

Opis zarejestrowanych zjawisk oraz sposób ich wizualizacji programem Prog370

Przykład 1

Pomiary wykonane w stacji o opisie:	"Stacja 1",
układ pomiarowy:	gwiazda,
odebrano:	02-04-17 9:36:18,
nr seryjny rejestratora:	002/1002,
pomiary rejestrowane:	od 02-04-16 16:07:04 do 02-04-17 9:17:04,
ilość rekordów w tabeli pomiarów:	104,
ilość rekordów w tabeli przerw i przebiegów:	4,
pomiary zapamiętywane co:	10 minut.

Zestaw zawiera trzy tabele: pomiarów, odkształceń, oraz przerw i przebiegów.

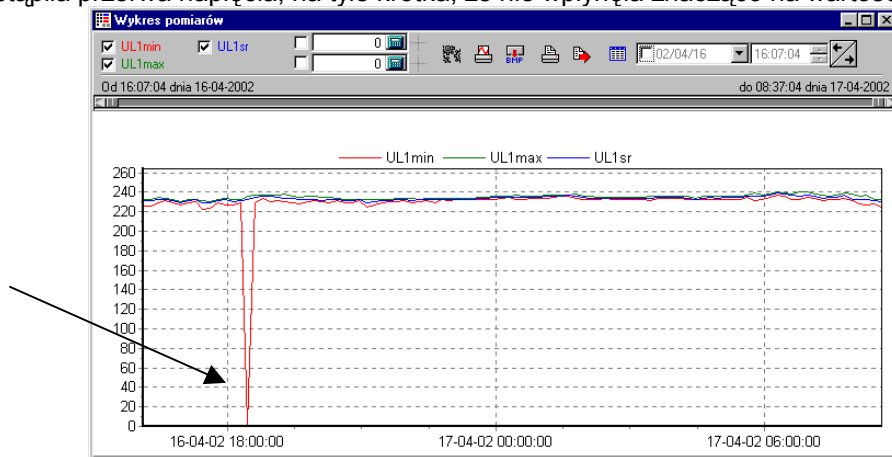
Możliwe do obejrzenia wyniki:

- wartości liczbowe pomiarów,
- kształty napięcia i prądu (w prawej skrajnej kolumnie tablicy pomiarów),
- wartości liczbowe odkształceń, niesymetrii oraz harmonicznych,
- wykres słupkowy harmonicznych (po umieszczeniu kursora w którejś z kolumn z wynikami harmonicznych),
- wykres wskazowy napięć i prądów (w prawej skrajnej kolumnie tablicy odkształceń).
- mikroprzerwy, przerwy i przebiegi wraz z odpowiednimi parametrami (tabela przerw i przebiegów)

Dokładną listę wielkości zarejestrowanych przez rejestrator i zawartych w tabelach można odczytać otwierając okno konfiguracji.

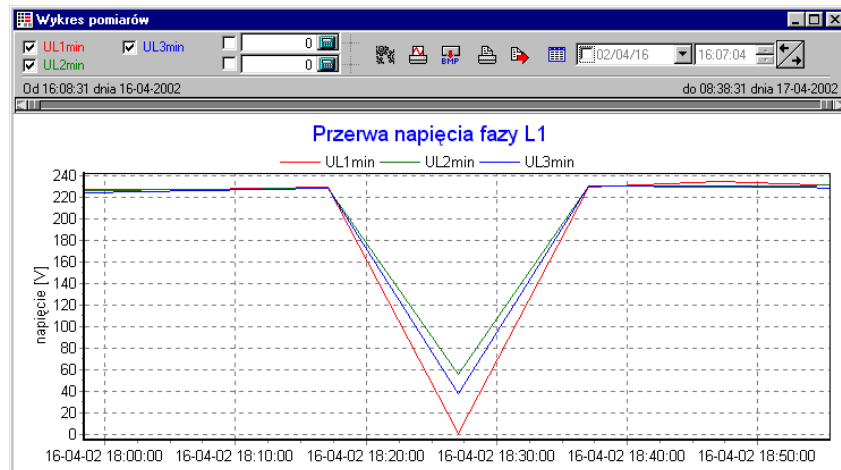
Ciekawe zjawiska możliwe do odczytania z wyników:

Na wykresie wykonanym z kolumn UL1min, UL1max, UL1sr z tabeli pomiarów widać (rys. 1), że w rekordzie zarejestrowanym o godzinie 18:27:04 dnia 16 kwietnia, napięcie minimalne miało wartość 0,747V, przy napięciu średnim nie odbiegającym od normy. Oznacza to, że w ciągu wskazanych 10 minut wystąpiła przerwa napięcia, na tyle krótka, że nie wpłynęła znacząco na wartość średnią.



Rys. 1

Sprawdzając wartości minimalne napięcia faz L2 i L3 widać, że również ich napięcie odbiegało od normy, choć w tym przypadku mieliśmy do czynienia z zapadem a nie z przerwą (UL2min=55,9V UL3min=37,6V). Ilustruje to wykres zawierający UL1min, UL2min, UL3min (rys. 2) z powiększonym interesującym okresem czasu:



Rys. 2

Ponieważ pomiary były rejestrowane z krokiem 10 minut aby określić dokładniej moment występowania i czas trwania przerwy napięcia, trzeba się odwołać do tabeli przerw i przebiegów, w której widać:

Przerwy i przebiegi									
Nr	NrSt	Czas Pomiaru	Czas_PL1	Czas_PL2	Czas_PL3	Ilość_uPL1	Ilość_uPL2	Ilość_uPL3	Czas_uPmaxL1
1	1	02-04-16 18:21:37				1	0	0	877,6
2	1	02-04-16 18:21:39				1	0	0	637,6
3	1	02-04-16 18:21:40				1	0	0	20,8
4	1	02-04-16 18:21:41				1	0	0	994,8

Odczytujemy co następuje:

Od godziny 18:21:37 do 18:21:41 wystąpiły 4 mikroprzerwy napięcia fazy L1 (mówi o tym kolumna Ilość_uPL1) o czasach trwania: 877.6ms, 637.6ms, 20.8ms i 994.8ms (kolumna Czas_uPmaxL1). Dane te pokrywają się z informacją zapisaną o 18:27:04 w tabeli pomiarów. Zjawiska na fazach L2 i L3 nie mają swojego odzwierciedlenia w tabeli przerw i przebiegów, gdyż były to zapady a nie przerwy (przerwa definiowana jest jako napięcie mniejsze od 1% napięcia znamionowego U_n).

Przykład 2

Pomiary wykonane w stacji o opisie: "Stacja6",
 układ pomiarowy: gwiazda,
 odebrano: 02-04-12 8:36:18,
 nr seryjny rejestratora: 003/1202,
 pomiary rejestrowane: od 02-04-06 17:19:13 do 02-04-07 9:50:13,
 ilość rekordów w tabeli pomiarów: 992,
 ilość rekordów w tabeli przerw i przebiegów: 0,
 pomiary zapamiętywane co: 1 minutę.

Zestaw zawiera dwie tabele: pomiarów i odkształceń.

Możliwe do obejrzenia wyniki:

- **raport z badania zgodności z normą** (generowany po wydaniu odpowiedniego polecenia),
- wartości liczbowe pomiarów częstotliwości i napięć fazowych,
- wartości liczbowe odkształceń, niesymetrii oraz harmonicznym napięć,
- wykres słupkowy harmonicznym (po umieszczeniu kursora w którejś z kolumn z wynikami harmonicznym),

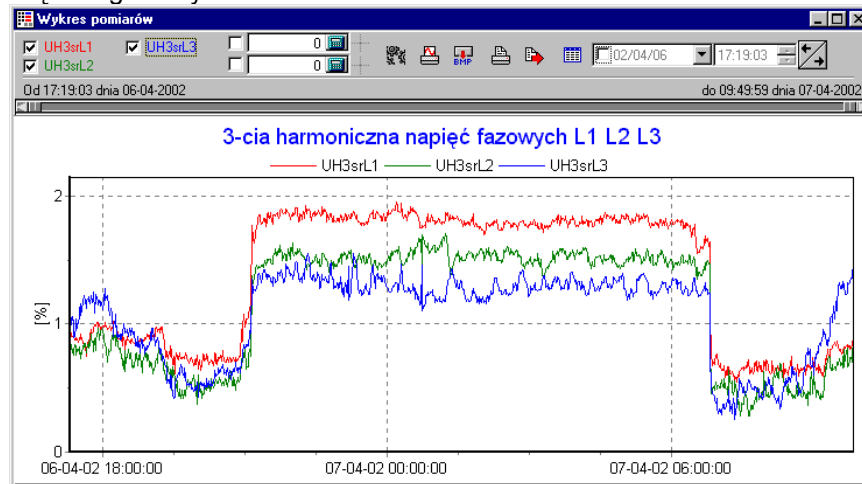
Dokładną listę wielkości zarejestrowanych przez rejestrator i zawartych w tabelach można odczytać otwierając okno konfiguracji.

Mimo, że konfiguracja do badania zgodności z normą wymusza rejestrację przerw i przebiegów, to tabela przerw i przebiegów nie została utworzona. Przyczyną było niewystąpienie ani jednego zjawiska, które wymagałoby wpisu w tej tabeli. Inaczej mówiąc tabela przerw i przebiegów pozostałaby pusta.

Pomiary wykonano z krokiem 1 minuty zamiast zalecanych przez normę 10 minut, aby zarejestrować większą ich liczbę w krótkim czasie.

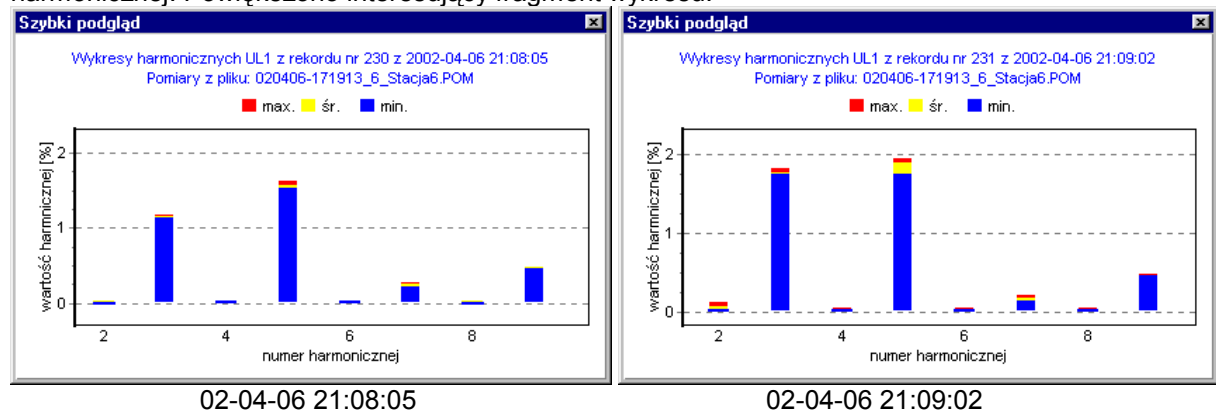
Ciekawe zjawiska możliwe do odczytania z wyników:

Wykonano wykres 3-ciej harmonicznej średniej napięć fazowych, (z kolumn UH3srL1, UH3srL2, UH3srL3 z tabeli odkształceń). Na wykresie widać (rys. 3), że o godzinie 21 wartość trzeciej harmonicznej wzrosła gwałtownie o około 1%. Harmoniczna ta powróciła do wcześniejszego poziomu około godziny 6:50 nad ranem. Przyczyną tego zjawiska było najprawdopodobniej włączenie na noc oświetlenia zewnętrznego budynku.



Rys. 3

Można wykonać dodatkową obserwację powyższego zjawiska: należy umieścić kursor w dowolnej kolumnie harmonicznych napięcia, w tabeli pomiarów odkształceń. Na ekranie pojawi się wtedy wykres słupkowy harmonicznych. Teraz przesuwając kursor po kolejnych rekordach (klawiszami strzałek lub Page Up/Down) należy odnaleźć rekordy zarejestrowane w momencie gwałtownego zwiększenia się trzeciej harmonicznej (02-04-06 21:08:05). Rysunek 4 pokazuje wykresy słupkowe harmonicznych UL1 zarejestrowanych w dwóch kolejnych rekordach, przed i po wzroście 3-ciej harmonicznej. Powiększono interesujący fragment wykresu:



Rys 4

Przykład 3

Pomiary wykonane w stacji o opisie:
układ pomiarowy:
odebrano:
nr seryjny rejestratora:
pomiar rejestrowane:

"Stacja6",
gwiazda,
02-04-10 8:14:56,
003/1202,
od 02-04-04 17:17:31 do 02-04-05 1:36:31,

ilość rekordów w tabeli pomiarów: 500,
pomiar zapamiętywane co: 1 minutę.

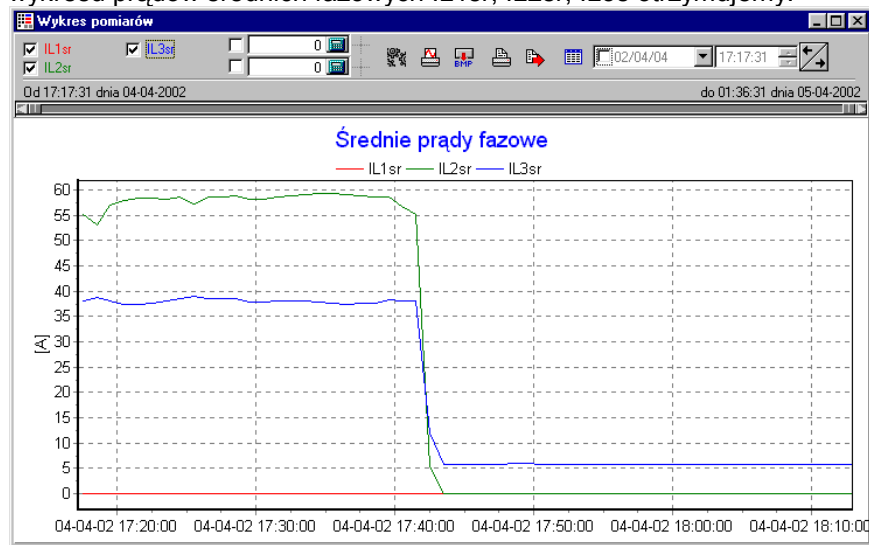
Zestaw zawiera dwie tabele: pomiarów i odkształceń.

Możliwe do obejrzenia wyniki:

- wartości liczbowe pomiarów,
 - kształty napięcia i prądu (w prawej skrajnej kolumnie tablicy pomiarów),
 - wartości liczbowe odkształceń, niesymetrii oraz harmonicznym,
 - wykres słupkowy harmonicznym (po umieszczeniu kursora w którejś z kolumn z wynikami harmonicznym),
 - wykres wskazowy napięć i prądów (w prawej skrajnej kolumnie tablicy odkształceń).
- Dokładną listę wielkości zarejestrowanych przez rejestrator i zawartych w tabelach można odczytać otwierając okno konfiguracji.

W tym zestawie pomiarów warto zwrócić uwagę na prądy fazowe.

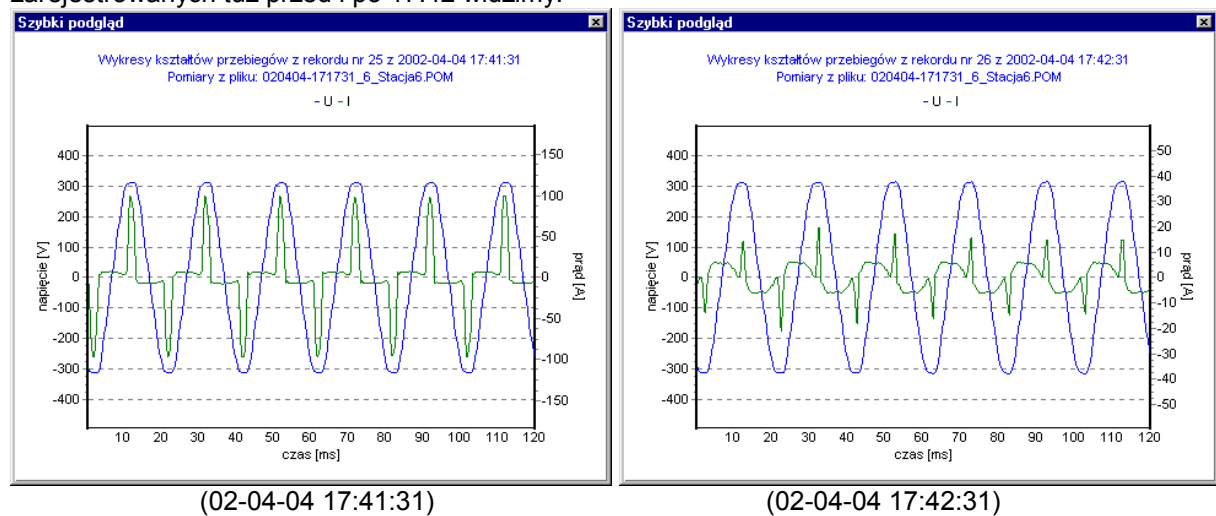
Po wykonaniu wykresu prądów średnich fazowych IL1sr, IL2sr, IL3s otrzymujemy:



Rys 5

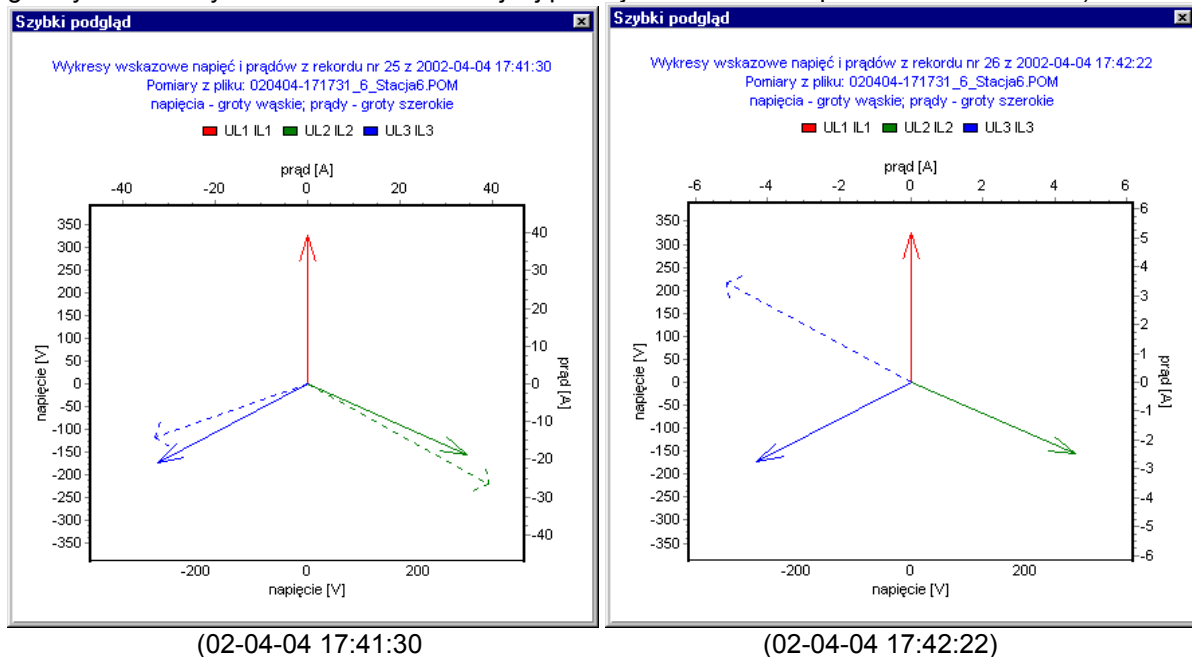
Na wykresie powiększono interesujący fragment. Widać na nim, że prąd średni IL1 jest w zasadzie zerowy przez cały czas. Prąd fazy L2 około godziny 17:42 spada do zera, podczas gdy prąd fazy L3 w tym samym momencie zmniejsza swoją wartość z prawie 40 do około 6A.

Aby przekonać się co zaszło około 17:42 warto obejrzeć kształty prądów zarejestrowane w tym momencie. Po umieszczeniu kursora w kolumnie "ProbkiL3" tabeli pomiarów (skrajna prawa kolumna) na ekranie pojawi się wykres kształtu napięcia i prądu fazy L3. Po odnalezieniu rekordów zarejestrowanych tuż przed i po 17:42 widzimy:



Rys 6

Wniosek: około godziny 17:42 został odłączony jeden z odbiorników podłączony do fazy L3.
Obciążenie spadło i zmienił się jego charakter.
Potwierdzeniem tego może być wykres wskazowy zarejestrowany przed i po spadku napięcia L3 (aby go uzyskać należy umieścić kursor w skrajnej prawej kolumnie tabeli pomiarów odkształceń):



Rys 7

Prąd fazy L1 (czerwona przerywana linia) jest zerowy i na pierwszym i na drugim wykresie.
Prąd fazy L2 (zielona przerywana linia) jest obecny na lewym wykresie a na prawym spadł do 0.
Prąd fazy L3 (niebieska przerywana linia) zmniejszył swoją wartość (patrz opisy osi prądu) oraz zmienił kąt względem UL3 (niebieska ciągła linia).

Zmianę charakteru obciążenia L3 precyzyjnie oddaje wartość współczynnika mocy trzeciej fazy odczytana z tabeli pomiarów:

Wyniki pomiarów									
Nr	NrSt	Czas Pomiaru	War	PFL3max	PFL3sr	tgL1min	tgL1max	tgL	
20	6	02-04-04 17:36:31		-0,594	-0,612	-0,591	-0,185		
21	6	02-04-04 17:37:31		-0,598	-0,612	-0,421	-0,109		
22	6	02-04-04 17:38:31		-0,596	-0,612	-0,42	-0,13		
23	6	02-04-04 17:39:31		-0,599	-0,614	-0,402	-0,162		
24	6	02-04-04 17:40:31		-0,6	-0,616	-0,493	-0,133		
25	6	02-04-04 17:41:31		-0,593	-0,612	-0,527	-0,173		
26	6	02-04-04 17:42:31		-0,158	-0,336	-56,3	100		
27	6	02-04-04 17:43:31		-0,248	-0,274	1,37	15		
28	6	02-04-04 17:44:31		-0,251	-0,277	1,96	81,1		
29	6	02-04-04 17:45:31		-0,243	-0,276	-100	48,5		
30	6	02-04-04 17:46:31		-0,161	-0,271	1,74	21,8		

Rys 8

Przykład 4

Pomiary wykonane w stacji o opisie:
układ pomiarowy:
odebrano:
nr seryjny rejestratora:
pomiar rejestrowane:
ilość rekordów w tabeli pomiarów:
pomiar zapamiętywane co:

"Stacja3",
gwiazda,
02-04-09 10:58:23,
003/1202,
od 02-04-04 12:11:37 do 02-04-04 12:12:42,
50,
5 min. a po spełnieniu zadanych warunków co 1sek.

Zestaw zawiera wyłącznie tabelę pomiarów.

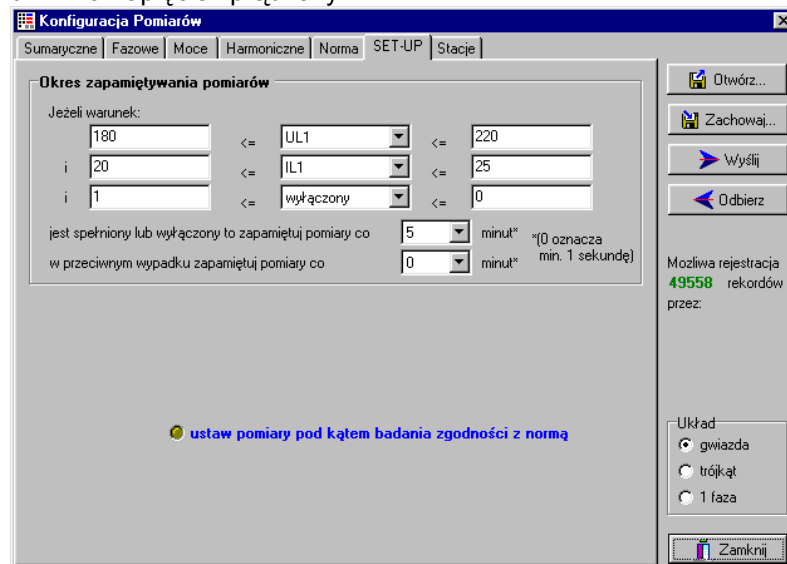
Możliwe do obejrzenia wyniki:

- wartości liczbowe pomiarów,

Dokładną listę wielkości zarejestrowanych przez rejestrator i zawartych w tabelach można odczytać otwierając okno konfiguracji.

Ten zestaw pomiarów został zarejestrowany jako ilustracja umiejętności rejestratora wykrywania przekroczeń zadanych wielkości i zmiany częstości rejestrowania rekordów zależnie od tychże przekroczeń.

Po otwarciu pomiarów z dysku i wywołaniu okna konfiguracji na stronie SET-UP widać, że zostały założone dwa warunki: na napięcie i prąd fazy L1:



Rys. 9

Tabela wyników pomiarów posiada kolumnę oznaczoną "War" w której znajdują się czerwone i niebieskie piktogramy. Ich znaczenie jest dokładnie omówione w instrukcji użytkownika programu Prog370 (rozdz. 6.1.1). Tu ilustracyjnie, zostanie zinterpretowany fragment zbioru pomiarów:

Nr	NrSt	Czas Pomiaru	War	UL3max	UL3sr	IL1min	IL1max	IL1sr	IL2min	IL2max	IL2sr	IL3min	IL3max	IL3sr
34	3	02-04-04 12:12:10	▲	222	222	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,2	22,2	22,2
35	3	02-04-04 12:12:11	▲	202	202	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,2	22,2	22,2
36	3	02-04-04 12:12:28	▲	202	202	12,6	22,1	21,5	12,5	22,1	21,5	12,6	22,2	21,6
37	3	02-04-04 12:12:29	▲	202	202	12	12	12	12	12	12	12,1	12,1	12,1

Rys. 9

Rekord 34 został zarejestrowany na skutek przekroczenia warunku pierwszego (chwilowe UL1>220V).

Rekord 35 został zarejestrowany na skutek powrotu napięcia chwilowego UL1 do granic wyznaczonych warunkiem pierwszym (180V ≤ UL1 ≤ 220V).

Rekordy 36 i 37 zostały zarejestrowane na skutek przekroczenia warunku drugiego (chwilowe IL3<20A).

UWAGA!

Ważne jest aby pamiętać, że program sprawdza przekroczenia warunków korzystając z pomiarów chwilowych (mierzonych co 1s) a nie z pomiarów średnich znajdujących się w tabeli pomiarowej.

Należy zwrócić uwagę, że odstęp czasowy między rekordem 36 a 37 wynosi 1 sekundę, co odpowiada ustawionemu w konfiguracji odstępowi w rejestracji rekordów w czasie przekroczenia któregośkolwiek z warunków. Natomiast po zakończeniu przekroczenia warunku pierwszego (rekord 35) kolejny rekord (36), związany z przekroczeniem warunku drugiego został zarejestrowany dopiero po 17 sekundach. Gdyby warunek nie został przekroczony to kolejne rekordy byłyby rejestrowane co 5 minut - zgodnie z konfiguracją.

Przykład 5

Pomiary wykonane w stacji o opisie:
układ pomiarowy:
odebrano:
nr seryjny rejestratora:
pomiar rejestrowane:
ilość rekordów w tabeli pomiarów:
pomiar zapamiętywane co:

"Stacja5",
gwiazda,
02-04-19 13:42:38,
002/1002,
od 02-04-19 13:35:39 do 02-04-19 13:35:47,
9,
1 sekundę.

Zestaw zawiera dwie tabele: pomiarów i odkształceń.

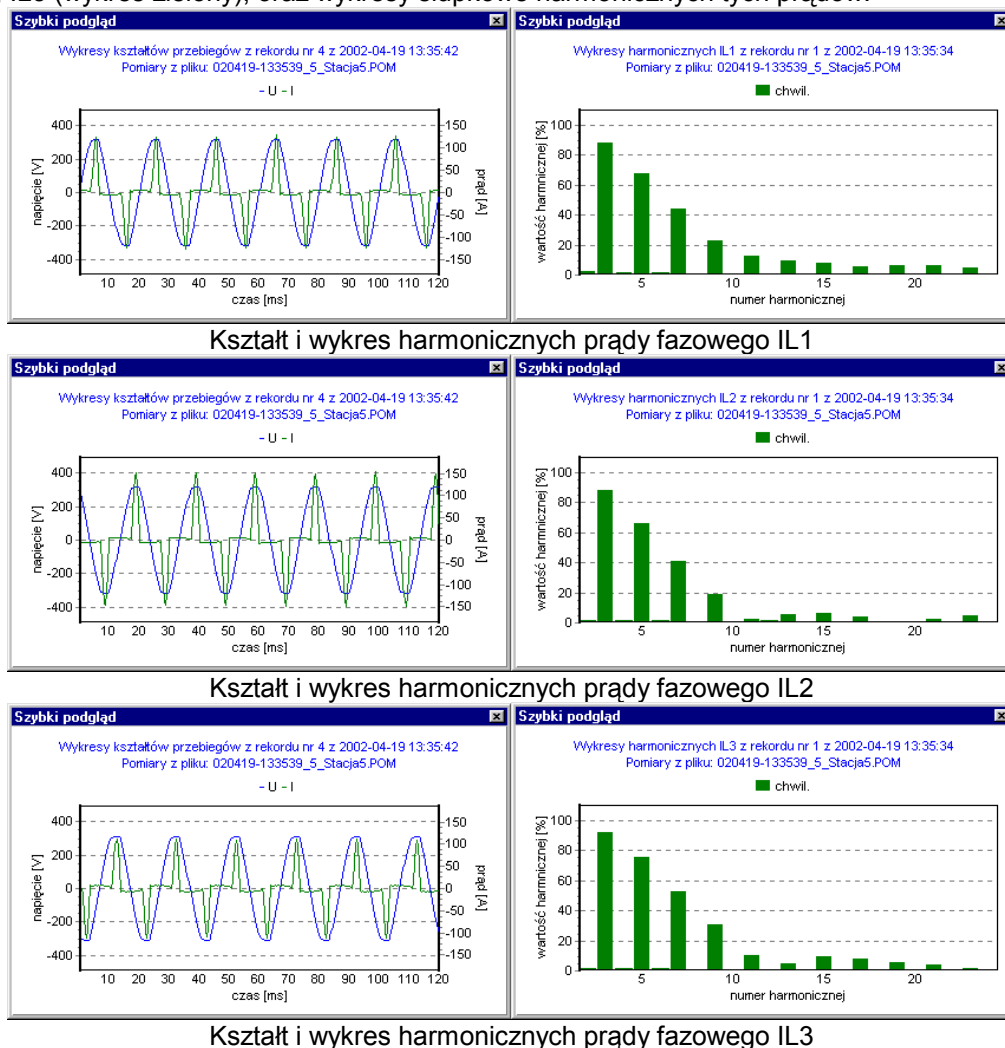
Możliwe do obejrzenia wyniki:

- wartości liczbowe pomiarów,
- kształty napięcia i prądu (w prawej skrajnej kolumnie tablicy pomiarów),
- wartości liczbowe harmonicznych prądu,
- wykres słupkowy harmonicznych prądu (po umieszczeniu kursora w którejś z kolumn z wynikami harmonicznych).

Dokładną listę wielkości zarejestrowanych przez rejestrator i zawartych w tabelach można odczytać otwierając okno konfiguracji.

Ciekawe zjawiska możliwe do odczytania z wyników:

W tej sesji pomiarowej zgromadzono tylko kilka rekordów aby zilustrować zjawisko rejestracji przez REM-370 prądu w przewodzie zerowym I0. Na rys. 10, zaprezentowano kształty prądów fazowych IL1, IL2, IL3 (wykres zielony), oraz wykresy słupkowe harmonicznych tych prądów.



Rys. 10

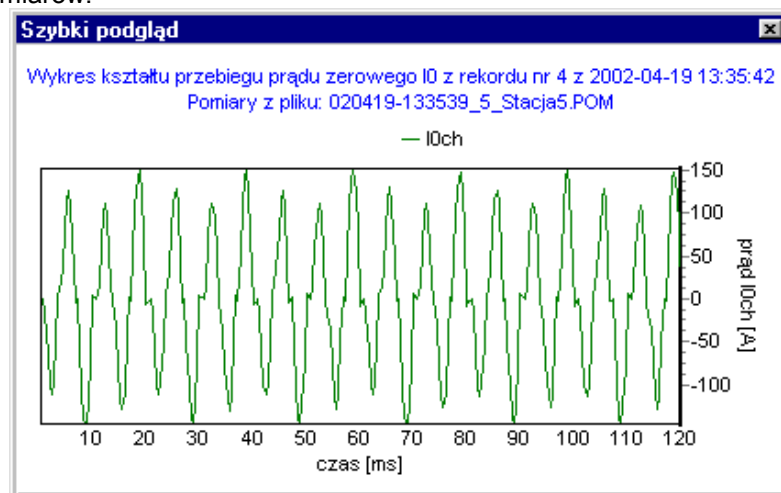
Wykresy uzyskano umieszczając kursor w odpowiednich kolumnach tabel z pomiarami. Jako obciążenia poszczególnych faz użyto zasilaczy impulsowych (obciążenie typu "prostownik z kondensatorem").

Analizując wyniki liczbowe pomiarów prądów widać (rys. 11), że prąd w przewodzie zerowym I₀ ma niespodziewanie dużą wartość (około 81A) względem prądów fazowych. (38A ÷ 56A).

Wyniki pomiarów									
Nr	NrSt	Czas Pomiaru	War	I ₀ ch	IL1ch	IL2ch	IL3ch	F	
1	5	02-04-19 13:35:39		81,6	44,2	56,1	39,2		
2	5	02-04-19 13:35:40		81,4	44,2	56	39		
3	5	02-04-19 13:35:41		81,3	44,3	56	38,8		
4	5	02-04-19 13:35:42		81,6	44,3	56	39,1		
5	5	02-04-19 13:35:43		81,3	44,3	55,8	39,1		
6	5	02-04-19 13:35:44		81,2	44,3	55,9	38,8		
7	5	02-04-19 13:35:45		81,3	44,3	55,9	38,9		
8	5	02-04-19 13:35:46		81,3	44,2	55,9	38,9		
9	5	02-04-19 13:35:47		81,3	44,3	56	38,9		

Rys. 11

Kształt przebiegu prądu w przewodzie zerowym I₀ można uzyskać umieszczając kursor w kolumnie "I₀ch" w tabeli pomiarów:



Rys. 12

Jak wiadomo, kształt przebiegu prądu I₀ powstaje jako suma przebiegów trzech prądów fazowych. Obserwując wykres z rys. 12 widać, że częstotliwość prądu I₀ jest około trzy razy większa niż prądów fazowych. Wniosek płynący z tego jest następujący: główny udział w tworzeniu prądu I₀ mają trzecie harmoniczne prądów fazowych. Istotnie, biorąc pod uwagę, że pierwsze harmoniczne prądów fazowych są przesunięte względem siebie o kąt 120° i tworzą układ zgodny, to ich trzecie harmoniczne przesunięte są o kąt 3 razy większy, czyli 360° i tworzą układ zerowy. Tak więc, następuje algebraiczne dodanie wartości trzeciej harmonicznej prądów fazowych w przewodzie zerowym. Podobne zjawisko sumowania będzie miało miejsce dla każdej harmonicznej, będącej wielokrotnością trójki (3, 6, 9, 12, 15, itd.).

W idealnym przypadku dla sinusoidalnych prądów fazowych harmoniczne są zerowe, a występowanie prądu zerowego wynika z niesymetrii zasilania lub obciążenia. W przypadku obciążeń przedstawionych na rys. 10, harmoniczne wielokrotności 3 mają dużą wartość. Ich suma zaczyna dominować w prądzie zerowym nad niewielką, znoszącą się (układ zgodny) pierwszą harmoniczną. Powyższy przykład wykazuje przydatność rejestratora REM-370 przy analizie zjawisk zachodzących w prądzie przewodu zerowego w układzie typu gwiazda o obciążeniu nieliniowym.

Pomiary mocy przy obciążeniu nieliniowym

Ten sam zestaw pomiarów posłuży do przedstawienia innego zjawiska występującego przy pomiarach mocy pobieranej przez obciążenie nieliniowe. Odnajdując odpowiednie kolumny w tabeli pomiarów odczytujemy zmierzone wartości mocy poszczególnych faz: czynnej (P), biernej (Q), pozornej (S) i odkształcenia(D):

Wyniki pomiarów													
Nr	NrSt	Czas Pomiaru	War	PL1ch	PL2ch	PL3ch	QL1ch	QL2ch	QL3ch	SL1ch	SL2ch	SL3ch	
1	5	02-04-19 13:35:39		6570	8210	5380	-138	-420	-240	10200	12900	9000	
2	5	02-04-19 13:35:40		6460	8150	5340	-75,7	-462	-266	10200	12900	8970	
3	5	02-04-19 13:35:41		6460	8150	5310	-73	-446	-286	10200	13000	8920	
4	5	02-04-19 13:35:42		6470	8190	5350	-71,8	-433	-266	10200	13000	8980	
5	5	02-04-19 13:35:43		6430	8120	5340	-48,2	-446	-272	10200	12900	8980	
6	5	02-04-19 13:35:44		6460	8140	5340	-68,5	-439	-281	10200	12900	8920	
7	5	02-04-19 13:35:45		6540	8220	5340	-114	-431	-269	10200	12900	8940	
8	5	02-04-19 13:35:46		6530	8220	5340	-106	-412	-259	10200	13000	8940	
9	5	02-04-19 13:35:47		6520	8230	5330	-99,5	-405	-247	10200	13000	8940	

Analizując przykładowo moce fazy L1 z rekordu nr 4 otrzymujemy:

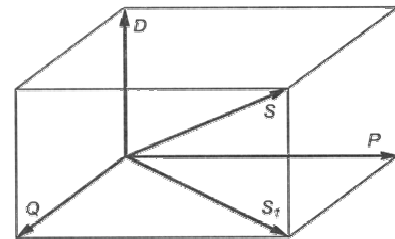
PL1ch=6470W, QL1ch=-71,8VAr, SL1ch=10200VA, DL1ch=7920VAr

Obliczając moc pozorną z tzw. trójkąta mocy ($S^2=P^2+Q^2$), otrzymujemy:

$$S_1 = \sqrt{6470^2 + (-71,8)^2} \approx 6470,4VA$$

Niezgodność obliczeń z pomiarem wynika z faktu, że moc czynna i bierna generowana jest tylko przez harmoniczne tego samego rzędu. W tym przypadku, napięcie nie zawiera wyższych harmonicznych a prąd je zawiera, co prowadzi do niedoboru mocy pozornej obliczanej z trójkąta mocy. Wartość mocy pozornej pomierzonej jest iloczynem wartości skutecznej prądu zawierającego harmoniczne i napięcia.

Niedobór ten można wytłumaczyć pojawieniem się mocy odkształcenia (D), tworzącej wraz z mocami P i Q prostokąt mocy (rysunek obok), w którym obowiązuje zależność: $S^2=P^2+Q^2+D^2$. Więcej teorii na ten temat znajduje się w Instrukcji Obsługi rejestratora (rozdział 9.2).



Odnajdując w tabeli pomiarów kolumny mocy odkształcenia (D), widzimy:

Wyniki pomiarów													
Nr	NrSt	Czas Pomiaru	War	SL1ch	SL2ch	SL3ch	DL1ch	DL2ch	DL3ch	DFL1ch	DFL2ch	DFL3ch	
1	5	02-04-19 13:35:39		10200	12900	9000	7830	9970	7210	0,766	0,771	0,801	
2	5	02-04-19 13:35:40		10200	12900	8970	7930	10000	7210	0,775	0,775	0,803	
3	5	02-04-19 13:35:41		10200	13000	8920	7930	10100	7160	0,775	0,776	0,802	
4	5	02-04-19 13:35:42		10200	13000	8980	7920	10000	7200	0,775	0,775	0,802	
5	5	02-04-19 13:35:43		10200	12900	8980	7970	10000	7210	0,778	0,776	0,803	
6	5	02-04-19 13:35:44		10200	12900	8920	7920	10000	7150	0,775	0,776	0,801	

Moc DL1ch=7920VAr stanowi brakujący składnik równania mocy i w omawianym przypadku stanowi dominujący składnik mocy pozornej!

Uzupełnione równanie mocy będzie miało postać:

$$S = \sqrt{6470^2 + (-71,8)^2 + 7920^2} \approx 10227VA$$

Aby użytkownik mógł łatwiej ocenić wartość mocy odkształcenia, REM-370 podaje jeszcze jeden parametr: współczynnik mocy odkształcenia definiowany jako stosunek mocy odkształcenia do mocy pozornej ($DF=D/S$) osiągający wartość z przedziału od 0 do 1. W przypadku braku mocy odkształcenia $DF=0$, natomiast w omawianym przykładzie DFL1ch=0.775.co świadczy o dużym udziale mocy odkształcenia w bilansie mocy.