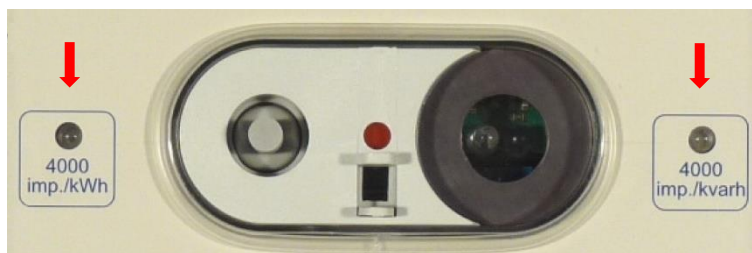
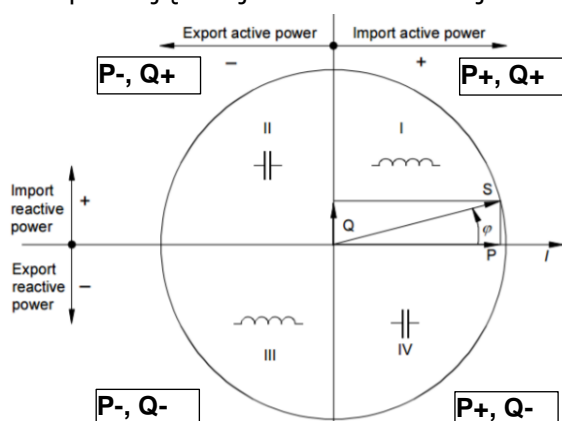


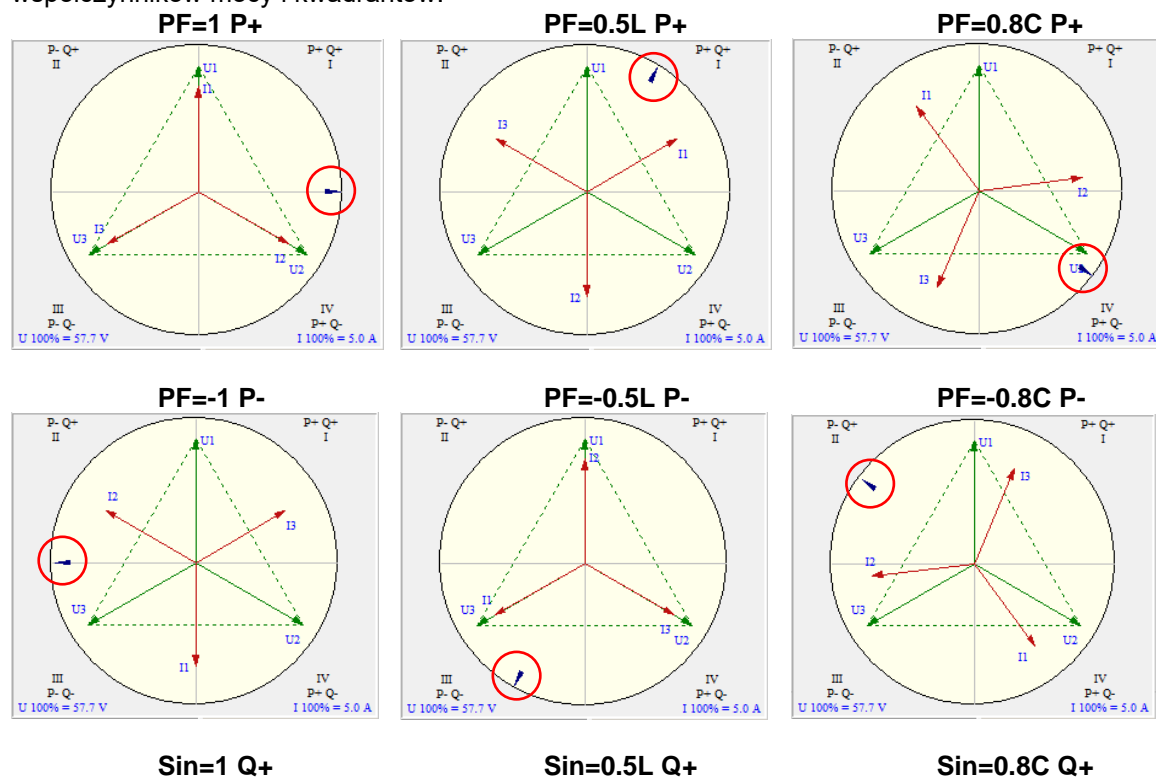
1. Teoria testowania liczników czterokwadrantowych

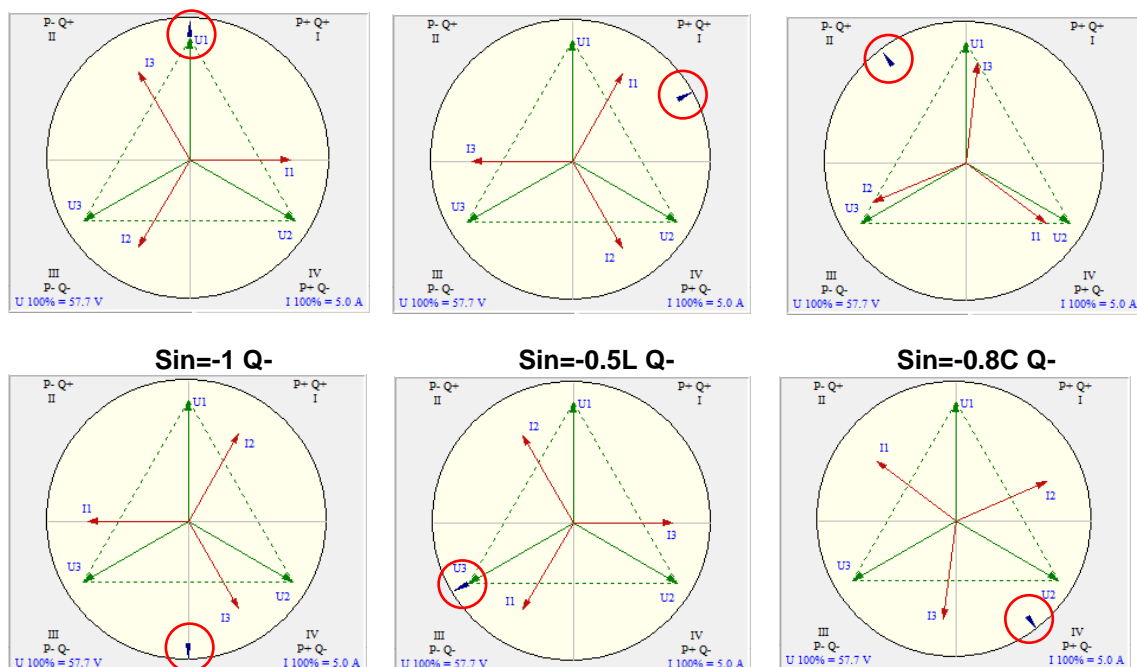
Testowanie czterokwadrantowych liczników energii wymaga wymuszenie przepływu energii czynnej oraz biernej we wszystkich kierunkach i możliwych połączeniach. Z punktu widzenia dostawcy energii (zakłady energetyczne) energia może być importowana (dostarczona) przez (do) klienta lub eksportowana przez klienta (otrzymana przez energetykę). Typowy licznik czterokwadrantowy wyposażony jest w 2 pulsujące diody LED (jedna dla energii czynnej, a druga dla energii biernej) korespondujące z jednostkami stałej licznika: imp/kWh oraz imp/kvarh.



Podczas testu fotogłowica powinna być ustawiona tak, aby wykrywać odpowiednią diodę LED w zależności od wykonywanych punktów obciążenia podczas testu.

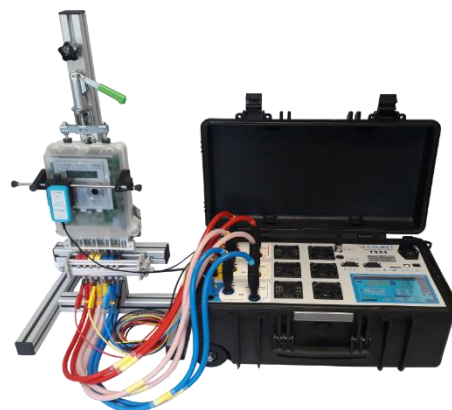
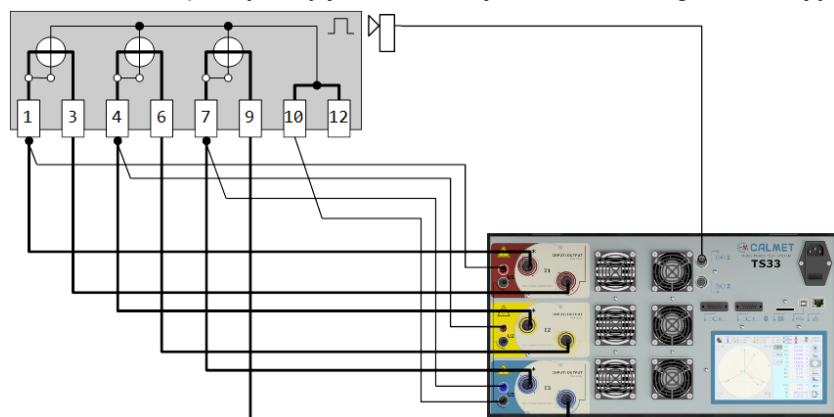
Jako przykład do testu użyjemy trójfazowy, czteroprzewodowy i czterokwadrantowy licznik: $U_b=57.7V$, $I_n=5A$, $I_{max}=6A$ o klasie dokładności C (0,5) dla energii czynnej i 1 dla energii biernej oraz stałej licznika $C=15000$ imp/kWh (imp/kvarh). Według norm (EN50470-1,2,3, IEC62053-22,23) licznik jest testowany prądem obciążenia od 1% do 120% I_n , dla współczynnika mocy 1, 0,8C oraz 0,5L dla energii czynnej i biernej we wszystkich czterech kwadrantach. Poniżej przedstawione są diagramy wektorowe dla punktu obciążenia 100% przy napięciu bazowym 57,7V dla różnych współczynników mocy i kwadrantów.





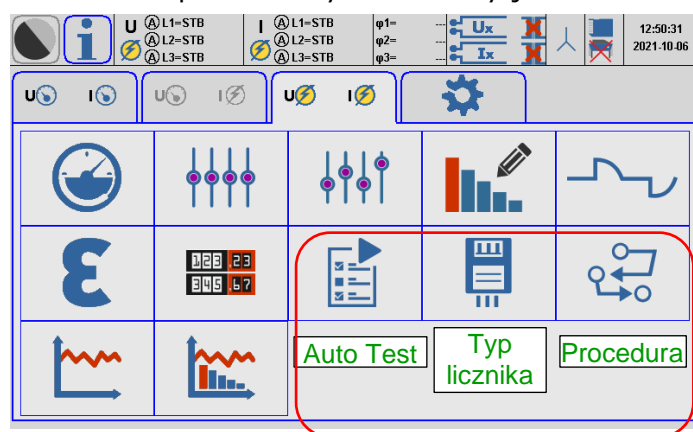
2. Podłączenie testowanego licznika do TS33

Licznik podłączony jest do TS33 jak widać na diagramie i zdjęciu poniżej.



3. Ustawianie procedur testowych

TS33 powinien być ustawiony jak źródło napięcia i prądu. Automatyczny test licznika energii



wymaga by przygotować parametry **Typu licznika**, **Procedurę** testowania, a następnie wykonać test za pomocą funkcji **Auto Test**. Przed ustawieniem **Typu licznika** należy odczytać podstawowe informacje techniczne z karty katalogowej lub panelu licznika. Najważniejsze parametry to:

- U_b – napięcie bazowe (57,7V w tym przykładzie);
- I_n – prąd nominalny (5A w tym przykładzie);
- U_{max} – maksymalne napięcie (by chronić licznik);
- I_{max} – maksymalny prąd (6A w tym przykładzie);
- Stała licznika $C=15000 \text{ imp/kWh}$ (kvarh);
- Typ połączenia, np. 3-fazowy, 4-przewody;
- Typy energii: czynna, bierna, pozorna.

Na podstawie powyższych informacji możemy przygotować i zapisać dwa **Typy liczników**: jeden dla energii czynnej, a drugi dla energii biernej. Na zdjęciach poniżej pokazane są **Typy licznika** z wypełnionymi danymi. Należy je zapisać pod osobnymi nazwami **Typów liczników**, np. APA020PP i APA020QP jak na przykładzie poniżej.

U A1-L1-STB I A1-L1-STB φ1= Ux Ix 12:15:14 2021-10-06

A2-L2-STB A2-L2-STB φ2= A3-L3-STB A3-L3-STB φ3= Ix

No 4/19 20QP1

€ 0.012% s 0.001% lim 1.000%

No	€
1	0.010
2	0.014
3	0.013

Q+ 1038.38 var ΣP -0.016408 W ΣQ 1038.49 var ΣS 1038.55 VA ΣPF -0.00002

Wyniki testów mogą być podejrzone podczas testowania dla indywidualnych punktów obciążeń z uśrednioną wartością błędu ϵ , wartości standardowego odchylenia s oraz wyników oceny poprzez porównanie z granicą błędu lim i oznaczone kolorami: **zielonym** jeżeli $\epsilon \leq limit$ oraz **czerwonym** jeżeli $\epsilon \geq lim$. Dostępne są także wyniki błędów cząstkowych do uśredniania. Ostateczne wyniki całego testu zaprezentowane są w formie tabeli z liczbą punktów obciążenia, rodzajem oraz wartością mocy, wartością błędu, wartością odchylenia standardowego, granicą błędu oraz finalną oceną **OK** / **Not OK**. Wyniki mogą być zapisane w urządzeniu lub przesłane do komputera w celu dalszej obróbki albo zapisania w bazie danych. Dla

przywołanych wyników pole daty i czasu zaznaczone jest na **czerwono**.

U A1-L1-STB I A1-L1-STB φ1= Ux Ix 15:06:26 2021-09-21

A2-L2-STB A2-L2-STB φ2= A3-L3-STB A3-L3-STB φ3= Ix

No	QPS	Q+	Q-	ε[%]	se[%]	lim[%]	OK
1	14:29:56	Q+[var]	1038.38	0.012	0.001	1.000	✓
2	14:31:28	Q+[var]	865.516	0.016	0.000	1.000	✓
3	14:32:59	Q+[var]	432.680	0.017	0.001	1.000	✓
4	14:34:34	Q+[var]	173.130	0.012	0.001	1.000	✓
5	14:36:13	Q+[var]	86.5448	0.009	0.001	1.000	✓
6	14:37:52	Q+[var]	43.2599	-0.014	0.002	1.000	✓
7	14:40:20	Q+[var]	17.3110	-0.038	0.016	1.000	✓
8	14:44:49	Q+[var]	830.735	-0.022	0.000	1.000	✓
9	14:46:17	Q+[var]	692.328	-0.019	0.001	1.000	✓
10	14:47:46	Q+[var]	346.129	-0.001	0.001	1.000	✓
11	14:49:21	Q+[var]	138.583	0.007	0.002	1.000	✓
12	14:50:51	Q+[var]	69.2376	0.016	0.002	1.000	✓
13	14:52:32	Q+[var]	34.6175	0.007	0.002	1.000	✓

U A1-L1-STB I A1-L1-STB φ1= Ux Ix 15:05:58 2021-09-21

A2-L2-STB A2-L2-STB φ2= A3-L3-STB A3-L3-STB φ3= Ix

No	QPS	Q+	Q-	ε[%]	se[%]	lim[%]	OK
1	14:29:56	Q+[var]	1038.38	0.012	0.001	1.000	✓
2	14:31:28	Q+[var]	865.516	0.016	0.000	1.000	✓
3	14:32:59	Q+[var]	432.680	0.017	0.001	1.000	✓
4	14:34:34	Q+[var]	173.130	0.012	0.001	1.000	✓
5	14:36:13	Q+[var]	86.5448	0.009	0.001	1.000	✓
6	14:37:52	Q+[var]	43.2599	-0.014	0.002	1.000	✓
7	14:40:20	Q+[var]	17.3110	-0.038	0.016	1.000	✓
8	14:44:49	Q+[var]	830.735	-0.022	0.000	1.000	✓
9	14:46:17	Q+[var]	692.328	-0.019	0.001	1.000	✓
10	14:47:46	Q+[var]	346.129	-0.001	0.001	1.000	✓
11	14:49:21	Q+[var]	138.583	0.007	0.002	1.000	✓
12	14:50:51	Q+[var]	69.2376	0.016	0.002	1.000	✓
13	14:52:32	Q+[var]	34.6175	0.007	0.002	1.000	✓

5. Drukowanie wyników na obiekcie

Wyniki testów mogą być wydrukowane bezpośrednio na obiekcie za pomocą bezprzewodowej drukarki termicznej. Możliwy jest druk wyników oraz zrzutów ekranu. Przykładowe wydruki ukazane są na zdjęciach poniżej.

TS33 Three Phase Test System

1.3.3 SN:30000 www.calmet.com.pl

2021-09-21 (YYYY.MM.DD) 15:05:58

MUT: SN:

CUSTOMER:

ADDRESS:

COMMENT:

CONFIGURATION:

U:Generate, I:Generate
U:DIRECT, I:DIRECT, SP4W, P
PT:OFF, CT:OFF

Meter:

SP4W, Q+, C: 15000.0imp/kvarh,
Ub: 57.7V, Ib: 5A, Imax: 6A
PT:OFF, CT:OFF

Error Test:

No	Power	ε	SE	lim	OK
1	1038.38 var	0.012 %	0.001 %	1.000 %	Y
2	865.516 var	0.016 %	0.000 %	1.000 %	Y
3	432.680 var	0.017 %	0.001 %	1.000 %	Y
4	173.130 var	0.012 %	0.001 %	1.000 %	Y
5	86.5448 var	0.009 %	0.001 %	1.000 %	Y
6	43.2599 var	-0.014 %	0.002 %	1.000 %	Y
7	17.3110 var	-0.038 %	0.016 %	1.000 %	Y
8	830.735 var	-0.022 %	0.000 %	1.000 %	Y
9	692.328 var	-0.019 %	0.001 %	1.000 %	Y
10	346.129 var	-0.001 %	0.001 %	1.000 %	Y
11	138.583 var	0.007 %	0.002 %	1.000 %	Y
12	69.2376 var	0.016 %	0.002 %	1.000 %	Y
13	34.6175 var	0.007 %	0.002 %	1.000 %	Y

U A1-L1-STB I A1-L1-STB φ1= Ux Ix 15:05:58 2021-09-21

A2-L2-STB A2-L2-STB φ2= A3-L3-STB A3-L3-STB φ3= Ix

No	QPS	Q+	Q-	ε[%]	se[%]	lim[%]	OK
1	14:29:56	Q+[var]	1038.38	0.012	0.001	1.000	✓
2	14:31:28	Q+[var]	865.516	0.016	0.000	1.000	✓
3	14:32:59	Q+[var]	432.680	0.017	0.001	1.000	✓
4	14:34:34	Q+[var]	173.130	0.012	0.001	1.000	✓
5	14:36:13	Q+[var]	86.5448	0.009	0.001	1.000	✓
6	14:37:52	Q+[var]	43.2599	-0.014	0.002	1.000	✓
7	14:40:20	Q+[var]	17.3110	-0.038	0.016	1.000	✓
8	14:44:49	Q+[var]	830.735	-0.022	0.000	1.000	✓
9	14:46:17	Q+[var]	692.328	-0.019	0.001	1.000	✓
10	14:47:46	Q+[var]	346.129	-0.001	0.001	1.000	✓
11	14:49:21	Q+[var]	138.583	0.007	0.002	1.000	✓
12	14:50:51	Q+[var]	69.2376	0.016	0.002	1.000	✓
13	14:52:32	Q+[var]	34.6175	0.007	0.002	1.000	✓

2021-09-21 (YYYY.MM.DD)

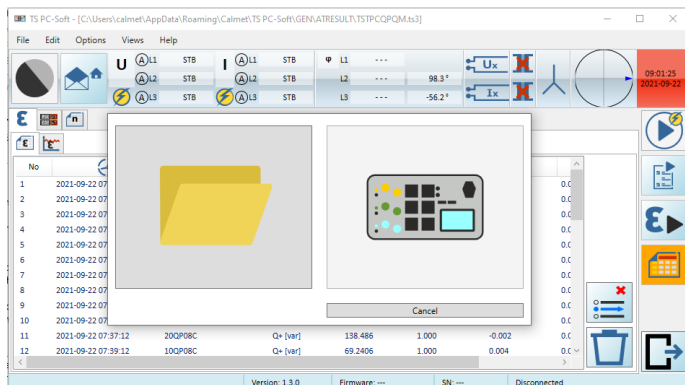
1.3.3 SN:30000 www.calmet.com.pl

TS33 Three Phase Test System



6. Obróbka wyników w oprogramowaniu TS PC Soft

Wyniki zapisane w pamięci urządzenia TS33 lub wykonane za pomocą oprogramowania TS PC Soft, które kontroluje TS33, mogą być poddane dalszej obróbce. Wyniki z pamięci TS33 mogą zostać przetransferowane do komputera na dwa sposoby: poprzez usunięcie karty pamięci z TS33 i odczytanie jej na komputerze lub poprzez połączenie komputera z TS33 za pomocą USB, Bluetooth lub złącza Ethernet. Wybrany plik z wynikami otwiera się w formie tabeli lub wykresu. Wyniki mogą zostać wydrukowane na dowolnej drukarce podłączonej do komputera.



Pobieranie wyników na komputer

TS PC-Soft - [C:\users\calmet\AppData\roaming\Calmet\TS PC-Soft\GEN\ATRESULTS\TSPCQPQM433]

FileEditOptionsViewsHelp

</

Otwarte wyniki na komputerze

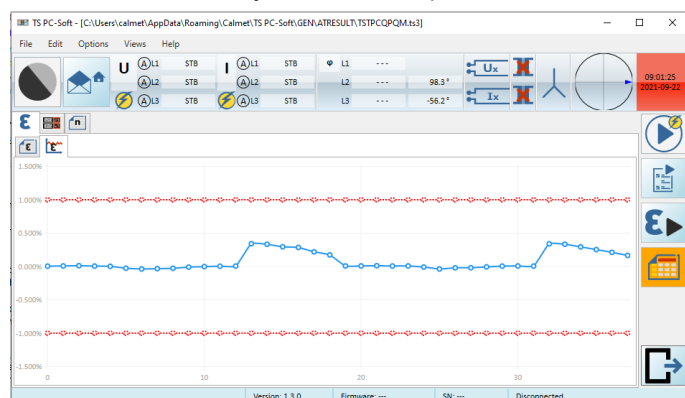
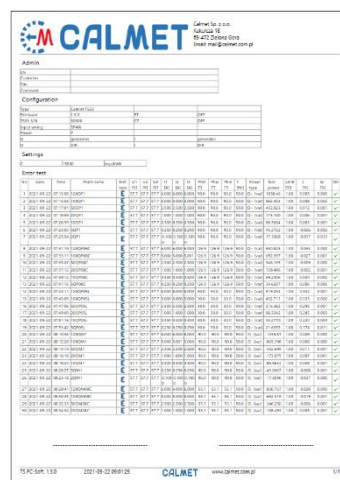


Diagram błędu $\varepsilon=f(I_{load})$ kontra prąd obciążenia



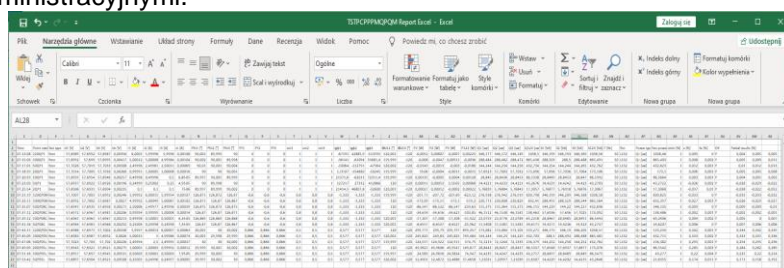
Wydrukowany raport

7. Eksport wyników do Excela

Wyniki zapisane są w bazie danych w formie pliku tekstowego XML. Dane zapisane w wynikach można wyeksportować do arkusza Excel by w łatwy sposób przygotować raport. Eksportowane są wszystkie wyniki uzyskane podczas testowania wraz z danymi administracyjnymi.

```
<Cycle>
  <DataList>
    <Data Name='Epsilon' Value='0.012862' />
  </DataList>
</Cycle>
</PartialResults>
<FinalResult Date='2021-09-21' Time='14:29:56'>
  <Base>
    <DataList>
      <Data Name='Valid' Value='1' />
      <Data Name='U1' Value='57.699120' />
      <Data Name='U2' Value='57.699425' />
      <Data Name='U3' Value='57.700420' />
      <Data Name='I1' Value='5.999742' />
      <Data Name='I2' Value='6.000058' />
      <Data Name='I3' Value='5.999462' />
      <Data Name='U12' Value='99.937141' />
      <Data Name='U23' Value='99.939972' />
      <Data Name='U13' Value='99.947350' />
      <Data Name='Phi1' Value='90.003357' />
      <Data Name='Phi2' Value='89.997963' />
      <Data Name='Phi3' Value='90.001442' />
      <Data Name='Phi12' Value='119.999535' />
      <Data Name='Phi13' Value='-119.999672' />
      <Data Name='F' Value='50.000000' />
      <Data Name='P1' Value='-0.020000' />
      <Data Name='P2' Value='0.012307' />
      <Data Name='P3' Value='-0.008715' />
      <Data Name='PSum' Value='-0.016408' />
    </DataList>
  </Base>
</FinalResult>
```

Wyniki zapisane w formacie XML



Wszystkie dane wyeksportowane do arkusza Excel

8. Ostateczny raport przygotowany w Excelu

Na podstawie danych wyniku możemy przygotować raport końcowy w Excelu z przejrzystymi tabelkami i diagramami.

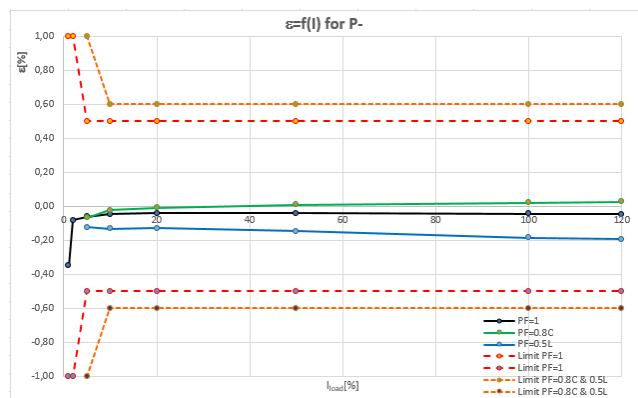
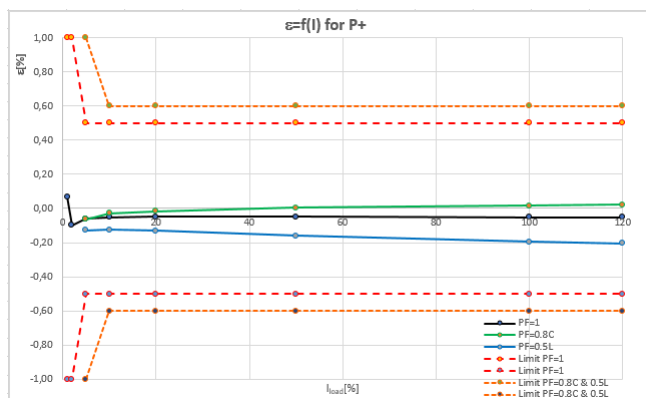
Test report of 4-quadrant meter APA P020

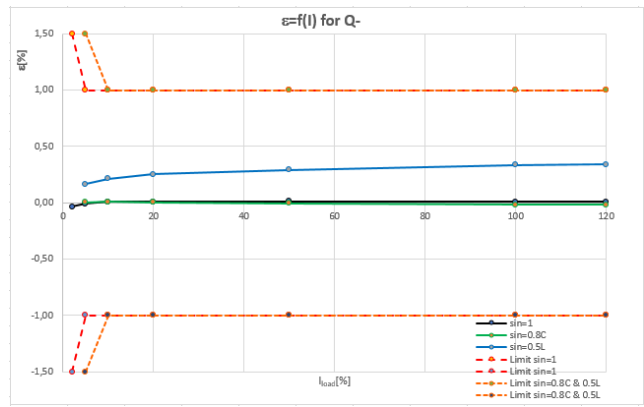
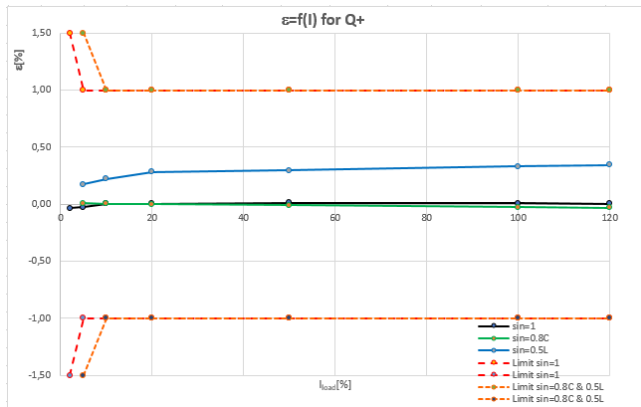
In=5A, I_{max}=6A, U_b=57.7V C=15000imp/kWh(kvarh), class (P)=C, class (Q)=1

Id	In [%]	In [A]	cosφ=1	Limit	cosφ=0.8C	Limit	cosφ=0.5L	Limit	Energy flow	Power [W] PF=1
			ε [%]		ε [%]		ε [%]			
1	1	0,050	0,070	1,00					P+	8,654
2	2	0,100	-0,100	1,00					P+	17,309
3	5	0,250	-0,061	0,50	-0,062	1,00	-0,128	1,00	P+	43,278
4	10	0,500	-0,053	0,50	-0,027	0,60	-0,126	0,60	P+	86,543
5	20	1,000	-0,049	0,50	-0,017	0,60	-0,132	0,60	P+	173,090
6	50	2,500	-0,048	0,50	0,005	0,60	-0,159	0,60	P+	432,734
7	100	5,000	-0,052	0,50	0,016	0,60	-0,195	0,60	P+	865,510
8	120	6,000	-0,051	0,50	0,021	0,60	-0,204	0,60	P+	1038,580
9	1	0,050	-0,349	1,00					P-	-8,654
10	2	0,100	-0,082	1,00					P-	-17,310
11	5	0,250	-0,060	0,50	-0,066	1,00	-0,122	1,00	P-	-43,273
12	10	0,500	-0,047	0,50	-0,022	0,60	-0,130	0,60	P-	-86,543
13	20	1,000	-0,041	0,50	-0,007	0,60	-0,128	0,60	P-	-173,094
14	50	2,500	-0,039	0,50	0,011	0,60	-0,147	0,60	P-	-432,718
15	100	5,000	-0,042	0,50	0,022	0,60	-0,184	0,60	P-	-865,549
16	120	6,000	-0,046	0,50	0,027	0,60	-0,193	0,60	P-	-1038,530
Id	In [%]	In [A]	sinφ=1	Limit	sinφ=0.8C	Limit	sinφ=0.5L	Limit	Energy flow	Power [var] Sin=1
			ε [%]		ε [%]		ε [%]			
17	2	0,100	-0,037	1,50					Q+	17,306
18	5	0,250	-0,026	1,00	0,006	1,50	0,174	1,50	Q+	43,268
19	10	0,500	0,003	1,00	0,004	1,00	0,220	1,00	Q+	86,534
20	20	1,000	0,006	1,00	-0,002	1,00	0,285	1,00	Q+	173,096
21	50	2,500	0,012	1,00	-0,009	1,00	0,295	1,00	Q+	432,734
22	100	5,000	0,008	1,00	-0,027	1,00	0,333	1,00	Q+	865,438
23	120	6,000	0,005	1,00	-0,033	1,00	0,342	1,00	Q+	1038,500
24	2	0,100	-0,037	1,50					Q-	-17,310
25	5	0,250	-0,008	1,00	0,006	1,50	0,165	1,50	Q-	-43,258
26	10	0,500	0,008	1,00	0,008	1,00	0,212	1,00	Q-	-86,545
27	20	1,000	0,007	1,00	0,005	1,00	0,253	1,00	Q-	-173,079
28	50	2,500	0,011	1,00	-0,006	1,00	0,294	1,00	Q-	-432,687
29	100	5,000	0,008	1,00	-0,019	1,00	0,334	1,00	Q-	-865,455
30	120	6,000	0,008	1,00	-0,020	1,00	0,340	1,00	Q-	-1038,530

Raport z testu

Na zdjęciu poniżej znajdziemy wykres błędu ε jako funkcji prądu obciążenia I_{load} wyrażonego w [%] prądu nominalnego I_n dla różnych przepływów energii oraz współczynników mocy.





9. Wnioski

Automatyczny System Testujący TS33 pozwala na automatyczne testowanie czterokwadrantowych liczników w pełnym zakresie prądów, współczynników mocy i kierunkach przepływu prądu. Dzięki temu jesteśmy w stanie otrzymać pełną charakterystykę licznika. Jest to szczególnie istotne dla nowych turbin wiatrowych oraz instalacji fotowoltaicznych.