třetí charakteristika, dána vzdáleností od nulového bodu ($1/x_d$ CHAR. 3) a úhlem sklopení α_3 může být přizpůsobena charakteristice dynamické stability stroje. Stabilní provoz při překročení této charakteristiky není možný, proto je požadováno okamžité vypnutí.

3.6 Ochrana proti přebuzení

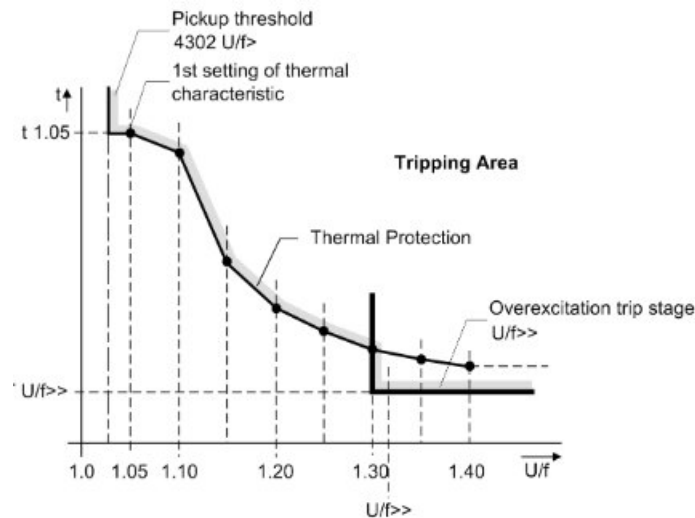
Ochrana proti přebuzení se používá k detekci nepřístupně vysoké indukce ve stroji. Ochrana musí zasáhnout, pokud je překročena mezní hodnota indukce pro chráněný objekt. Stroj je v ohrožení při zvýšeném napětí, kdy regulátor buzení má poruchu, nebo nereaguje dostatečně rychle, aby mohl řídit tento nárůst napětí.

Podobně při nárůstu napětí je stroj ohrožen zvýšenou indukcí, pokud dojde ke snižování frekvence. Například v ostrovním provozu generátoru při poklesu otáček stroje.

Zvýšená indukce nad jmenovitou hodnotu rychle saturuje železné jádro a způsobuje velké vířivé proudy.

Ochrana měří poměr napětí a frekvence, který je úměrný indukci B a uvádí jej do vztahu k nominální indukci B_n . Napětí i frekvence se vztahují k jmenovitým hodnotám chráněného objektu.

Na následující charakteristice ochrany 7UM62 je vidět, že se ochranná funkce skládá z tepelné ochrany (oteplování způsobené vířivými proudy), která je časově závislá. Dále se skládá z časově nezávislé ochrany $U/f \gg$, kdy ochrana vypíná při překročení její hodnoty.



Obr. 3.7: Charakteristika ochrany proti přebuzení [14]

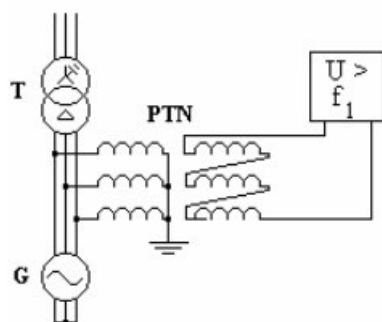
3.7 Ochrana proti zemnímu spojení statoru

Požadavky na činnost zemní ochrany generátoru jsou selektivita působení (ochrana působí pouze při zemních spojeních v oblasti statorového vinutí a na vývodu generátoru) a detekce zemního spojení na co největší rozsah statorového vinutí.

Zemní spojení vyvolá nárůst nulové složky napětí na jmenovitou hodnotu fázového napětí soustavy. To platí ovšem pouze, pokud vznikne zemní spojení na svorkách, nebo na vývodu generátoru. Při zemním spojení uvnitř statorového vinutí je hodnota nulové složky napětí úměrná poměrné délce statorového vinutí měřeného od místa zemního spojení ke svorkám generátoru. [1]

Využívají se dvě provedení:

- Alternátor pracující v bloku s transformátorem. Zde je možno použít napěťovou kmitočtově závislou ochranu, která indikuje zemní spojení v rozsahu 0 – 95% vinutí statoru generátoru. Pokud máme izolovanou soustavu, tak musíme udělat umělý uzal. Primární vinutí přístrojových transformátorů v uzlu uzemníme a sekundární zapojíme do otevřeného trojúhelníka (obr. 3.8). Otevřený trojúhelník má uzemněn jeden bod a zpravidla se uzavírá odporem cca 100 Ω . Na sekundární straně PTN změříme napětí $3U_0$. Ochrana by měla být vybavena frekvenčním filtrem a propustit jen první harmonickou.



Obr. 3.8: Zapojení zemní ochrany statoru, PTN připojen na svorkách stroje [16]

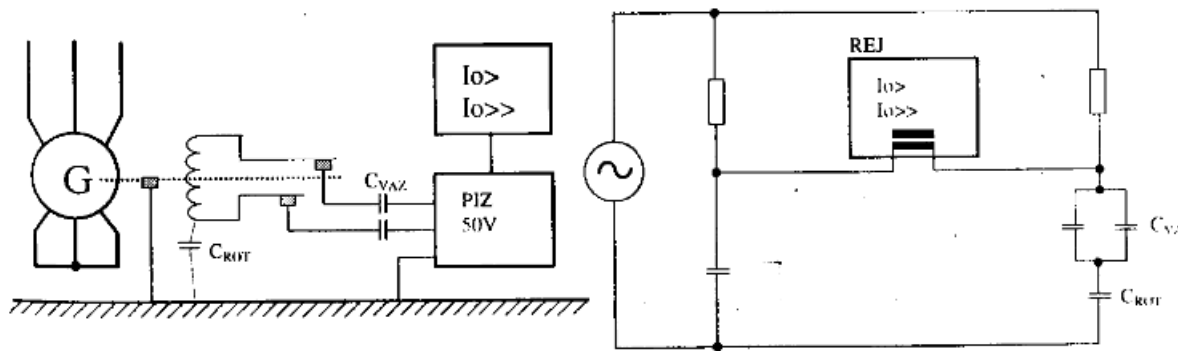
- Alternátor pracující přímo do sítě. Musíme určit velikost kapacitního proudu sítě a alternátoru. Pokud je kapacitní proud sítě větší než kapacitní proud alternátoru, tak při zemním spojení ve stroji jde netočivá složka kapacitního proudu ze sítě do alternátoru. Při zemním spojení v síti jde netočivá složka kapacitního proudu ze stroje do sítě. Rozběhový proud ochrany se nastavuje mezi tyto hodnoty.

Při zemním spojení uvnitř stroje je ochrana vybavena kapacitním proudem sítě, při zemní spojení mimo stroj ochrana nepůsobí.

Je-li kapacitní proud sítě stejný jako kapacitní proud alternátoru nelze podle velikosti zemního proudu určit místo poruchy. Ochrana musí být vybavena prvkem, který určuje směr toku jalového výkonu.

3.8 Ochrana proti zemnímu spojení rotoru

Při normálních provozních podmínkách je budicí obvod generátoru izolován od zemního potenciálu. Hřídel generátoru je pomocí zemního kartáče přizemněna. Jeden z principů detekce zemního spojení v rotorovém obvodu je popsán níže pomocí obrázku. Ochrana pracuje na principu měřicího můstku, který je za bezporuchového stavu vyvážen. Elektrické zapojení můstku je vpravo na obrázku 3.9. Pro zemní ochranu je použita injektážní jednotka PIZ 50V a ochrana REJ 511. Zemní ochrana je řešena jako dvoustupňová. První stupeň je výstražný, při druhém stupni ochrana vypíná. [1]



Obr. 3.9: Ochrana proti zemnímu spojení rotoru [1]

3.9. Frekvenční ochrana

Frekvenční ochrana detekuje abnormálně vysoké a nízké frekvence v generátoru. Pokud se frekvence dostane mimo přípustnou hranici, zahájí ochrana příslušné spínací akce, například oddělení generátoru od sítě. Díky použití filtračních funkcí je hodnocení frekvence bez harmonických vlivů a dosahuje velmi přesných hodnot

Frekvenční ochrana se také používá pro generátory pracující po určitou dobu v ostrovním režimu. Důvodem je, že ochrana proti zpětnému toku výkonu nemůže fungovat v případě výpadku pohonu. Generátor může být odpojen od sítě pomocí ochrany proti snížení frekvence.

Frekvenční ochrana ANSI 81 je vybavena čtyřmi frekvenčními prvky f_1 až f_4 . Jednotlivé frekvenční stupně si lze libovolně dle požadavků nastavovat. Například stupeň f_1 při 47,5 Hz odstavuje generátor a stupeň f_3 při 49,5 Hz signalizuje výstrahu.

Frekvenci lze stanovit, pokud je přítomné alespoň jedno ze sdružených napětí o dostatečné velikosti. Pokud napětí klesne pod nastavenou hodnotu U_{min} , je frekvenční ochrana deaktivována z důvodu, že již nemůže být vypočítána přesná hodnota frekvence.

3.10 Podpět'ová ochrana

Podpět'ová ochrana se využívá u hydrogenerátorů (hlavně v kombinaci s nadproudovou ochranou popsanou v kapitole 3.2) jako podpět'ové odblokování. Samostatná podpět'ová ochrana se používá pouze v určitých speciálních provozech, například u přečerpávacích elektráren. Zde podpět'ová ochrana detekuje poklesy napětí na elektrických strojích a zabraňuje nepřístupným provozním stavům a možné ztrátě stability.

3.11. Přepět'ová ochrana

Přepět'ová ochrana chrání elektrické stroje a připojené komponenty elektráren od nepřístupného zvýšení napětí. Hlavním úkolem ochrany je zabránit poškození izolace statorového vinutí. Pro chránění hydrogenerátorů využíváme dvoustupňovou přepět'ovou ochranu.

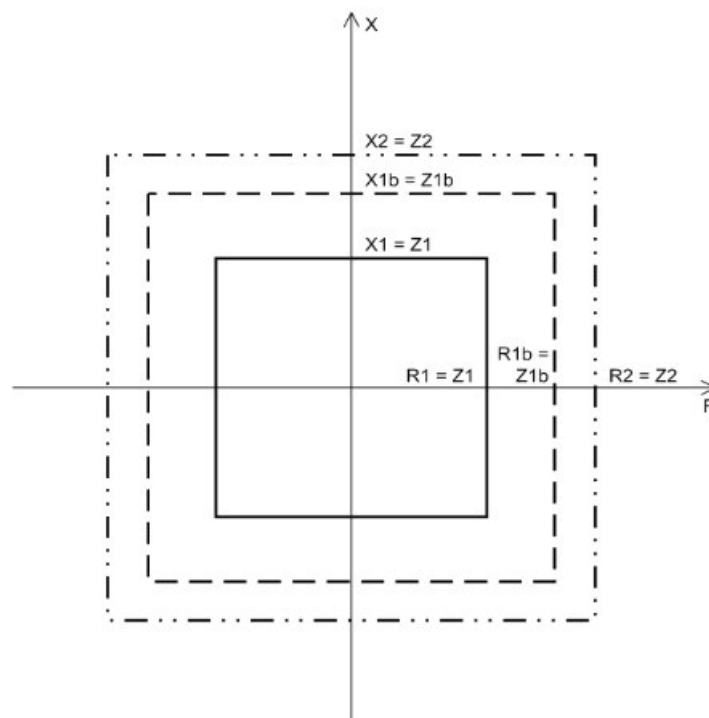
V případě:

- Prvního stupně se jedná o méně závažné přepětí. Vypínání se provádí s delším časovým zpožděním ($U >$). Běžně se volí hodnota kolem 110 – 115% U_n .
- Druhého stupně se jedná o Velká přepětí. Vypínání se provádí s krátkým časovým zpožděním, či s téměř okamžitým vypnutím ($U \gg$). Běžně se volí hodnota kolem 130 – 150% U_n .

Mezní hodnoty napětí a časové zpoždění pro oba stupně lze nastavit individuálně.

3.12 Impedanční ochrana

Impedanční ochrana se u strojů používá jako časově odstupňovaná ochrana pro zajištění co nejkratších vypínacích časů pro zkraty v synchronním stroji, na svorkách vodičů i v transformátorových jednotkách.



Obr. 3.10: Charakteristika impedanční ochrany [14]

Vypínací charakteristika impedanční ochrany je polygon. Je symetrická, i když porucha v opačném směru je fyzicky nemožná (záporný odpor a reaktance), za předpokladu použití obvyklého spojení s proudovými transformátory na straně uzlu generátoru.

Protože je ochrana vícestupňová, mohou být chráněné zóny zvoleny tak, aby první stupeň Z1 pokrýval poruchy v generátoru a poruchy na straně nižšího napětí transformátoru. Druhý stupeň Z2 pokrývá celý blok elektrárny. Pro první zónu Z1 a zónu pro přetížení Z1b bude časové zpoždění ve většině případů nulové. (k vypnutí dojde, jakmile se zjistí, že porucha je v této zóně). Pro zónu Z2, která se může rozšířit do sítě, je zvoleno časové zpoždění větší, než první stupeň ochrany sítě.

3.13 Ochrana proti zpětnému toku výkonu

Ochrana proti zpětnému toku výkonu zamezuje motorickému chodu generátoru, měří směr toku činného výkonu. Když generátorem začne téct výkon opačným směrem, jsou ztráty soustrojí hrazeny za sítě. Ochrana vyhodnocuje velikost zpětného výkonu a při překročení nastavené hodnoty po uplynutí časového zpoždění odstavuje generátor. Časové zpoždění je nutné k zamezení působení ochrany při kolísání výkonu.

4. Primární zkoušky

4.1 Obecné poznatky o primárních zkouškách

Primární zkoušky jsou prováděny přímo na silovém rozvodu zkoušeného zařízení, napodobují provozní podmínky zařízení. Patří k nejdůležitějším zkouškám. Primární zkoušky kontrolují celý měřicí řetězec, ověřují správnou činnost ochrany, vypínací schopnost ochrany, správné připojení chránicího systému. Nejdůležitějším bodem primárních zkoušek je, že se zaměřují na ověření funkčnosti a správnosti zapojení přístrojových transformátorů.

Zkoušené zařízení musí být odstaveno z provozu, což z hlediska časové náročnosti zkoušek způsobuje u větších elektráren finanční ztráty. Z toho důvodu provádíme prvně sekundární zkoušky, aby se zajistilo, že závada není přímo v ochraně.

4.2 Návrh programu primárních zkoušek elektrárny Orlík

Parametry jmenovitých hodnot generátoru na Orlíku: výkon generátoru $S_n = 100$ MVA, sdružené napětí generátoru $U_n = 15$ kV, proud generátoru $I_n = 3849$ kA. PTP mají převod 4000 A na 5 A, PTN 15 kV na 100 V.

Jednotlivé body z následujících primárních zkoušek jsou vyznačeny v Obr. 4.1: *Schéma generátorového bloku na elektrárně Orlík*

- **Primární proudové zkoušky generátoru:**

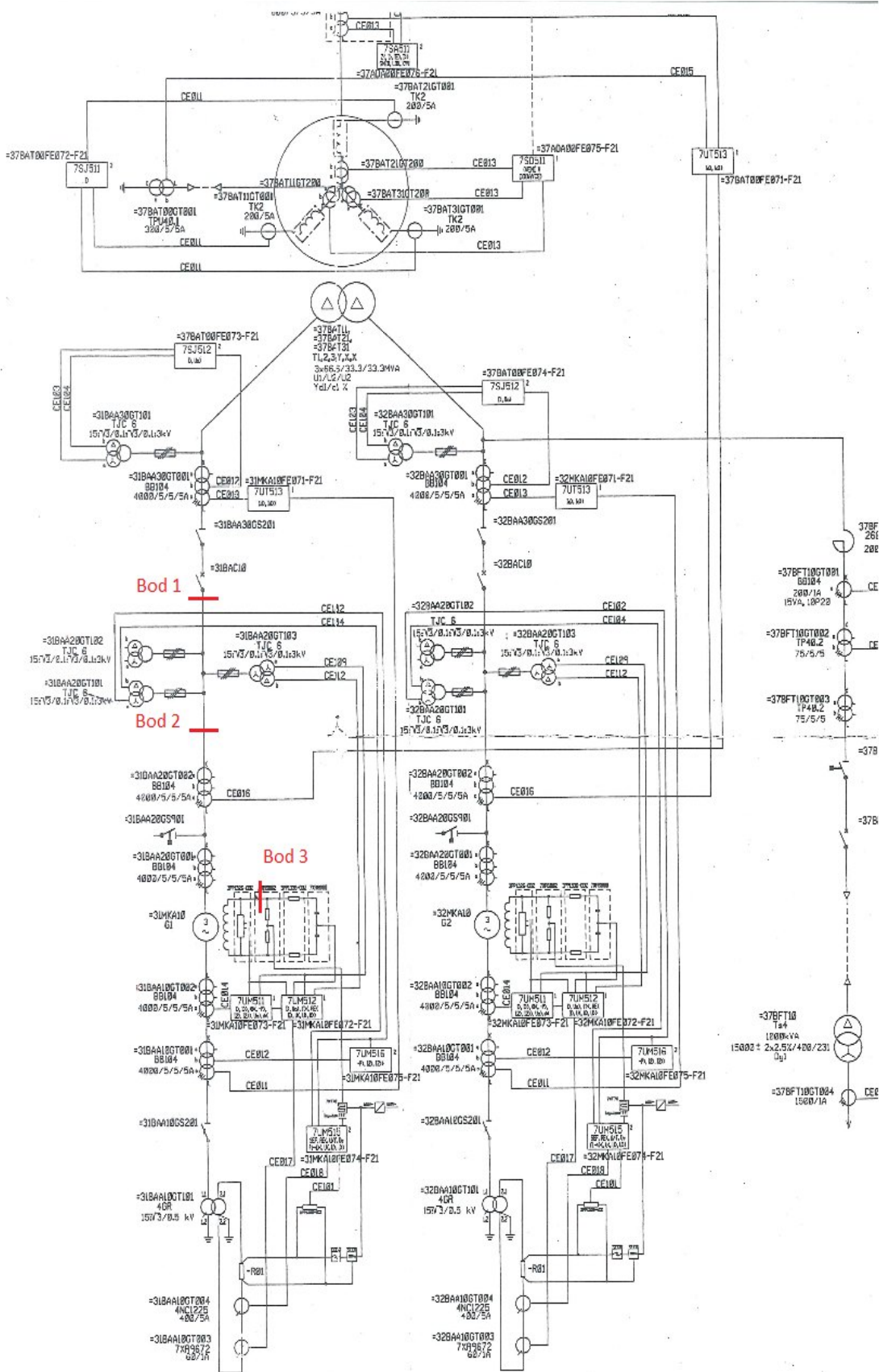
- 1) Umístění třífázového zkratu (do bodu 1) na vývodu generátoru. Dále dojde k roztočení soustrojí a nabuzení na 20% I_n . Následně proběhne kontrola měření proudů, kontrola stabilizačních a rozdílových proudů rozdílové ochrany.

- **Primární napěťové zkoušky generátoru:**

- 1) Umístění jednopólového zemního spojení na vývod generátoru (do bodu 2). Následně dojde k nabuzení generátoru na 15% U_n ve „zdravých“ fázích. Kontrola zemních ochran statoru.
- 2) Umístění jednopólového zemního spojení na rotor generátoru (do bodu 3). Kontrola zemní ochrany rotoru.
- 3) Na statoru nebude umístěn žádný zkrat, generátor bude nabuzen na 100% U_n , zkontroluje se měření napětí na PTN.

- **Primární zkoušky ochran po přifázování k síti:**

- 1) Po přifázování k síti bude postupně uzavíráno rozváděcí kolo dokud proud odebíraný ze sítě nedosáhne hodnoty popudu pro zpětně wattovou ochranu.
- 2) Po přifázování k síti nastavit výkon $P = 0$ MW, postupně odbuzovat – zkouška ochrany proti podbuzení



Obr. 4.1: Schéma generátorového bloku na elektrárně Orlik [15]

5. Sekundární zkoušky

5.1 Obecné poznatky o sekundárních zkouškách

Sekundární zkoušky se provádějí z důvodu ověření funkčnosti a správnému nastavení ochrany. Ochrana při testování není připojena na přístrojové transformátory v měřícím obvodu elektrárny, ale testuje se samostatně za pomoci zkušebního zařízení. Zkušební zařízení vysílá proudové a napětové signály, a ověřuje reakci ochrany.

5.2 Návrh programu sekundárních zkoušek elektrárny Orlík

Objektem testování byla ochrana Siprotec 7UM62. Tato ochrana zahrnuje všechny nezbytné funkce pro chránění velkých synchronních a asynchronních strojů. Je možné provádět nastavení funkcí ochrany dle měřících požadavků elektrárny na základě zvláštních systémových podmínek.

"Jsou k dispozici následující základní funkce: Proudová diferenciální ochrana pro generátory, motory a transformátory, zemní ochrana statoru, citlivá ochrana proti zemnímu spojení, ochrana proti přetížení statoru, nadproudová časová ochrana (buď časově závislá nebo časově nezávislá) se směrovostí, podpětová a přepětová ochrana, pod- a nadfrekvenční ochrana ochrana proti přebuzení a podbuzení, externí vypínací vazba, ochrana proti dopřednému a zpětnému přetížení, ochrana proti zpětné složce, ochrana proti selhání vypínače, zemní ochrana rotoru (f_n , R -měřící), časová kontrola spouštění motoru a blokování opakovaného startu motoru." [8]

Jednotlivé funkce ochrany, které jsou objektem testování, jsem nastavoval pomocí programu DIGSI, který je určený pro konfiguraci a provoz ochrany. Nastavené parametry funkcí ochrany byly do ochrany nahrány za pomoci počítače přes USB připojení. Při nastavení parametrů ochrany jsem se řídil manuálem ochrany a doporučením od konzultanta práce pana Jana Markvarta.



Obr. 5.1: Testovaná ochrana Siprotec 7UM62

Ochranu Siprotec 7UM62 jsem testoval za pomoci testovacího zařízení CMC 256plus od firmy Omicron. Výrobce uvádí, že CMC 256plus je ideální volbou pro aplikace, které vyžadují vysokou přesnost. Lze ho využívat nejenom jako zkušební zařízení, ale i jako univerzální kalibrační nástroj.

Analogové testovací signály jsou generovány digitálně pomocí technologie DSP. To v kombinaci s použitím dodatečných algoritmů pro korekci chyb a přesného návrhu zesilovače vede k vysoce přesným testovacím signálům i při malých amplitudách. Šest proudových a čtyř napěťových výstupních kanálů je plynule a nezávisle nastavitelných v amplitudě, fázi a frekvenci. Všechny výstupy jsou odolné proti přetížení a zkratu a jsou chráněny před vnějšími vysokonapěťovými přechodovými signály a nadměrnými teplotami. [9]

Z důvodu omezení velikosti proudu ze zdroje CMC 256plus byly některé parametry funkcí ochrany pozměněny. Případ je popsán v příložených zpracovaných sekundárních zkouškách v programu Omicron test Universe u rozdílové ochrany.



Obr. 5.2: CMC 256plus

Funkce ochrany jsem otestoval za pomoci PC software Omicron Test Universe, verze: 3.20.

Předmětem zpracovaného testu jsou tyto funkce:

- Rozdílová ochrana
- Nadproudová ochrana
- Ochrana proti tepelnému přetížení
- Ochrana proti nesymetrickému zatížení
- Distanční ochrana
- Ochrana proti podbuzení
- Ochrana proti přebuzení
- Ochrana proti zpětnému toku výkonu
- Frekvenční ochrana
- Přepětová ochrana

Zbývající ochranné funkce pro hydrogenerátor elektrárny Orlík (100 MVA), dané Obr. 5.2: *Tabulka ochran pro hydrogenerátor*, jsou nad rámec této bakalářské práce.

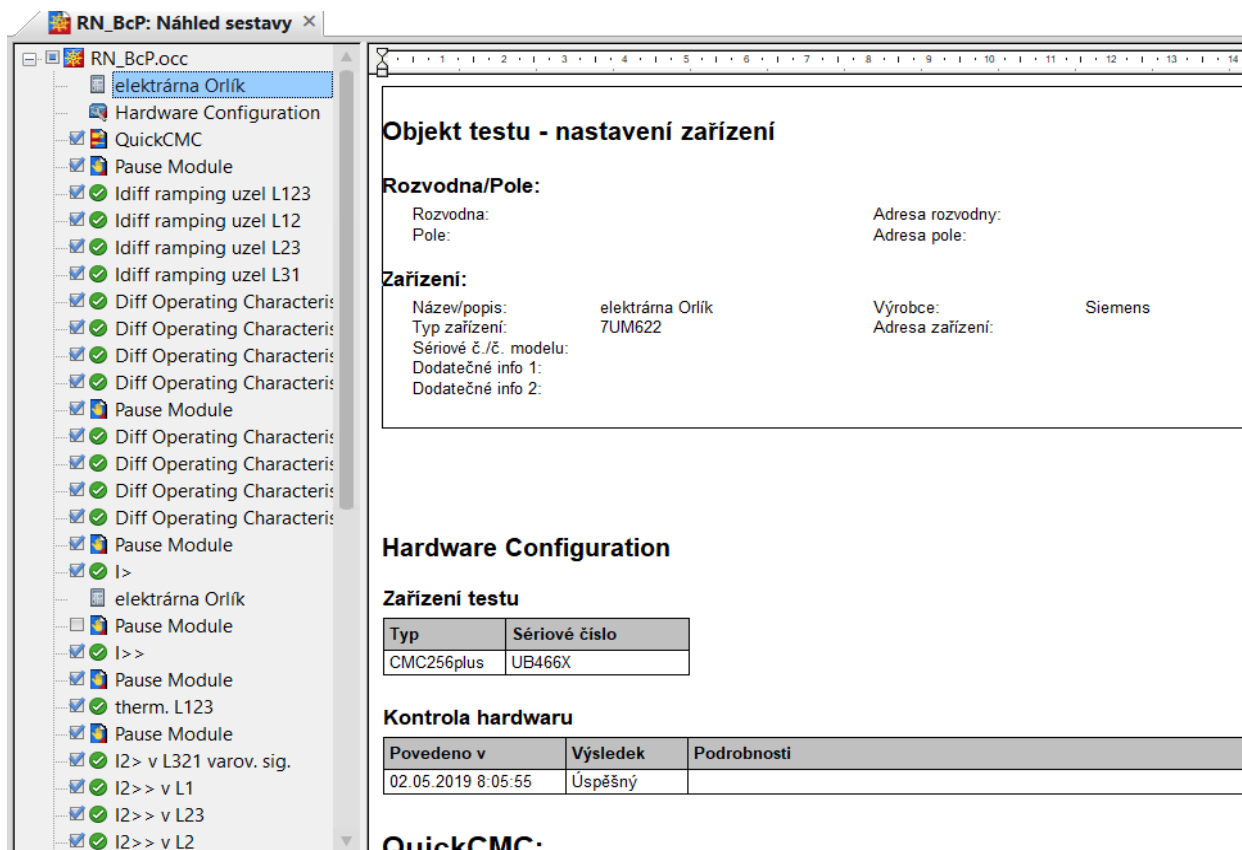
Tabulka 2 – Hydroalternátory

Druh ochrany	Výkon S MV . A							
	Asynchronní	Synchronní						
	$S < 2,5$	$S < 1$	$1 \leq S < 2,5$	$2,5 \leq S < 5$	$5 \leq S < 10$	$10 \leq S < 50$	$50 \leq S < 200$	$200 \leq S$
Nadproudová zkratová časově nezávislá	X ¹⁹⁾ 20)	X ¹⁹⁾	X ¹⁸⁾	X ¹⁸⁾	X ¹⁸⁾	X ¹⁾ 18)	(X) ¹⁸⁾	(X) ¹⁸⁾
Zkratová podimpedanční						X ¹⁾	X	X
Přetížení statoru	X	(X)	X	X	X	X	X	X
Rozdílová ⁹⁾			X	X	X	X	X	X
Nadpětová ¹⁶⁾	X	X	X	X	X	X	X	X
Podpětová	X			X ¹⁰⁾	X ¹⁰⁾	X ¹⁰⁾	X ¹⁰⁾	X ¹⁰⁾
Zemní statoru			(X)	(X)	X	X	X ³⁾	X ³⁾
Zemní rotoru			X	X	X	X	X	X
Závitová ⁴⁾							X	X
Zpětná wattová ¹⁵⁾	X ¹⁴⁾	X ¹⁴⁾	X	X	X	X	X	X
Nesouměrné zatížení	(X)				(X)	X	X	X
Při ztrátě buzení						(X)	X	X
Při podbuzení							X	X
Přetížení rotoru							(X)	X
Ložisková ⁸⁾						X	X	X
Prokluz rotoru							(X)	(X)
Podkmitočtová						(X)	(X)	X
Nadkmitočtová	(X)							X
Při ztrátě příkonu ¹⁰⁾				X	X	X	X	X
Zkratová při rozběhu ¹¹⁾				X	X	X	X	X
Kontrola synchronismu během rozběhu ¹¹⁾				(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
Kontrola roztočení ¹²⁾	(X)			X	X	X	X	X
Kontrola oteplení během rozběhu ¹²⁾				X	X	X	X	X
Při zemním spojení vývodu vn (podle zapojení bloku)				(X)	(X)	X	X	X
Nadproudová kompenzačních kondenzátorů	X							

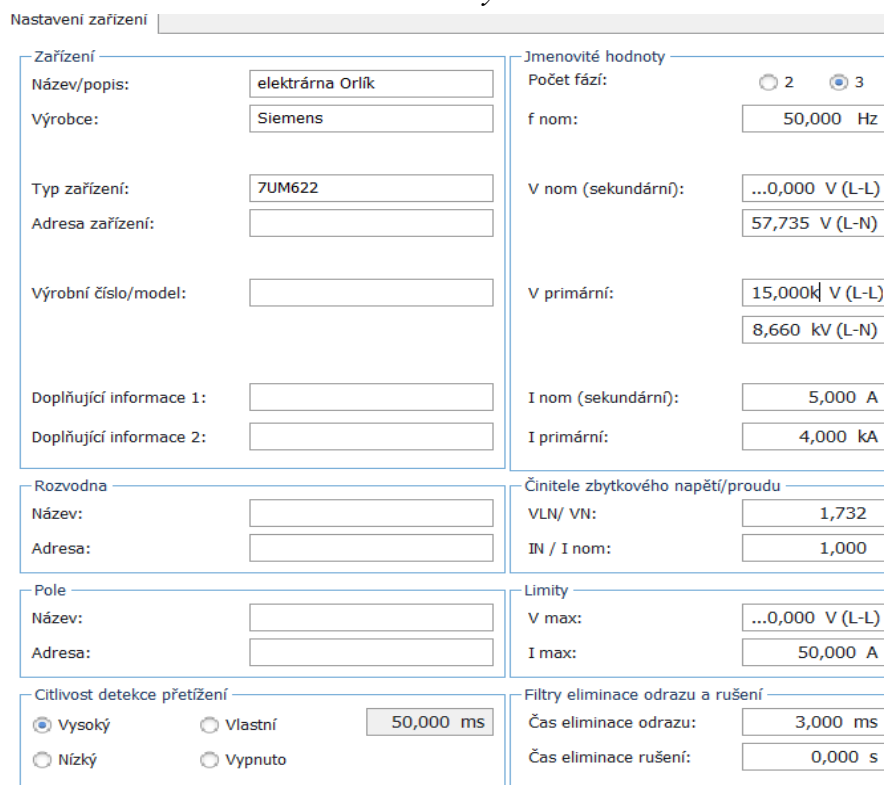
Poznámka – použité značení v tabulce (X) ochrana se doporučuje X ochrana se použije

Obr. 5.3: Tabulka ochran pro hydrogenerátor [5]

Ukázka z programu Omicron Test Universe:



Obr. 5.4: *Náhled sestavy sekundárních zkoušek*



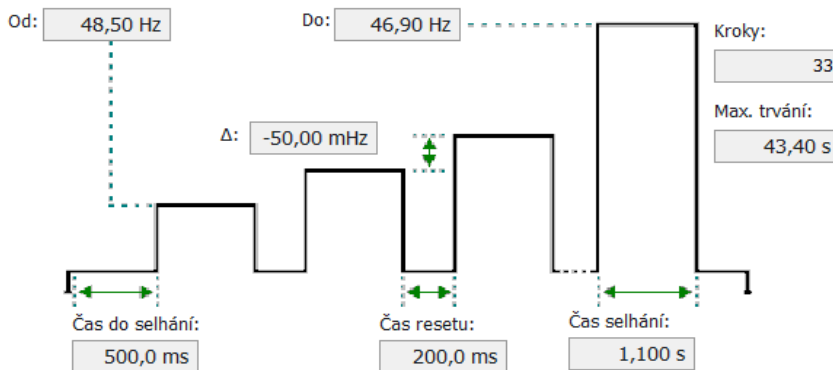
Obr. 5.5: *Nastavení testovaného zařízení*

Stav resetu			
V L1-E	57,74 V	0,00 °	50,00 Hz
V L2-E	57,74 V	-120,00 °	50,00 Hz
V L3-E	57,74 V	120,00 °	50,00 Hz
I L1	0,000 A	0,00 °	50,00 Hz
I L2	0,000 A	-120,00 °	50,00 Hz
I L3	0,000 A	120,00 °	50,00 Hz

Stav selhání			
Nastavit ...	Přímý		
V L1-E	57,74 V	0,00 °	48,50 Hz
V L2-E	57,74 V	-120,00 °	48,50 Hz
V L3-E	57,74 V	120,00 °	48,50 Hz
I L1	0,000 A	-90,00 °	50,00 Hz
I L2	0,000 A	-210,00 °	50,00 Hz
I L3	0,000 A	30,00 °	50,00 Hz

Signál(y): Veličina:

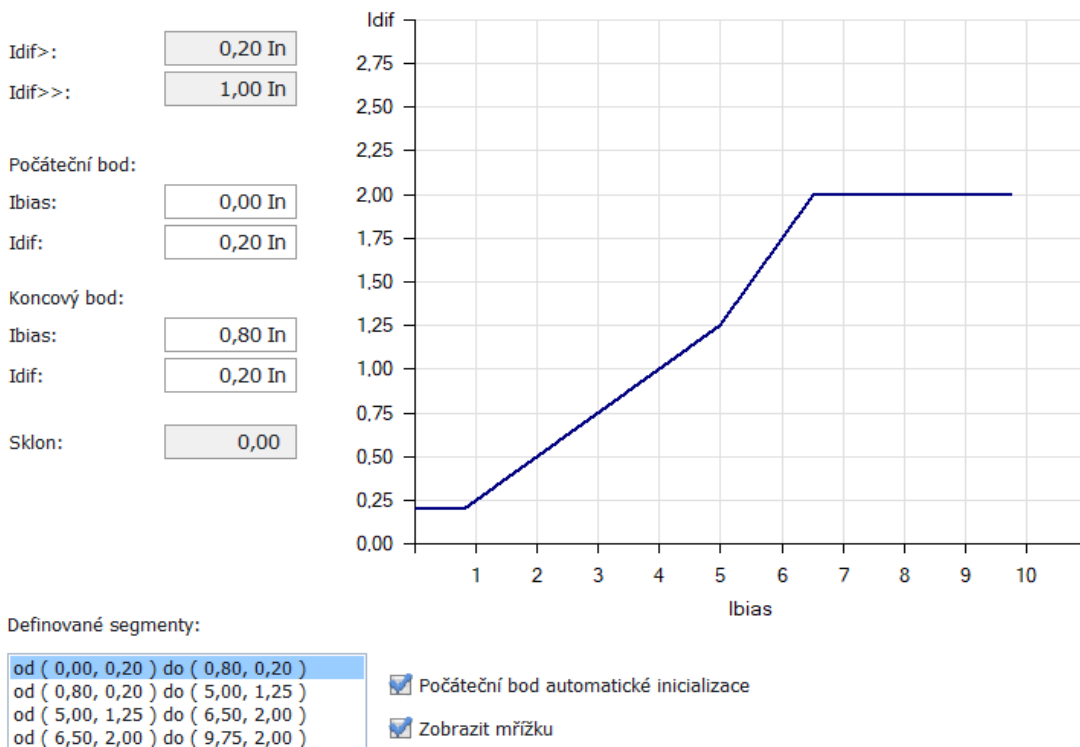
Rampa



Vyhodnocení

Vyhodnotit	Jmen.	Tol+	Tol-	Skut	Odch	Vyhodnotit
Bin. in 1 0>1	47,50 Hz	300,0 mHz	300,0 mHz	47,50 Hz	0,000 Hz	✓

Obr. 5.6: Náhled testu podfrekvenční ochrany



Obr. 5.7: Náhled nastavené charakteristiky rozdílové ochrany

6. Závěr

V této bakalářské práci jsem se zabýval v první části elektrickými poruchami hydrogenerátoru a ochrany, které omezují důsledky těchto poruch. Ve druhé části jsem provedl návrh primárních a sekundárních zkoušek pro vybranou vodní elektrárnu Orlík.

Během psaní první části práce jsem se seznámil s problematikou chránění. Zjistil jsem, že porucha hydrogenerátoru nemusí být způsobená pouze poruchou na samotném stroji, ale je i ovlivněna různými stavy v elektrické soustavě. Při psaní požadavků na ochrany a jejich systémy jsem se naučil pracovat s normou Ochrany elektrických strojů a rozvodných zařízení ČSN 33 3051. Při popisu principů jednotlivých ochranných zařízení jsem získal podrobnější představu o složitosti a zpracovanosti ochranných zařízení.

Druhá část mě naučila obecné poznatky o primárních a sekundárních zkouškách. Nyní se dokáži orientovat ve schématu generátorového bloku na elektrárně Orlík. Pro sestavení zkušebního programu sekundárních zkoušek v prostředí Omicron Test Universe jsem musel nejdříve porozumět ochraně 7UM62, abych nastavil parametry jednotlivých ochranných funkcí, čehož jsem dosáhl pomocí manuálu ochrany a odborné pomoci pana Jana Markvarta.

K nahrání ochranných funkcí do ochrany jsem použil program Digsí, který je určený pro konfiguraci a provoz ochrany. Do přílohy jsem uvedl extrahovanou parametrizaci funkcí. Funkce byly testovány postupně. Některé funkce se vzájemně ovlivňují svojí činností, z toho důvodu je vždy aktivní pouze zkoušená ochranná funkce a ostatní jsou blokovány (status OFF). Dokument je uveden do jedenácté strany, další stránky nejsou relevantní pro předkládanou BP.

Základy potřebné pro práci s Omicronem Test Universe jsem získal díky názorné ukázce pana Jana Markvarta a nápovědou programu. Samotné testování ochrany 7UM62 jsem provedl v areálu vodní elektrárny Štěchovice.

Díky této bakalářské práci jsem si rozšířil pohled na složitou tematiku chránění hydrogenerátorů, viděl jsem na vlastní oči vodní dílo Orlík, zařízení elektrárny, strojovnu a blokové transformátory.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] GRYM, Rudolf. Chránění II: elektrická zařízení vysokého napětí, chránění zařízení v průmyslu. Havířov: IRIS, c2004, 305s. Pracovní a učební pomůcky.
- [2] JANÍČEK, František a kol. Digitálne ochrany v elektrizačnej sústave. 1. vyd. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 2004, 360 s.
- [3] ČÁSLAVA, Jiří. *Chránění generátoru při ztrátě buzení*. Brno, 2010. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.
- [4] HUDEC, Jiří. *Návrh chránění malé vodní elektrárny*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.
- [5] ČSN 33 3051. Ochrany elektrických strojů a rozvodných zařízení. Praha: Federální úřad pro normalizaci a měření, 1992.
- [6] ORSÁGOVÁ, Jaroslava. *Ochrany generátorů* [online]. [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: http://www.ueen.feec.vutbr.cz/cz/images/stories/OPVK_ePower/MELE/Prezentace_MELE.pdf
- [7] MIŠÁK, Stanislav. *Přístrojové transformátory* [online]. [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: http://www.stanislav-misak.com/index.php?option=com_content&view=article&id=93&Itemid=1011
- [8] Siemens Česká republika. *Siprotec 4 7UM62* [online]. [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: https://w5.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/produkty_a_sluzby/sektor_energy/automatizace_pro_energetiku/ochrany_pro_energetiku/generatorove_motorove/Pages/SIPROTEC_4_7UM62.aspx#
- [9] Omicron. *CMC 256plus* [online]. [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: <https://www.omicronenergy.com/en/products/cmc-256plus/>
- [10] *Rogowského cívka* [online]. 30.9.2013 [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Rogowsk%C3%A9ho_c%C3%ADvka&oldid=10771932
- [11] NOHÁČ, Karel. *Pracovní oblast a provozní diagram alternátoru* [online]. [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~nohac/E2/Elektrarny2-cast09-v2.pdf>
- [12] MARŠAL, Jan. *Systém elektrických ochrany generátoru jaderného bloku*. Plzeň, 2014. Diplomová práce. Západočeská universita v Plzni, Fakulta elektronická.
- [13] MUŠKA, Michal. *Rekonstrukce systému ochrany a kompenzace účinníku MVE*. Plzeň, 2013. Diplomová práce. Západočeská universita v Plzni, Fakulta elektronická.

- [14] Siemens. *SIPROTEC 4: Multifunctional Machine Protection 7UM62* [online]. 2017 [cit. 2019-05-28]. Dostupné z:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/486/109743486/att_939239/v1/7UM62_Manual_AA_V991000_en.pdf
- [15] ČEZ Vodní elektrárny
- [16] MIŠÁK, Stanislav. *Chránění generátorů* [online]. [cit. 2019-05-30]. Dostupné z:
http://www.stanislav-misak.com/index.php?option=com_content&view=article&id=92&Itemid=1012

Přílohy

Seznam příloh

Příloha A – Přiložené CD s návrhem sekundárních zkoušek v programu Omicron Test Universe
verze programu: 3.20

Příloha B – Exportovaná sestava testu sekundárních zkoušek z programu Omicron Test Universe

Příloha C – Exportovaná parametrizace programu Digsig

Příloha B

Objekt testu - nastavení zařízení

Rozvodna/Pole:

Rozvodna:

Adresa rozvodny:

Pole:

Adresa pole:

Zařízení:

Název/popis: elektrárna Orlík

Výrobce: Siemens

Typ zařízení: 7UM622

Adresa zařízení:

Sériové č./č. modelu:

Dodatečné info 1:

Dodatečné info 2:

Hardware Configuration

Zařízení testu

Typ	Sériové číslo
CMC256plus	UB466X

Kontrola hardwaru

Povedeno v	Výsledek	Podrobnosti
02.05.2019 8:05:55	Úspěšný	

QuickCMC:

Modul testu

Název: OMICRON QuickCMC

Verze: 3.20

Spuštění testu: 30-dub-2019 10:49:36

Konec testu:

Uživatelské jméno:

Manager:

Společnost:

Výsledky testu

Souhrn

0 úspěšných testů, 0 neúspěšných testů, 0 testů nevyhodnoceno

Nejsou žádné výsledky!

Pause Module

Text instrukce:

Rozdílová ochrana

Vstup uživatele:

Stav testu: Nečinný

Idiff ramping uzel L123:

Nastavení testu

Obecné

Počet stavů rampy: 1
 Celkový počet kroků v testu: 151
 Celková doba testu: 15,100 s
 Poč. provádění testu: 1

Režim vstupu: Přímý
 Typ selhání:

Veličiny rampy

I L1; L2; L3 / Abs. hodnota

Stavy rampy

Rampa	Strmost 1
V L1-E	57,73 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	57,73 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	57,73 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	800,0 mA 180,00 ° 50,000 Hz
I L2	800,0 mA 60,00 ° 50,000 Hz
I L3	800,0 mA -60,00 ° 50,000 Hz
V(2)-1	57,73 V 0,00 ° 50,000 Hz
I(2)-1	0,000 A 0,00 ° 50,000 Hz

I(2)-2	0,000 A -120,00 ° 50,000 Hz
I(2)-3	0,000 A 120,00 ° 50,000 Hz
Vynutit abs. fáze	Ne
Sig 1 Od	800,0 mA
Sig 1 Do	1,100 A
Sig 1 Delta	2,000 mA
Sig 1 d/dt	20,00 mA/s
Bin. out 1	0
Bin. out 2	0
Bin. out 3	0
Bin. out 4	0
dt na krok	100,0 ms
Kroky rampy	151
Délka trvání rampy	15,100s
Aktivační signál	Bin.
Trigger - logika	NEBO
Bin. in 1	1
Bin. in 2	X
Bin. in 3	X
Bin. in 4	X
Bin. in 5	X
Bin. in 6	X
Bin. in 7	X
Bin. in 8	X
Bin. in 9	X
Bin. in 10	X
Krok zpět	Ne
Zpoždění	100,0 ms

Modul testu

Název: OMICRON Generování skokové změny signálu (Ramping) Verze: 3.20
 Spuštění testu: 30-dub-2019 11:08:13 Konec testu: 30-dub-2019 11:08:24
 Uživatelské jméno: Manager:
 Společnost:

Výsledky vyhodnocení

Jméno/zprac.	Rampa	Podmínka	Sig	Jmen.	Skut.	Tol.-	Tol.+	Odch.	Vyhodnotit	Tact
Pick-up	Rampa 1	Bin. in 1 0->1	I L1; L2; L3	962,0 mA	956,0 mA	10,00 mA	10,00 mA	-6,000 mA	+	37,20 ms

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:
Test úspěšný

Idiff ramping uzel L12:

Nastavení testu

Obecné

Počet stavů rampy: 1
 Celkový počet kroků v testu: 151
 Celková doba testu: 15,100 s
 Poč. provádění testu: 1

Režim vstupu: Přímý
 Typ selhání:

Veličiny rampy

I L1; L2 / Abs. hodnota

Stavy rampy

Rampa	Strmost 1
V L1-E	57,73 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	57,73 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	57,73 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	800,0 mA 180,00 ° 50,000 Hz
I L2	800,0 mA 60,00 ° 50,000 Hz
I L3	0,000 A -60,00 ° 50,000 Hz
V(2)-1	57,73 V 0,00 ° 50,000 Hz
I(2)-1	0,000 A 0,00 ° 50,000 Hz
I(2)-2	0,000 A -120,00 ° 50,000 Hz
I(2)-3	0,000 A 120,00 ° 50,000 Hz
Vynutit abs. fáze	Ne
Sig 1 Od	800,0 mA
Sig 1 Do	1,100 A
Sig 1 Delta	2,000 mA
Sig 1 d/dt	20,00 mA/s
Bin. out 1	0
Bin. out 2	0
Bin. out 3	0
Bin. out 4	0
dt na krok	100,0 ms
Kroky rampy	151
Délka trvání rampy	15,100s
Aktivační signál	Bin.

Trigger - logika	NEBO
Bin. in 1	1
Bin. in 2	X
Bin. in 3	X
Bin. in 4	X
Bin. in 5	X
Bin. in 6	X
Bin. in 7	X
Bin. in 8	X
Bin. in 9	X
Bin. in 10	X
Krok zpět	Ne
Zpoždění	100,0 ms

Modul testu

Název: OMICRON Generování skokové změny signálu (Ramping) Verze: 3.20
 Spuštění testu: 30-dub-2019 11:09:03 Konec testu: 30-dub-2019 11:09:14
 Uživatelské jméno: Manager:
 Společnost:

Výsledky vyhodnocení

Jméno/zprac.	Rampa	Podmínka	Sig	Jmen.	Skut.	Tol.-	Tol.+	Odch.	Vyhodnotit	Tact
Pick-up	Rampa 1	Bin. in 1 0->1	I L1; L2	962,0 mA	958,0 mA	10,00 mA	10,00 mA	-4,000 mA	+	31,80 ms

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:

Test úspěšný

Idiff ramping uzel L23:

Nastavení testu

Obecné

Počet stavů rampy: 1
 Celkový počet kroků v testu: 151
 Celková doba testu: 15,100 s
 Poč. provádění testu: 1

Režim vstupu: Přímý
 Typ selhání:

Veličiny rampy

I L2; L3 / Abs. hodnota

Stavy rampy

Rampa	Strmost 1
V L1-E	57,73 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	57,73 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	57,73 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	0,000 A 180,00 ° 50,000 Hz
I L2	800,0 mA 60,00 ° 50,000 Hz
I L3	800,0 mA -60,00 ° 50,000 Hz
V(2)-1	57,73 V 0,00 ° 50,000 Hz
I(2)-1	0,000 A 0,00 ° 50,000 Hz
I(2)-2	0,000 A -120,00 ° 50,000 Hz
I(2)-3	0,000 A 120,00 ° 50,000 Hz
Vynutit abs. fáze	Ne
Sig 1 Od	800,0 mA
Sig 1 Do	1,100 A
Sig 1 Delta	2,000 mA
Sig 1 d/dt	20,00 mA/s
Bin. out 1	0
Bin. out 2	0
Bin. out 3	0
Bin. out 4	0
dt na krok	100,0 ms
Kroky rampy	151
Délka trvání rampy	15,100s
Aktivační signál	Bin.
Trigger - logika	NEBO
Bin. in 1	1
Bin. in 2	X
Bin. in 3	X
Bin. in 4	X
Bin. in 5	X
Bin. in 6	X
Bin. in 7	X
Bin. in 8	X
Bin. in 9	X
Bin. in 10	X
Krok zpět	Ne
Zpoždění	100,0 ms

Modul testu

Název: OMICRON Generování skokové změny signálu (Ramping) Verze: 3.20
 Spuštění testu: 30-dub-2019 11:09:52 Konec testu: 30-dub-2019 11:10:02
 Uživatelské jméno: Manager:
 Společnost:

Výsledky vyhodnocení

Jméno/zprac.	Rampa	Podmínka	Sig	Jmen.	Skut.	Tol.-	Tol.+	Odch.	Vyhodnotit	Tact
Pick-up	Rampa 1	Bin. in 1 0- >1	I L2; L3	962,0 mA	956,0 mA	10,00 mA	10,00 mA	-6,000 mA	+	38,90 ms

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:

Test úspěšný

Idiff ramping uzel L31:

Nastavení testu

Obecné

Počet stavů rampy: 1
 Celkový počet kroků v testu: 151
 Celková doba testu: 15,100 s
 Poč. provádění testu: 1

Režim vstupu: Přímý
 Typ selhání:

Veličiny rampy

I L3; L1 / Abs. hodnota

Stavy rampy

Rampa	Strmost 1
V L1-E	57,73 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	57,73 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	57,73 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	800,0 mA 180,00 ° 50,000 Hz

I L2	0,000 A 60,00 ° 50,000 Hz
I L3	800,0 mA -60,00 ° 50,000 Hz
V(2)-1	57,73 V 0,00 ° 50,000 Hz
I(2)-1	0,000 A 0,00 ° 50,000 Hz
I(2)-2	0,000 A -120,00 ° 50,000 Hz
I(2)-3	0,000 A 120,00 ° 50,000 Hz
Vynutit abs. fáze	Ne
Sig 1 Od	800,0 mA
Sig 1 Do	1,100 A
Sig 1 Delta	2,000 mA
Sig 1 d/dt	20,00 mA/s
Bin. out 1	0
Bin. out 2	0
Bin. out 3	0
Bin. out 4	0
dt na krok	100,0 ms
Kroky rampy	151
Délka trvání rampy	15,100s
Aktivační signál	Bin.
Trigger - logika	NEBO
Bin. in 1	1
Bin. in 2	X
Bin. in 3	X
Bin. in 4	X
Bin. in 5	X
Bin. in 6	X
Bin. in 7	X
Bin. in 8	X
Bin. in 9	X
Bin. in 10	X
Krok zpět	Ne
Zpoždění	100,0 ms

Modul testu

Název: OMICRON Generování skokové změny signálu (Ramping) Verze: 3.20
 Spuštění testu: 30-dub-2019 11:13:44 Konec testu: 30-dub-2019 11:13:55
 Uživatelské jméno: Manager:
 Společnost:

Výsledky vyhodnocení

Jméno/z prac.	Rampa	Podmínka	Sig	Jmen.	Skut.	Tol.-	Tol.+	Odch.	Vyhodnotit	Tact
Pick-up	Rampa 1	Bin. in 1 0->1	I L3; L1	962,0 mA	960,0 mA	10,00 mA	10,00 mA	-2,000 mA	+	16,10 ms

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:
Test úspěšný

Diff Operating Characteristic L123:**Modul testu**

Název: OMICRON Diff Operating Verze: 3.20
 Characteristic
 Spuštění testu: 30-dub-2019 11:21:10 Konec testu: 30-dub-2019 11:21:23
 Uživatelské jméno: Manager:
 Společnost:

Výsledky testu pro typ selhání L1-L2-L3 na referenční straně Primary

Idiff	Ibias	Jmenovitý čas překlopení	Skutečný čas překlopení	Stav	Výsledek
0,10 In	0,70 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,70 In	3,50 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,80 In	1,90 In	0,0300 s	0,0386 s	Testováno	Úspěšný
1,90 In	6,80 In	N/T	N/T	Mimo rozsah	nelze
2,10 In	6,80 In	0,0300 s	N/T	Mimo rozsah	nelze
0,40 In	0,80 In	0,0300 s	0,0369 s	Testováno	Úspěšný
1,10 In	4,10 In	0,0300 s	N/T	Mimo rozsah	nelze

Stav testu:**Test úspěšný**

7 z 7 bodů bylo testováno.

7 bodů bylo úspěšných. 0

bodů bylo neúspěšných.

Diff Operating Characteristic L12:**Modul testu**

Název: OMICRON Diff Operating Verze: 3.20
 Characteristic
 Spuštění testu: 30-dub-2019 11:22:48 Konec testu: 30-dub-2019 11:23:01
 Uživatelské jméno: Manager:
 Společnost:

Výsledky testu pro typ selhání L1-L2 na referenční straně Primary

Idiff	Ibias	Jmenovitý čas překlopení	Skutečný čas překlopení	Stav	Výsledek
0,10 In	0,70 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,70 In	3,50 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,80 In	1,90 In	0,0300 s	0,0334 s	Testováno	Úspěšný
1,90 In	6,80 In	N/T	N/T	Mimo rozsah	nelze
2,10 In	6,80 In	0,0300 s	N/T	Mimo rozsah	nelze
0,40 In	0,80 In	0,0300 s	0,0424 s	Testováno	Úspěšný
1,10 In	4,10 In	0,0300 s	N/T	Mimo rozsah	nelze

Stav testu:**Test úspěšný**

7 z 7 bodů bylo testováno.

7 bodů bylo úspěšných. 0

bodů bylo neúspěšných.

Diff Operating Characteristic L23:

Modul testu

Název: OMICRON Diff Operating Characteristic Verze: 3.20
 Spuštění testu: 30-dub-2019 11:24:07 Konec testu: 30-dub-2019 11:24:21
 Uživatelské jméno: Manager:
 Společnost:

Výsledky testu pro typ selhání L2-L3 na referenční straně Primary

Idiff	Ibias	Jmenovitý čas překlopení	Skutečný čas překlopení	Stav	Výsledek
0,10 In	0,70 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,70 In	3,50 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,80 In	1,90 In	0,0300 s	0,0383 s	Testováno	Úspěšný
1,90 In	6,80 In	N/T	N/T	Mimo rozsah	nelze
2,10 In	6,80 In	0,0300 s	N/T	Mimo rozsah	nelze
0,40 In	0,80 In	0,0300 s	0,0364 s	Testováno	Úspěšný
1,10 In	4,10 In	0,0300 s	N/T	Mimo rozsah	nelze

Stav testu:

Test úspěšný

7 z 7 bodů bylo testováno.

7 bodů bylo úspěšných. 0

bodů bylo neúspěšných.

Diff Operating Characteristic L13:

Modul testu

Název: OMICRON Diff Operating Characteristic Verze: 3.20
 Spuštění testu: 30-dub-2019 11:25:14 Konec testu: 30-dub-2019 11:25:27
 Uživatelské jméno: Manager:
 Společnost:

Výsledky testu pro typ selhání L3-L1 na referenční straně Primary

Idiff	Ibias	Jmenovitý čas překlopení	Skutečný čas překlopení	Stav	Výsledek
0,10 In	0,70 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,70 In	3,50 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,80 In	1,90 In	0,0300 s	0,0364 s	Testováno	Úspěšný
1,90 In	6,80 In	N/T	N/T	Mimo rozsah	nelze
2,10 In	6,80 In	0,0300 s	N/T	Mimo rozsah	nelze
0,40 In	0,80 In	0,0300 s	0,0431 s	Testováno	Úspěšný
1,10 In	4,10 In	0,0300 s	N/T	Mimo rozsah	nelze

Stav testu:

Test úspěšný

7 z 7 bodů bylo testováno.

7 bodů bylo úspěšných. 0

bodů bylo neúspěšných.

Pause Module

Text instrukce:

Testováno na rozdíl $I_n/I_0 = 0,2$ a pick up value of high set trip = 2.
Omicron nedá více proudu, proto nastavím pick up value of high set trip = 1

Vstup uživatele:

Stav testu: Nečinný

Diff Operating Characteristic L123:

Modul testu

Název: OMICRON Diff Operating Characteristic Verze: 3.20
 Spuštění testu: 30-dub-2019 12:03:35 Konec testu: 30-dub-2019 12:03:50
 Uživatelské jméno: Manager:
 Společnost:

Výsledky testu pro typ selhání L1-L2-L3 na referenční straně Primary

Idiff	Ibias	Jmenovitý čas překlopení	Skutečný čas překlopení	Stav	Výsledek
0,10 In	0,70 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,70 In	3,50 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,80 In	1,90 In	0,0300 s	0,0360 s	Testováno	Úspěšný
0,80 In	4,20 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,90 In	3,20 In	0,0300 s	0,0412 s	Testováno	Úspěšný
0,40 In	1,10 In	0,0300 s	0,0411 s	Testováno	Úspěšný

Stav testu:

Test úspěšný

6 z 6 bodů bylo testováno.
6 bodů bylo úspěšných. 0 bodů bylo neúspěšných.

Diff Operating Characteristic L12:

Modul testu

Název: OMICRON Diff Operating Characteristic Verze: 3.20
 Spuštění testu: 30-dub-2019 12:08:21 Konec testu: 30-dub-2019 12:08:36
 Uživatelské jméno: Manager:
 Společnost:

Výsledky testu pro typ selhání L1-L2 na referenční straně Primary

Idiff	Ibias	Jmenovitý čas překlopení	Skutečný čas překlopení	Stav	Výsledek
0,10 In	0,70 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,70 In	3,50 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,80 In	1,90 In	0,0300 s	0,0364 s	Testováno	Úspěšný
0,80 In	4,20 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,90 In	3,20 In	0,0300 s	0,0350 s	Testováno	Úspěšný
0,40 In	1,10 In	0,0300 s	0,0429 s	Testováno	Úspěšný

Stav testu:**Test úspěšný**

6 z 6 bodů bylo testováno.

6 bodů bylo úspěšných. 0

bodů bylo neúspěšných.

Diff Operating Characteristic L23:**Modul testu**

Název:	OMICRON Diff Operating Characteristic	Verze:	3.20
Spuštění testu:	30-dub-2019 12:09:10	Konec testu:	30-dub-2019 12:09:24
Uživatelské jméno:		Manager:	
Společnost:			

Výsledky testu pro typ selhání L2-L3 na referenční straně Primary

Idiff	Ibias	Jmenovitý čas překlopení	Skutečný čas překlopení	Stav	Výsledek
0,10 In	0,70 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,70 In	3,50 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,80 In	1,90 In	0,0300 s	0,0383 s	Testováno	Úspěšný
0,80 In	4,20 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,90 In	3,20 In	0,0300 s	0,0366 s	Testováno	Úspěšný
0,40 In	1,10 In	0,0300 s	0,0358 s	Testováno	Úspěšný

Stav testu:**Test úspěšný**

6 z 6 bodů bylo testováno.

6 bodů bylo úspěšných. 0

bodů bylo neúspěšných.

Diff Operating Characteristic L13:**Modul testu**

Název:	OMICRON Diff Operating Characteristic	Verze:	3.20
Spuštění testu:	30-dub-2019 12:09:48	Konec testu:	30-dub-2019 12:10:03
Uživatelské jméno:		Manager:	
Společnost:			

Výsledky testu pro typ selhání L3-L1 na referenční straně Primary

Idiff	Ibias	Jmenovitý čas překlpení	Skutečný čas překlpení	Stav	Výsledek
0,10 In	0,70 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,70 In	3,50 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,80 In	1,90 In	0,0300 s	0,0389 s	Testováno	Úspěšný
0,80 In	4,20 In	N/T	N/T	Testováno	Úspěšný
0,90 In	3,20 In	0,0300 s	0,0392 s	Testováno	Úspěšný
0,40 In	1,10 In	0,0300 s	0,0406 s	Testováno	Úspěšný

Stav testu:**Test úspěšný**

6 z 6 bodů bylo testováno.

6 bodů bylo úspěšných. 0

bodů bylo neúspěšných.

Pause Module**Text instrukce:**

Nadproudová ochrana

nastavíme I vybavovací = 6A a čas zareagování 3s, podpěťový článek na 0,8 Un = 80 V a čas t = 4s

Vstup uživatele:**Stav testu: Nečinný****I>:****Objekt testu - parametry nadproudu****Obecné - Hodnoty:**

Abs. tol. času:	0,04 s	Zapojení NT:	nelze
Rel. tol. času:	5,00 %	Zapojení uzlu PT:	nelze
Abs. tol. proudu:	0,05 Iref		
Rel. tol. proudu:	5,00 %		
Směrový:	Ne		

Prvky - Fáze:

Aktivní	Název	Vypínací charakteristika	I náběh	Čas	Přídržný poměr	Směr
Ano	I #1 Phase	Nezávislé zpoždění IEC	1,20 Iref	3,00 s	0,95	Nesměrový

Modul testu

Název:	OMICRON Nadproud	Verze:	3.20
Spuštění testu:	30-dub-2019 12:45:28	Konec testu:	30-dub-2019 12:46:08
Uživatelské jméno:		Manager:	
Společnost:			

Nastavení testu:

Model selhání:

Časová reference:	Vznik selhání
Zátěžový proud:	0,000 A
Úhel zátěže:	nelze
Čas před selháním:	300,0 ms
Abs. max. čas:	4,000 s
Čas po selhání:	500,0 ms
Rel. max. čas:	100,0 %
Povolit výstupní napětí:	Ne
Napětí LN selhání (všechna selhání kromě dvoufázových):	nelze
Napětí LL selhání (pro dvoufázová selhání):	nelze
Slábnoucí SS aktivní:	Ne
Časová konstanta:	nelze
Min. čas char. jističe:	50,00 ms
Tepelný reset aktivní:	Ne
Metoda tepelného resetu:	nelze
Zpráva tepelného resetu:	nelze

Bodový test:

Typ	Relativně k	Koeficient t	Abs. hodnota	Úhel	tnom	tmin	tmax
L1-L2	(---)	nelze	5,000 A	nelze	Bez překlopení	Bez překlopení	Bez překlopení
L1-L2	(---)	nelze	7,000 A	nelze	3,000 s	2,850 s	3,150 s
L2-L3	(---)	nelze	5,000 A	nelze	Bez překlopení	Bez překlopení	Bez překlopení
L2-L3	(---)	nelze	6,700 A	nelze	3,000 s	2,850 s	3,150 s
L3-L1	(---)	nelze	5,800 A	nelze	Bez překlopení	2,850 s	Bez překlopení
L3-L1	(---)	nelze	6,300 A	nelze	3,000 s	2,850 s	Bez překlopení
L1-L2-L3	(---)	nelze	6,300 A	nelze	3,000 s	2,850 s	Bez překlopení
L1-L2-L3	(---)	nelze	4,900 A	nelze	Bez překlopení	Bez překlopení	Bez překlopení

Binární výstupy:

Název	Stav
Bin. out 1	0
Bin. out 2	0
Bin. out 3	0
Bin. out 4	0

Binární vstupy:

Trigger - logika: a

Název	Stav aktivního signálu
Bin. in 1	1
Bin. in 2	X

Výsledky bodového testu:

Typ	Relativně k	Koeficient	Abs. hodnota	Úhel	tnom	tact	Odchylka	Přetížení	Výsledek
L1-L2	(---)	nelze	5,000 A	nelze	Bez překlopení	Bez překlopení	nelze	Ne	Úspěšný
L1-L2	(---)	nelze	7,000 A	nelze	3,000 s	3,046 s	1,533 %	Ne	Úspěšný
L2-L3	(---)	nelze	5,000 A	nelze	Bez překlopení	Bez překlopení	nelze	Ne	Úspěšný
L2-L3	(---)	nelze	6,700 A	nelze	3,000 s	3,030 s	993,3 m %	Ne	Úspěšný
L3-L1	(---)	nelze	5,800 A	nelze	Bez překlopení	Bez překlopení	nelze	Ne	Úspěšný
L3-L1	(---)	nelze	6,300 A	nelze	3,000 s	3,034 s	1,143 %	Ne	Úspěšný
L1-L2-L3	(---)	nelze	6,300 A	nelze	3,000 s	3,041 s	1,363 %	Ne	Úspěšný
L1-L2-L3	(---)	nelze	4,900 A	nelze	Bez překlopení	Bez překlopení	nelze	Ne	Úspěšný

Stav:

8 z 8 testované body.

8 úspěšně testované body.

0 neúspěšně testované body.

Celkové vyhodnocení: Test úspěšný!**Objekt testu - nastavení zařízení****Rozvodna/Pole:**

Rozvodna:

Adresa rozvodny:

Pole:

Adresa pole:

Zařízení:

Název/popis: elektrárna Orlík

Výrobce: Siemens

Typ zařízení: 7UM622

Adresa zařízení:

Sériové č./č. modelu:

Dodatečné info 1:

Dodatečné info 2:

Pause Module**Text instrukce:**

Z důvodu omezení proudu z Omicronu nastavím vybavovací proud 2In, čas nastaven na 200ms

Vstup uživatele:**Stav testu: Nečinný****I>>:****Objekt testu - parametry nadproudu****Obecné - Hodnoty:**

Abs. tol. času: 0,05 s

Zapojení NT: nelze

Rel. tol. času: 5,00 %

Zapojení uzlu PT: nelze

Abs. tol. proudu: 0,05 Iref

Rel. tol. proudu: 5,00 %

Směrový: Ne

Prvky - Fáze:

Aktivní	Název	Vypínací charakteristika	I náběh	Čas	Přídržný poměr	Směr
Ano	I #1 Phase	Nezávislé zpoždění IEC	2,00 Iref	0,20 s	0,95	Nesměrový

Modul testu

Název: OMICRON Nadproud Verze: 3.20
 Spuštění testu: 30-dub-2019 13:19:03 Konec testu: 30-dub-2019 13:19:17
 Uživatelské jméno: Manager:
 Společnost:

Nastavení testu:

Model selhání:

Časová reference: Vznik selhání
 Zátěžový proud: 0,000 A
 Úhel zátěže: nelze
 Čas před selháním: 100,0 ms
 Abs. max. čas: 1,000 s
 Čas po selhání: 500,0 ms
 Rel. max. čas: 100,0 %
 Povolit výstupní napětí: Ne
 Napětí LN selhání (všechna selhání kromě dvoufázových): nelze
 Napětí LL selhání (pro dvoufázová selhání): nelze
 Slábnoucí SS aktivní: Ne
 Časová konstanta: nelze
 Min. čas char. jističe: 50,00 ms
 Tepelný reset aktivní: Ne
 Metoda tepelného resetu: nelze
 Zpráva tepelného resetu: nelze

Bodový test:

Typ	Relativně k	Koeficient t	Abs. hodnota	Úhel	tnom	tmin	tmax
L1-L2	(---)	nelze	9,000 A	nelze	Bez překlopení	Bez překlopení	Bez překlopení
L1-L2	(---)	nelze	10,20 A	nelze	200,0 ms	150,0 ms	Bez překlopení
L1-L2	(---)	nelze	10,70 A	nelze	200,0 ms	150,0 ms	250,0 ms
L2-L3	(---)	nelze	10,50 A	nelze	200,0 ms	150,0 ms	Bez překlopení
L3-L1	(---)	nelze	9,500 A	nelze	Bez překlopení	Bez překlopení	Bez překlopení
L3-L1	(---)	nelze	10,80 A	nelze	200,0 ms	150,0 ms	250,0 ms
L1-L2-L3	(---)	nelze	10,80 A	nelze	200,0 ms	150,0 ms	250,0 ms
L1-L2-L3	(---)	nelze	8,800 A	nelze	Bez překlopení	Bez překlopení	Bez překlopení

Binární výstupy:

Název	Stav
Bin. out 1	0
Bin. out 2	0
Bin. out 3	0
Bin. out 4	0

Binární vstupy:

Trigger - logika: a

Název	Stav aktivačního signálu
Bin. in 1	1
Bin. in 2	X

Výsledky bodového testu:

Typ	Relativně k	Koeficient	Abs. hodnota	Úhel	tnom	tact	Odchyłka	Přetížení	Výsledek
L1-L2	(---)	nelze	9,000 A	nelze	Bez překlopení	Bez překlopení	nelze	Ne	Úspěšný
L1-L2	(---)	nelze	10,20 A	nelze	200,0 ms	250,0 ms	25,00 %	Ne	Úspěšný
L1-L2	(---)	nelze	10,70 A	nelze	200,0 ms	239,7 ms	19,85 %	Ne	Úspěšný
L2-L3	(---)	nelze	10,50 A	nelze	200,0 ms	240,7 ms	20,35 %	Ne	Úspěšný
L3-L1	(---)	nelze	9,500 A	nelze	Bez překlopení	Bez překlopení	nelze	Ne	Úspěšný
L3-L1	(---)	nelze	10,80 A	nelze	200,0 ms	236,8 ms	18,40 %	Ne	Úspěšný
L1-L2-L3	(---)	nelze	10,80 A	nelze	200,0 ms	232,4 ms	16,20 %	Ne	Úspěšný
L1-L2-L3	(---)	nelze	8,800 A	nelze	Bez překlopení	Bez překlopení	nelze	Ne	Úspěšný

Stav:

8 z 8 testované body.

8 úspěšně testované body.

0 neúspěšně testované body.

Celkové vyhodnocení: Test úspěšný!

Pause Module

Text instrukce:

Ochrana proti tepelnému přetížení

U ochrany proti přetížení volím čas. konstantu = 200s z důvodu, aby zkouška netrvala příliš dlouhý čas, proud sek. PTP = 4,811 A

Vstup uživatele:

Stav testu: Nečinný

therm. L123:

Nastavení testu

Stav	Stav 1	Stav 2
V L1-E	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	0,000 A 0,00 ° 50,000 Hz	10,00 A 180,00 ° 50,000 Hz
I L2	0,000 A -120,00 ° 50,000 Hz	10,00 A 60,00 ° 50,000 Hz
I L3	0,000 A 120,00 ° 50,000 Hz	10,00 A -60,00 ° 50,000 Hz

Modul testu

Název: OMICRON State Sequencer

Verze: 3.20

Spuštění testu: 02-kvě-2019 08:35:49

Konec testu: 02-kvě-2019 08:37:12

Uživatelské jméno:

Manager:

Společnost:

Výsledky testu

Vyhodnocení času

Název	Ignorovat před	Spustit	Zastavit	Tnom	Tdev-	Tdev+	Tact	Tdev	Vyhodnotit
		Stav 2	Bin. in 1 0>1	60,43 s	4,000 s	300,0 ms	60,48 s	53,70 ms	+

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:

Test úspěšný

Pause Module

Text instrukce:

Ochrana proti nesymetrickému zatížení

První zkouška pouze sygnalizuje nesymetrický proud, díky jeho malé hodnotě.

Další zkoušky jsou na čas zareagování ochrany na hodnotu zpětného proudu I2 ve fázích

Vstup uživatele:

Stav testu: Nečinný

I2> v L321 varov. sig.:

Nastavení testu

Stav	Stav 1	Stav 2
V L1-E	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	0,000 A 0,00 ° 50,000 Hz	500,0 mA 0,00 ° 50,000 Hz
I L2	0,000 A -120,00 ° 50,000 Hz	500,0 mA 120,00 ° 50,000 Hz
I L3	0,000 A 120,00 ° 50,000 Hz	500,0 mA -120,00 ° 50,000 Hz

Modul testu

Název: OMICRON State Sequencer

Spuštění testu: 02-kvě-2019 09:23:25

Uživatelské jméno:

Společnost:

Verze: 3.20

Konec testu: 02-kvě-2019 09:23:53

Manager:

Výsledky testu

Vyhodnocení času

Název	Ignorovat před	Spustit	Zastavit	Tnom	Tdev-	Tdev+	Tact	Tdev	Vyhodnotit
Výstraha na I2				20,00 s	100,0 ms	100,0 ms			o

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:

Test úspěšný

I2>> v L1:

Nastavení testu

Obecné

Počet stavů rampy: 1
 Celkový počet kroků v testu: 25
 Celková doba testu: 87,500
 Poč. provádění testu: 1

Režim vstupu: Přímý
 Typ selhání:

Veličiny rampy

I L1 / Abs. hodnota

Stavy rampy

Rampa	Strmost 1
V L1-E	57,73 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	57,73 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	57,73 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	8,000 A 180,00 ° 50,000 Hz
I L2	0,000 A 60,00 ° 50,000 Hz
I L3	0,000 A -60,00 ° 50,000 Hz
Vynutit abs. fáze	Ano
Sig 1 Od	8,000 A
Sig 1 Do	9,200 A
Sig 1 Delta	50,00 mA
Sig 1 d/dt	14,29 mA/s

dt na krok	3,500 s
Kroky rampy	25
Délka trvání rampy	87,500s
Aktivační signál	Bin.
Trigger - logika	A
Bin. in 1	X
Bin. in 2	1
Bin. in 3	1
Bin. in 4	1
Bin. in 5	1
Bin. in 6	X
Bin. in 7	X
Bin. in 8	X
Bin. in 9	X
Krok zpět	Ne
Zpoždění	100,0 ms

Modul testu

Název: OMICRON Generování skokové změny signálu (Ramping) Verze: 3.20
 Spuštění testu: 02-kvě-2019 10:01:52 Konec testu: 02-kvě-2019 10:03:23
 Uživatelské jméno: Manager:
 Společnost:

Výsledky vyhodnocení

Jméno/zprac.	Rampa	Podmínka	Sig	Jmen.	Skut.	Tol.-	Tol.+	Odch.	Vyhodnotit	Tact
Pick-up	Rampa 1	Bin. in 1 0->1	I L1		8,250 A				o	2,782 s

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:

Test úspěšný

I2>> v L23:

Nastavení testu

Obecné

Počet stavů rampy: 1
 Celkový počet kroků v testu: 11
 Celková doba testu: 38,500
 Poč. provádění testu: 1

Režim vstupu: Přímý
 Typ selhání:

Veličiny rampy

I L2; L3 / Abs. hodnota

Stavy rampy

Rampa	Strmost 1
V L1-E	57,73 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	57,73 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	57,73 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	0,000 A 180,00 ° 50,000 Hz
I L2	7,000 A 60,00 ° 50,000 Hz
I L3	7,000 A -60,00 ° 50,000 Hz
Vynutit abs. fáze	Ano
Sig 1 Od	7,000 A
Sig 1 Do	8,000 A
Sig 1 Delta	100,0 mA
Sig 1 d/dt	28,57 mA/s
dt na krok	3,500 s
Kroky rampy	11
Délka trvání rampy	38,500s
Aktivační signál	Bin.
Trigger - logika	A
Bin. in 1	X
Bin. in 2	1
Bin. in 3	1
Bin. in 4	1
Bin. in 5	1
Bin. in 6	X
Bin. in 7	X
Bin. in 8	X
Bin. in 9	X
Krok zpět	Ne
Zpoždění	100,0 ms

Modul testu

Název: OMICRON Generování skokové změny signálu (Ramping) Verze: 3.20
 Spuštění testu: 02-kvě-2019 10:06:18 Konec testu: 02-kvě-2019 10:07:00
 Uživatelské jméno: Manager:
 Společnost:

Výsledky vyhodnocení

Jméno/zprac.	Rampa	Podmínka	Sig	Jmen.	Skut.	Tol.-	Tol.+	Odch.	Vyhodnotit	Tact
Pick-up	Rampa 1	Bin. in 1 0->1	I L2; L3		7,500 A	300,0 mA	300,0 mA		o	2,785 s

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:
Test úspěšný

I2>> v L2:

Nastavení testu

Stav	Stav 1	Stav 2
V L1-E	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	0,000 A 0,00 ° 50,000 Hz	0,000 A 180,00 ° 50,000 Hz
I L2	0,000 A -120,00 ° 50,000 Hz	11,00 A 60,00 ° 50,000 Hz
I L3	0,000 A 120,00 ° 50,000 Hz	0,000 A -60,00 ° 50,000 Hz

Modul testu

Název:	OMICRON State Sequencer	Verze:	3.20
Spuštění testu:	02-kvě-2019 09:45:12	Konec testu:	02-kvě-2019 09:45:19
Uživatelské jméno:		Manager:	
Společnost:			

Výsledky testu

Vyhodnocení času

Název	Ignorovat před	Spustit	Zastavit	Tnom	Tdev-	Tdev+	Tact	Tdev	Vyhodnotit
		Stav 2	Bin. in 1 0>1	2,000 s	100,0 ms	100,0 ms	2,032 s	32,20 ms	+

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:
Test úspěšný

I2>> v L31:

Nastavení testu

Stav	Stav 1	Stav 2
V L1-E	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	0,000 A 0,00 ° 50,000 Hz	9,400 A 180,00 ° 50,000 Hz
I L2	0,000 A -120,00 ° 50,000 Hz	0,000 A 60,00 ° 50,000 Hz
I L3	0,000 A 120,00 ° 50,000 Hz	9,400 A -60,00 ° 50,000 Hz

Modul testu

Název:	OMICRON State Sequencer	Verze:	3.20
Spuštění testu:	02-kvě-2019 09:45:44	Konec testu:	02-kvě-2019 09:45:51
Uživatelské jméno:		Manager:	
Společnost:			

Výsledky testu

Vyhodnocení času

Název	Ignorovat před	Spustit	Zastavit	Tnom	Tdev-	Tdev+	Tact	Tdev	Vyhodnotit
		Stav 2	Bin. in 1 0>1	2,000 s	100,0 ms	100,0 ms	2,042 s	42,40 ms	+

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:
Test úspěšný

I2>> v L321:

Nastavení testu

Stav	Stav 1	Stav 2
V L1-E	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	0,000 A 0,00 ° 50,000 Hz	5,000 A 180,00 ° 50,000 Hz
I L2	0,000 A -120,00 ° 50,000 Hz	5,000 A -60,00 ° 50,000 Hz
I L3	0,000 A 120,00 ° 50,000 Hz	5,000 A 60,00 ° 50,000 Hz

Modul testu

Název:	OMICRON State Sequencer	Verze:	3.20
Spuštění testu:	02-kvě-2019 09:46:50	Konec testu:	02-kvě-2019 09:46:57
Uživatelské jméno:		Manager:	
Společnost:			

Výsledky testu

Vyhodnocení času

Název	Ignorovat před	Spustit	Zastavit	Tnom	Tdev-	Tdev+	Tact	Tdev	Vyhodnotit
		Stav 2	Bin. in 1 0>1	2,000 s	100,0 ms	100,0 ms	2,029 s	28,80 ms	+

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:
Test úspěšný

Pause Module

Text instrukce:
test distanční ochrany

Vstup uživatele:

Stav testu: Nečinný

Objekt testu - nastavení zařízení

Rozvodna/Pole:

Rozvodna:

Adresa rozvodny:

Pole:

Adresa pole:

Zařízení:

Název/popis: EOR distanční

Výrobce:

Typ zařízení:

Adresa zařízení:

Sériové č./č. modelu:

Dodatečné info 1:

Dodatečné info 2:

Advanced Distance:

Modul testu

Název: OMICRON Advanced Distance

Verze: 3.20

Spuštění testu: 02-kvě-2019 10:18:19

Konec testu: 02-kvě-2019 10:20:07

Uživatelské jméno:

Manager:

Společnost:

Výsledky testu

Bodový test: Typ selhání L1-L2

Z	Phi	%	% z	Jmen. t	Skut. t	Odch.	I _{Test}	Výsledek
988,9 mΩ	50,00 °	nelze		80,00 ms	119,7 ms	49,63 %	10,00 A	Úspěšný
1,823 Ω	45,77 °	nelze		1,000 s	1,032 s	3,15 %	10,00 A	Úspěšný
2,691 Ω	45,90 °	nelze		bez překlopení	bez překlopení		10,00 A	Úspěšný

Bodový test: Typ selhání L2-L3

Z	Phi	%	% z	Jmen. t	Skut. t	Odch.	I _{Test}	Výsledek
659,6 mΩ	50,00 °	nelze		80,00 ms	125,3 ms	56,63 %	10,00 A	Úspěšný
1,737 Ω	46,50 °	nelze		1,000 s	1,033 s	3,28 %	10,00 A	Úspěšný
2,562 Ω	43,80 °	nelze		bez překlopení	bez překlopení		10,00 A	Úspěšný

Bodový test: Typ selhání L3-L1

Z	Phi	%	% z	Jmen. t	Skut. t	Odch.	I _{Test}	Výsledek
1,135 Ω	40,00 °	nelze		80,00 ms	126,9 ms	58,63 %	10,00 A	Úspěšný
1,786 Ω	45,93 °	nelze		1,000 s	1,047 s	4,69 %	10,00 A	Úspěšný
2,400 Ω	44,52 °	nelze		1,000 s	1,043 s	4,34 %	10,00 A	Úspěšný
2,685 Ω	44,38 °	nelze		bez překlopení	bez překlopení		10,00 A	Úspěšný

Bodový test: Typ selhání L1-L2-L3

Z	Phi	%	% z	Jmen. t	Skut. t	Odch.	I _{Test}	Výsledek
997,2 mΩ	50,00 °	nelze		80,00 ms	116,5 ms	45,63 %	10,00 A	Úspěšný
1,482 Ω	43,25 °	nelze		80,00 ms	127,0 ms	58,75 %	10,00 A	Úspěšný
2,001 Ω	46,30 °	nelze		1,000 s	1,040 s	3,99 %	10,00 A	Úspěšný
2,554 Ω	45,83 °	nelze		bez překlopení	bez překlopení		10,00 A	Úspěšný

Kontrolní test: Typ selhání L1-L2

| Z |: 2,400 Ω Phi: -145,80 ° Úhel: 38,32 ° Výsledek: Úspěšný
 Délka: 5,189 Ω %: nelze % z:

Z	Phi	Jmen. t	Skut. t	Odch.	I _{Test}	Výsledek
2,292 Ω	-145,99 °	bez	bez		10,00 A	Úspěšný
2,038 Ω	-146,53 °	překlopení	překlopení		10,00 A	Úspěšný
1,404 Ω	-148,73 °	1,000 s	1,042 s	4,16 %	10,00 A	Úspěšný
1,151 Ω	-150,28 °	1,000 s	1,038 s	3,75 %	10,00 A	Úspěšný
1,406 Ω	45,36 °	80,00 ms	118,5 ms	48,13 %	10,00 A	Úspěšný
1,654 Ω	44,30 °	80,00 ms	120,3 ms	50,38 %	10,00 A	Úspěšný
2,309 Ω	42,59 °	1,000 s	1,029 s	2,93 %	10,00 A	Úspěšný
2,564 Ω	42,17 °	1,000 s	1,043 s	4,3 %	10,00 A	Úspěšný
		bez	bez		10,00 A	Úspěšný
		překlopení	překlopení			

Vyhledávací test: Typ selhání L1-L2

Zóna	Z skut.	Skut. Phi	Skut. R	Skut. X	Hodnocená vel.	Jmen.	Odch.	Výsledek
Z3 Vše	2,080 Ω	-149,24 °	-1,788 Ω	-1,064 Ω	Žádný	nelze	13,80 mΩ	Úspěšný
Z1 Vše	1,340 Ω	-146,10 °	-1,113 Ω	-747,6 mΩ	Žádný	nelze	-13,80 mΩ	Úspěšný
Z1 Vše	1,151 Ω	14,83 °	1,113 Ω	294,5 mΩ	Žádný	nelze	13,80 mΩ	Úspěšný
Z3 Vše	1,889 Ω	18,86 °	1,788 Ω	610,6 mΩ	Žádný	nelze	-13,80 mΩ	Úspěšný

Stav testu:

Test úspěšný

Pause Module**Text instrukce:**

Ochrana proti podbuzení

Vstup uživatele:**Stav testu: Nečinný****podbuz. I2 90° Un:****Nastavení testu****Obecné**

Počet stavů rampy: 1
 Celkový počet kroků v testu: 26
 Celková doba testu: 52,000
 Poč. provádění testu: 1

Režim vstupu: Přímý
 Typ selhání:

Veličiny rampy

I L1; L2; L3 / Abs. hodnota

Stavy rampy

Rampa	Strmost 1
V L1-E	57,73 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	57,73 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	57,73 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	3,900 A -90,00 ° 50,000 Hz
I L2	3,900 A 150,00 ° 50,000 Hz
I L3	3,900 A 30,00 ° 50,000 Hz
Vynutit abs. fáze	Ano
Sig 1 Od	3,900 A
Sig 1 Do	4,400 A
Sig 1 Delta	20,00 mA
Sig 1 d/dt	10,00 mA/s
dt na krok	2,000 s
Kroky rampy	26
Délka trvání rampy	52,000s
Aktivační signál	Bin.
Trigger - logika	A
Bin. in 1	0
Bin. in 2	1
Bin. in 3	1
Bin. in 4	1
Bin. in 5	1
Bin. in 6	1
Bin. in 7	1
Bin. in 8	X
Bin. in 9	X
Krok zpět	Ne
Zpoždění	100,0 ms

Modul testu

Název: OMICRON Generování skokové Verze: 3.20
změny signálu (Ramping)
Spuštění testu: 02-kvě-2019 13:41:16 Konec testu: 02-kvě-2019 13:42:10
Uživatelské jméno: Manager:
Společnost:

Výsledky vyhodnocení

Jméno/zprac.	Rampa	Podmínka	Sig	Jmen.	Skut.	Tol.-	Tol.+	Odch.	Vyhodnotit	Tact
Pick-up	Rampa 1	Bin. in 1 0- >1	I L1; L2; L3	4,100 A	4,100 A	100,0 mA	100,0 mA	0,000 A	+	47,30 ms

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:**Test úspěšný**

podbuz. I2 T:**Nastavení testu**

Stav	Stav 1	Stav 2
V L1-E	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	0,000 A 0,00 ° 50,000 Hz	5,500 A -90,00 ° 50,000 Hz
I L2	0,000 A -120,00 ° 50,000 Hz	5,500 A 150,00 ° 50,000 Hz
I L3	0,000 A 120,00 ° 50,000 Hz	5,500 A 30,00 ° 50,000 Hz
Max. čas stavu	1,000 s	2,000 s
Trigger - logika		
Interakce uživatele	ne	ne
Aktivační signál CMGPS	ne	ne
Aktivační signál IRIG-B/PTP	ne	ne
Impulzy / sekundy	1	1
Prodleva po aktivaci	0,000 s	0,000 s
Při trigger přeskočit na konec testu	ne	ne
Grafy		

Poznámka**Modul testu**

Název: OMICRON State Sequencer Verze: 3.20
 Spuštění testu: 02-kvě-2019 13:43:39 Konec testu: 02-kvě-2019 13:43:44
 Uživatelské jméno: Manager:
 Společnost:

Výsledky testu**Vyhodnocení času**

Název	Ignorovat před	Spustit	Zastavit	Tnom	Tdev-	Tdev+	Tact	Tdev	Vyhodnotit
		Stav 2	Bin. in 1 0>1	1,000 s	150,0 ms	150,0 ms	1,037 s	36,70 ms	+

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Data kurzoru

	Čas	Signál	Hodnota
Kurzor 1	0,000 s	<žádný>	nelze
Kurzor 2	3,000 s	<žádný>	nelze
C2 - C1	3,000 s		nelze

Zapisovač událostí

Čas	Typ	Název signálu	Sklon
2,037 s	Vstup	Bin. in 1	0>1

Stav testu:

Test úspěšný

podbuz. I3 T:**Nastavení testu**

Stav	Stav 1	Stav 2
V L1-E	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	0,000 A 0,00 ° 50,000 Hz	5,800 A -90,00 ° 50,000 Hz
I L2	0,000 A -120,00 ° 50,000 Hz	5,800 A 150,00 ° 50,000 Hz
I L3	0,000 A 120,00 ° 50,000 Hz	5,800 A 30,00 ° 50,000 Hz

Modul testu

Název:	OMICRON State Sequencer	Verze:	3.20
Spuštění testu:	02-kvě-2019 13:46:01	Konec testu:	02-kvě-2019 13:46:07
Uživatelské jméno:		Manager:	
Společnost:			

Výsledky testu**Vyhodnocení času**

Název	Ignorovat před	Spustit	Zastavit	Tnom	Tdev-	Tdev+	Tact	Tdev	Vyhodnotit
		Stav 2	Bin. in 1 0>1	1,000 s	150,0 ms	150,0 ms	1,052 s	51,90 ms	+

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:

Test úspěšný

ochrana proti přebuzení

Text instrukce:

ochrana U/f

Vstup uživatele:

Stav testu: Nečinný

U/f>:

Nastavení testu

Stav	Stav 1	Stav 2
V L1-E	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 0,00 ° 47,500 Hz
V L2-E	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V -120,00 ° 47,500 Hz
V L3-E	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 120,00 ° 47,500 Hz
I L1	0,000 A 0,00 ° 50,000 Hz	0,000 A 0,00 ° 47,500 Hz
I L2	0,000 A -120,00 ° 50,000 Hz	0,000 A -120,00 ° 47,500 Hz
I L3	0,000 A 120,00 ° 50,000 Hz	0,000 A 120,00 ° 47,500 Hz

Modul testu

Název: OMICRON State Sequencer
 Spuštění testu: 02-kvě-2019 11:34:59
 Uživatelské jméno:
 Společnost:

Verze: 3.20
 Konec testu: 02-kvě-2019 11:35:13
 Manager:

Výsledky testu

Vyhodnocení času

Název	Ignorovat před	Spustit	Zastavit	Tnom	Tdev-	Tdev+	Tact	Tdev
		Stav 2	Bin. in 1 0>1	10,00 s	500,0 s	500,0 ms	1,216 s	-8,785 s

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav hodnocení

	Stav 1	Stav 2
Vyhodnotit	+	+
Tolerance	0,000 s	500,0 s
Bin. in 2	X	1
Bin. in 3	X	1
Bin. in 7	X	1

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o ..
 Nehodnoceno

Stav testu:
Test úspěšný

U/f>>:

Nastavení testu

Stav	Stav 1	Stav 2
V L1-E	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz	60,00 V 0,00 ° 43,300 Hz
V L2-E	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz	60,00 V -120,00 ° 43,300 Hz
V L3-E	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz	60,00 V 120,00 ° 43,300 Hz
I L1	0,000 A 0,00 ° 50,000 Hz	0,000 A 0,00 ° 43,300 Hz
I L2	0,000 A -120,00 ° 50,000 Hz	0,000 A -120,00 ° 43,300 Hz
I L3	0,000 A 120,00 ° 50,000 Hz	0,000 A 120,00 ° 43,300 Hz

Modul testu

Název:	OMICRON State Sequencer	Verze:	3.20
Spuštění testu:	22-lis-2018 14:33:58	Konec testu:	22-lis-2018 14:34:03
Uživatelské jméno:		Manager:	
Společnost:			

Výsledky testu

Vyhodnocení času

Název	Ignorovat před	Spustit	Zastavit	Tnom	Tdev-	Tdev+	Tact	Tdev	Vyhodnotit
U/F>>	Stav 2	Stav 2	BO06 (81BAC10 A vyp) 0>1	1,000 s	400,0 s	400,0 ms	49,80 ms	-950,2 ms	+

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:
Test úspěšný

Pause Module

Text instrukce:
 Ochrana proti zpětnému toku výkonu

Vstup uživatele:

Stav testu: Nečinný

zpět. P:

Nastavení testu

Stav	Stav 1	Stav 2
V L1-E	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz	57,74 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	0,000 A 0,00 ° 50,000 Hz	300,0 mA 0,00 ° 50,000 Hz
I L2	0,000 A -120,00 ° 50,000 Hz	300,0 mA -120,00 ° 50,000 Hz
I L3	0,000 A 120,00 ° 50,000 Hz	300,0 mA 120,00 ° 50,000 Hz

Modul testu

Název:	OMICRON State Sequencer	Verze:	3.20
Spuštění testu:	02-kvě-2019 13:50:41	Konec testu:	02-kvě-2019 13:51:00
Uživatelské jméno:		Manager:	
Společnost:			

Výsledky testu**Vyhodnocení času**

Název	Ignorovat před	Spustit	Zastavit	Tnom	Tdev-	Tdev+	Tact	Tdev	Vyhodnotit
		Stav 2	Bin. in 1 0>1	3,000 s	1,000 s	1,000 s	3,242 s	241,8 ms	+

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:**Test úspěšný****Pause Module****Text instrukce:**

Frekvenční ochrana

Vstup uživatele:**Stav testu: Nečinný**

pod f: Nastavení testu

Parametry rampy

Výstupy	Veličina	Od	Do	Δ	Tselhání	Treset	Kroky	Trvání
V L1-E;V L2-E;V L3-E	Frekvence	48,50 Hz	46,90 Hz	-50,00 mHz	1,100 s	200,0 ms	33	43,40 s

Stavy

Stav	Stav resetu	Stav selhání
V L1-E	57,74 V 0,00 ° 50,00 Hz	57,74 V 0,00 ° 48,50 Hz
V L2-E	57,74 V -120,00 ° 50,00 Hz	57,74 V -120,00 ° 48,50 Hz
V L3-E	57,74 V 120,00 ° 50,00 Hz	57,74 V 120,00 ° 48,50 Hz
I L1	0,000 A 0,00 ° 50,00 Hz	0,000 A -90,00 ° 50,00 Hz
I L2	0,000 A -120,00 ° 50,00 Hz	0,000 A -210,00 ° 50,00 Hz
I L3	0,000 A 120,00 ° 50,00 Hz	0,000 A 30,00 ° 50,00 Hz

Modul testu

Název:	OMICRON Generování pulzní skokové změny signálu (Pulse Ramping)	Verze:	3.20
Spuštění testu:	02-kvě-2019 13:57:28	Konec testu:	02-kvě-2019 13:57:59
Uživatelské jméno:		Manager:	
Společnost:			

Výsledky testu

Prahová hodnota	Vyhodnotit	Jmen.	Tol+	Tol-	Skut	Odch	Vyhodnotit
Frekvence V L1-E;V L2-E;V L3-E	Bin. in 1 0>1	47,50 Hz	300,0 mHz	300,0 mHz	47,50 Hz	0,000 Hz	+

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:
Test úspěšný

nad f: Nastavení testu

Parametry rampy

Výstupy	Veličina	Od	Do	Δ	Tselhání	Treset	Kroky	Trvání
V L1-E;V L2-E;V L3-E	Frekvence	51,00 Hz	52,00 Hz	50,00 mHz	5,100 s	200,0 ms	21	111,8 s

Stavy

Stav	Stav resetu	Stav selhání
V L1-E	57,74 V 0,00 ° 50,00 Hz	57,74 V 0,00 ° 51,00 Hz
V L2-E	57,74 V -120,00 ° 50,00 Hz	57,74 V -120,00 ° 51,00 Hz
V L3-E	57,74 V 120,00 ° 50,00 Hz	57,74 V 120,00 ° 51,00 Hz
I L1	0,000 A 0,00 ° 50,00 Hz	0,000 A -90,00 ° 50,00 Hz
I L2	0,000 A -120,00 ° 50,00 Hz	0,000 A -210,00 ° 50,00 Hz
I L3	0,000 A 120,00 ° 50,00 Hz	0,000 A 30,00 ° 50,00 Hz

Modul testu

Název:	OMICRON Generování pulzní skokové změny signálu (Pulse Ramping)	Verze:	3.20
Spuštění testu:	02-kvě-2019 14:00:55	Konec testu:	02-kvě-2019 14:01:54
Uživatelské jméno:		Manager:	
Společnost:			

Výsledky testu

Prahová hodnota	Vyhodnotit	Jmen.	Tol+	Tol-	Skut	Odch	Vyhodnotit
Frekvence V L1-E;V L2-E;V L3-E	Bin. in 1 0>1	51,50 Hz	300,0 mHz	300,0 mHz	51,50 Hz	0,000 Hz	+

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:
Test úspěšný

Pause Module

Text instrukce:
Přepětíová ochrana

Vstup uživatele:

Stav testu: Nečinný

U>:**Nastavení testu****Obecné**

Počet stavů rampy: 1
 Celkový počet kroků v testu: 4
 Celková doba testu: 44,000
 Poč. provádění testu: 1

Režim vstupu: Přímý
 Typ selhání:

Veličiny rampy

V L1-E; L2-E; L3-E / Abs. hodnota

Stavy rampy

Rampa	Strmost 1
V L1-E	59,25 V 0,00 ° 50,000 Hz
V L2-E	59,25 V -120,00 ° 50,000 Hz
V L3-E	59,25 V 120,00 ° 50,000 Hz
I L1	0,000 A 90,00 ° 50,000 Hz
I L2	0,000 A -30,00 ° 50,000 Hz
I L3	0,000 A -150,00 ° 50,000 Hz
Vynutit abs. fáze	Ano
Sig 1 Od	59,25 V
Sig 1 Do	60,00 V
Sig 1 Delta	250,0 mV
Sig 1 d/dt	22,73 mV/s
dt na krok	11,00 s
Kroky rampy	4
Délka trvání rampy	44,000s
Aktivační signál	Bin.
Trigger - logika	A
Bin. in 1	X
Bin. in 2	1
Bin. in 3	1
Bin. in 4	1
Bin. in 5	1
Bin. in 6	X
Bin. in 7	X
Bin. in 8	X
Bin. in 9	X
Krok zpět	Ne
Zpoždění	0,000 s

Modul testu

Název: OMICRON Generování skokové změny signálu (Ramping) Verze: 3.20
 Spuštění testu: 02-kvě-2019 14:07:19 Konec testu: 02-kvě-2019 14:08:06
 Uživatelské jméno: Manager:
 Společnost:

Výsledky vyhodnocení

Jméno/zprac.	Rampa	Podmínka	Sig	Jmen.	Skut.	Tol.-	Tol.+	Odch.	Vyhodnotit	Tact
Pick-up	Rampa 1	Bin. in 1 0->1	V L1-E; L2-E; L3-E	59,47 V	59,75 V	500,0 mV	500,0 mV	280,0 mV	+	2,466 s

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:**Test úspěšný****U>>:****Nastavení testu****Parametry rampy**

Výstupy	Veličina	Od	Do	Δ	Tselhání	Treset	Kroky
V L1-E;V L2-E;V L3-E	Abs. hodnota	69,00 V	70,00 V	50,00 mV	300,0 ms	200,0 ms	21

Stavy

Stav	Stav resetu	Stav selhání
V L1-E	57,74 V 0,00 ° 50,00 Hz	69,00 V 0,00 ° 50,00 Hz
V L2-E	57,74 V -120,00 ° 50,00 Hz	69,00 V -120,00 ° 50,00 Hz
V L3-E	57,74 V 120,00 ° 50,00 Hz	69,00 V 120,00 ° 50,00 Hz
I L1	0,000 A 0,00 ° 50,00 Hz	0,000 A 70,00 ° 50,00 Hz
I L2	0,000 A -120,00 ° 50,00 Hz	0,000 A -50,00 ° 50,00 Hz
I L3	0,000 A 120,00 ° 50,00 Hz	0,000 A 190,00 ° 50,00 Hz

Modul testu

Název: OMICRON Generování pulzní skokové změny signálu (Pulse Ramping) Verze: 3.20

Spuštění testu: 02-kvě-2019 14:09:21 Konec testu: 02-kvě-2019 14:09:29

Uživatelské jméno: Manager:

Společnost:

Výsledky testu

Prahová hodnota	Vyhodnotit	Jmen.	Tol+	Tol-	Skut	Odch	Vyhodnotit
Abs. hodnota V L1-E;V L2-E;V L3-E	Bin. in 1 0>1	69,28 V	3,000 V	3,000 V	69,35 V	70,00 mV	+

Vyhodnotit: + .. Úspěšný x .. Selhal o .. Nehodnoceno

Stav testu:**Test úspěšný**

Příloha C

1 Power System Data 1

1.1 Group Power System Data 1; Group Power System

Group Power System Data 1; Group Power System

No.	Settings	Value	Group
0242	Starpoint of Side 1 is	Isolated	All
0244	Starpoint of side 2 is	Isolated	All
0270	Rated Frequency	50 Hz	All
0271	Phase Sequence	L1 L2 L3	All
0272	Scheme Configuration	Unit transformer connected	All
0274A	Storage of th. Replicas w/o Power Supply	NO	All
0276	Unit of temperature measurement	Degree Celsius	All

1.2 Group Power System Data 1; Group Generator/Motor

Group Power System Data 1; Group Generator/Motor

No.	Settings	Value	Group
0251	Rated Primary Voltage Generator/Motor	15,00 kV	All
0252	Rated Apparent Power of the Generator	100,00 MVA	All

1.3 Group Power System Data 1; Group CT's

Group Power System Data 1; Group CT's

No.	Settings	Value	Group
0201	CT-Strpnt. Side1 in Direct. of Object	NO	All
0202	CT Rated Primary Current Side 1	4000 A	All
0203	CT Rated Secondary Current Side 1	5A	All
0204	Correction Angle CT W0	0,00 °	All
0205	CT Ratio Prim./Sec. lee1	1,0	All
0210	CT-Strpnt. Side2 in Direct. of Object	NO	All
0211	CT Rated Primary Current Side 2	4000 A	All
0212	CT Rated Secondary Current Side 2	5A	All
0213	CT Ratio Prim./Sec. lee2	2,0	All
0214	Grounded Terminal CT lee2	Terminal Q7	All

1.4 Group Power System Data 1; Group VT's

Group Power System Data 1; Group VT's

No.	Settings	Value	Group
0221	Rated Primary Voltage	15,00 kV	All
0222	Rated Secondary Voltage (Ph-Ph)	100 V	All
0223	UE Connection	UE connected to Rotor	All
0224	VT Ratio Prim./Sec. Ue	39,7	All
0225A	Matching Ratio Ph.-VT to Broken-Delta-VT	1,73	All

1.5 Group Power System Data 1; Group Breaker

Group Power System Data 1; Group Breaker

No.	Settings	Value	Group
0280	Minimum TRIP Command Duration	0,15 sec	All
0281	Closed Breaker Min. Current Threshold	0,20 A	All

1.6 Group Power System Data 1; Group Transducer

Group Power System Data 1; Group Transducer

No.	Settings	Value	Group
0295	Transducer 1	10 V	All
0296	Transducer 2	4-20mA	All
0297	Transducer 3	with filter	All

2 Settings groups

2.1 Group Power System Data 2; Group General

Group Power System Data 2; Group General

No.	Settings	Value	Group
1108	Measurement of Active Power for	Generator	A

2.2 Group O/C I> (with undervoltage seal-in); Group O/C I>

Group O/C I> (with undervoltage seal-in); Group O/C I>

No.	Settings	Value	Group
1201	Overcurrent Time Protection I>	OFF	A
1202	I> Pickup	6,00 A	A
1203	T I> Time Delay	3,00 sec	A
1204	State of Undervoltage Seal-in	ON	A
1205	Undervoltage Seal-in Pickup	80,0 V	A
1206	Duration of Undervoltage Seal-in	4,00 sec	A
1207A	I> Drop Out Ratio	0,95	A

2.3 Group O/C I>> (with direction); Group O/C I>>

Group O/C I>> (with direction); Group O/C I>>

No.	Settings	Value	Group
1301	Overcurrent Time Protection I>>	OFF	A
1302	I>> Pickup	10,00 A	A
1303	T I>> Time Delay	0,20 sec	A

2.4 Group Thermal Overload Protection; Group Therm Overload

Group Thermal Overload Protection; Group Therm Overload

No.	Settings	Value	Group
1601	Thermal Overload Protection	OFF	A
1602	K-Factor	1,11	A
1603	Thermal Time Constant	200 sec	A
1604	Thermal Alarm Stage	85 %	A

Group Thermal Overload Protection; Group Therm Overload(2)

No.	Settings	Value	Group
1610A	Current Overload Alarm Setpoint	5,00 A	A
1612A	Kt-Factor when Motor Stops	1,0	A
1615A	Maximum Current for Thermal Replica	15,00 A	A
1616A	Emergency Time	100 sec	A

2.5 Group Thermal Overload Protection; Group Temp. Input

Group Thermal Overload Protection; Group Temp. Input

No.	Settings	Value	Group
1605	Temperature Rise at Rated Sec. Curr.	100 °C	A
1607	Temperature Input	Disabled	A
1608	Temperature for Scaling	100 °C	A

2.6 Group Unbalance Load (Negative Sequence); Group Unbalance Load

Group Unbalance Load (Negative Sequence); Group Unbalance Load

No.	Settings	Value	Group
1701	Unbalance Load Protection	OFF	A
1702	Continously Permissible Current I2	9,0 %	A
1703	Warning Stage Time Delay	20,00 sec	A
1704	Negativ Sequence Factor K	20,0 sec	A
1705	Time for Cooling Down	2500 sec	A
1706	I2>> Pickup	60 %	A
1707	T I2>> Time Delay	2,00 sec	A

2.7 Group Differential Protection; Group General

Group Differential Protection; Group General

No.	Settings	Value	Group
2001	Differential Protection	OFF	A
2005	Increase of Trip Char. During Start	OFF	A

2.8 Group Differential Protection; Group I-Diff

Group Differential Protection; Group I-Diff

No.	Settings	Value	Group
2021	Pickup Value of Differential Curr.	0,20 I/InO	A
2026A	T I-DIFF> Time Delay	0,00 sec	A
2031	Pickup Value of High Set Trip	1,0 I/InO	A
2036A	T I-DIFF>> Time Delay	0,00 sec	A

2.9 Group Differential Protection; Group Characteristic

Group Differential Protection; Group Characteristic

No.	Settings	Value	Group
2041A	Slope 1 of Tripping Characteristic	0,25	A
2042A	Base Point for Slope 1 of Charac.	0,00 I/InO	A
2043A	Slope 2 of Tripping Characteristic	0,50	A
2044A	Base Point for Slope 2 of Charac.	2,50 I/InO	A
2051A	I-RESTRAINT for Start Detection	0,10 I/InO	A
2052A	Factor for Increasing of Char. at Start	1,0	A
2053	Maximum Permissible Starting Time	5,0 sec	A
2061A	Pickup for Add-on Stabilization	4,00 I/InO	A
2062A	Duration of Add-on Stabilization	15 Cycle	A
2063A	Time for Cross-blocking Add-on Stabiliz.	15 Cycle	A

2.10 Group Underexcitation Protection; Group Underexcitation

Group Underexcitation Protection; Group Underexcitation

No.	Settings	Value	Group
3001	Underexcitation Protection	OFF	A
3011	T-Short Time Delay (Char. & Uexc<)	1,50 sec	A
3012	State of Excitation Volt. Supervision	ON	A
3013	Excitation Voltage Superv. Pickup	2,77 V	A
3014A	Undervoltage blocking Pickup	25,0 V	A

2.11 Group Underexcitation Protection; Group Characteristics

Group Underexcitation Protection; Group Characteristics

No.	Settings	Value	Group
3002	Susceptance Intersect Characteristic 1	1,48	A
3003	Inclination Angle of Characteristic 1	50 °	A
3004	Characteristic 1 Time Delay	10,00 sec	A
3005	Susceptance Intersect Characteristic 2	0,80	A
3006	Inclination Angle of Characteristic 2	90 °	A
3007	Characteristic 2 Time Delay	10,00 sec	A
3008	Susceptance Intersect Characteristic 3	1,10	A
3009	Inclination Angle of Characteristic 3	90 °	A
3010	Characteristic 3 Time Delay	1,00 sec	A

2.12 Group Reverse Power Protection; Group Reverse Power

Group Reverse Power Protection; Group Reverse Power

No.	Settings	Value	Group
3101	Reverse Power Protection	OFF	A
3102	P> Reverse Pickup	-4,00 %	A
3103	Time Delay Long (without Stop Valve)	3,00 sec	A
3104	Time Delay Short (with Stop Valve)	3,00 sec	A
3105A	Pickup Holding Time	0,00 sec	A

2.13 Group Impedance Protection; Group General

Group Impedance Protection; Group General

No.	Settings	Value	Group
3301	Impedance Protection	OFF	A
3302	Fault Detection I> Pickup	6,50 A	A
3303	State of Undervoltage Seal-in	ON	A
3304	Undervoltage Seal-in Pickup	70,0 V	A
3305	Duration of Undervoltage Seal-in	4,00 sec	A
3312	T END: Final Time Delay	3,00 sec	A

2.14 Group Impedance Protection; Group Zones

Group Impedance Protection; Group Zones

No.	Settings	Value	Group
3306	Impedance Zone Z1	1,10 Ohm	A
3307	Impedance Zone Z1 Time Delay	0,08 sec	A
3308	Impedance Zone Z1B	1,70 Ohm	A
3309	Impedance Zone Z1B Time Delay	0,08 sec	A
3310	Impedanz Zone Z2	1,80 Ohm	A
3311	Impedance Zone Z2 Time Delay	1,00 sec	A

2.15 Group Impedance Protection; Group Power swing

Group Impedance Protection; Group Power swing

No.	Settings	Value	Group
3313	Power Swing Blocking	ON	A
3314	Distance betw. Power Swing - Trip-Pol.	1,60 Ohm	A
3315	Rate of Change of dZ/dt	60,0 Ohm/s	A
3316A	Power Swing Blocking locks out	Zone Z1 and Z2	A
3317A	Power Swing Action Time	3,00 sec	A

2.16 Group Out-of-Step Protection; Group Out-of-Step

Group Out-of-Step Protection; Group Out-of-Step

No.	Settings	Value	Group
3501	Out-of-Step Protection	ON	A
3502	Pickup Current for Measuring Release I1>	125,0 %	A
3503	Pickup Current for Measuring Release I2<	20,0 %	A
3504	Resistance Za of the Polygon (width)	2,00 Ohm	A
3505	Reactance Zb of the Polygon (reverse)	4,68 Ohm	A
3506	Reactance Zc of Polygon (forward char.1)	1,25 Ohm	A
3507	Reactance Dif. Char.1 - Char.2 (forward)	3,75 Ohm	A
3508	Angle of Inclination of the Polygon	90,0 °	A
3509	Number of Power Swing: Characteristic 1	1	A
3510	Number of Power Swing: Characteristic 2	2	A
3511	Holding Time of Fault Detection	20,00 sec	A
3512	Min. Signal Time for Annun. Char. 1/2	0,10 sec	A

2.17 Group Undervoltage Protection; Group Undervoltage

Group Undervoltage Protection; Group Undervoltage

No.	Settings	Value	Group
4001	Undervoltage Protection	ON	A
4002	U< Pickup	74,0 V	A
4003	T U< Time Delay	5,00 sec	A
4004	U<< Pickup	65,0 V	A
4005	T U<< Time Delay	oo sec	A
4006A	U<, U<< Drop Out Ratio	1,05	A

2.18 Group Overvoltage Protection; Group Overvoltage

Group Overvoltage Protection; Group Overvoltage

No.	Settings	Value	Group
4101	Overvoltage Protection	ON	A
4102	U> Pickup	103,0 V	A
4103	T U> Time Delay	10,00 sec	A
4104	U>> Pickup	120,0 V	A
4105	T U>> Time Delay	0,00 sec	A
4106A	U>, U>> Drop Out Ratio	0,95	A
4107A	Measurement Values	Voltage protection with U-Phase-Phase	A

2.19 Group Frequency Protection; Group Frequency Prot.

Group Frequency Protection; Group Frequency Prot.

No.	Settings	Value	Group
4201	Over / Under Frequency Protection	OFF	A
4202	f1 Pickup	47,50 Hz	A
4204	T f1 Time Delay	1,00 sec	A
4205	f2 Pickup	47,50 Hz	A
4207	T f2 Time Delay	1,00 sec	A
4208	f3 Pickup	51,50 Hz	A
4210	T f3 Time Delay	2,00 sec	A
4211	f4 Pickup	52,00 Hz	A
4213	T f4 Time Delay	0,20 sec	A
4214	Handling of Threshold Stage f4	Freq. prot. stage overfrequency	A
4215	Minimum Required Voltage for Operation	65,0 V	A

2.20 Group Overexcitation Protection (U/f); Group Overexcitation

Group Overexcitation Protection (U/f); Group Overexcitation

No.	Settings	Value	Group
4301	Overexcitation Protection (U/f)	ON	A
4302	U/f > Pickup	1,20	A
4303	T U/f > Time Delay	20,00 sec	A
4304	U/f >> Pickup	1,20	A
4305	T U/f >> Time Delay	1,00 sec	A

2.21 Group Overexcitation Protection (U/f); Group Characteristics

Group Overexcitation Protection (U/f); Group Characteristics

No.	Settings	Value	Group
4306	U/f = 1.05 Time Delay	20000 sec	A
4307	U/f = 1.10 Time Delay	98 sec	A
4308	U/f = 1.15 Time Delay	55 sec	A
4309	U/f = 1.20 Time Delay	2 sec	A
4310	U/f = 1.25 Time Delay	2 sec	A
4311	U/f = 1.30 Time Delay	2 sec	A
4312	U/f = 1.35 Time Delay	1 sec	A
4313	U/f = 1.40 Time Delay	1 sec	A
4314	Time for Cooling Down	3600 sec	A

2.22 Group Inverse Undervoltage Protection; Group Inv.Undervolt.

Group Inverse Undervoltage Protection; Group Inv.Undervolt.

No.	Settings	Value	Group
4401	Inverse Undervoltage Protection Up<	OFF	A
4402	Up< Pickup	83,0 V	A
4403	Time Multiplier for Characteristic	0,17 sec	A
4404	T Up< Time Delay	0,00 sec	A

2.23 Group Stator Earth Fault Protection; Group Stator E Fault

Group Stator Earth Fault Protection; Group Stator E Fault

No.	Settings	Value	Group
5001	Stator Earth Fault Protection	ON	A

Group Stator Earth Fault Protection; Group Stator E Fault(2)

No.	Settings	Value	Group
5002	U0> Pickup	20,0 V	A
5003	3I0> Pickup	100 mA	A
5005	T S/E/F Time Delay	1,00 sec	A

2.24 Group Sensitive Earth Current Protection B; Group Sens. E Fault B

Group Sensitive Earth Current Protection B; Group Sens. E Fault B

No.	Settings	Value	Group
5401	Sensitive O/C Protection B	OFF	A
5402	IEE-B> Pickup	5,0 mA	A
5403	Time Delay T IEE-B>	3,00 sec	A
5404	IEE-B< Pickup	0,0 mA	A
5405	Time Delay T IEE-B<	1,00 sec	A
5406	Measurement Method	Fundamental Component	A
5407A	Pickup Holding Time IEE-B>	0,00 sec	A
5408A	Pickup Holding Time IEE-B<	0,00 sec	A

2.25 Group Interturn Protection; Group Interturn Prot.

Group Interturn Protection; Group Interturn Prot.

No.	Settings	Value	Group
5501	Interturn Protection	OFF	A

2.26 Group Rotor Earth Fault Protection; Group Rotor Earth Flt

Group Rotor Earth Fault Protection; Group Rotor Earth Flt

No.	Settings	Value	Group
6001	Rotor Earth Fault Protection (R, fn)	OFF	A
6002	Pickup Value of Warning Stage Re<	20,0 kOhm	A
6003	Pickup Value of Tripping Stage Re<<	5,0 kOhm	A
6004	Time Delay of Warning Stage Re<	10,00 sec	A
6005	Time Delay of Tripping Stage Re<<	1,00 sec	A
6006	Coupling Reactance	398 Ohm	A
6007	Series Resistance (e.g. Meas. Brushes)	55 Ohm	A
6008	Pickup Value of Failure Detection Ire<	2,0 mA	A
6009	Correction Angle for Ire	-10,0 °	A

2.27 Group Restart Inhibit for Motors; Group Restart Motor

Group Restart Inhibit for Motors; Group Restart Motor

No.	Settings	Value	Group
6601	Restart Inhibit for Motors	OFF	A
6602	I Start / I Motor nominal	4,9	A
6603	Maximum Permissible Starting Time	8,5 sec	A
6604	Temperature Equalization Time	1,0 min	A
6606	Permissible Number of Warm Starts	2	A
6607	Number of Cold Starts - Warm Starts	1	A
6608	Extension of Time Constant at Stop	5,0	A
6609	Extension of Time Constant at Running	2,0	A
6610	Minimum Restart Inhibit Time	6,0 min	A

2.28 Group Breaker Failure Protection; Group Breaker Failure

Group Breaker Failure Protection; Group Breaker Failure

No.	Settings	Value	Group
7001	Breaker Failure Protection	ON	A
7002	Start with Internal TRIP Command	Start Breaker Failure with Bin.Outp.12	A
7003	Supervision Current Pickup	0,49 A	A
7004	TRIP-Timer	0,50 sec	A

2.29 Group Supervision; Group General

Group Supervision; Group General

No.	Settings	Value	Group
8001	Fuse Failure Monitor	OFF	A