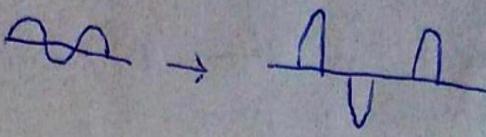


JAKOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Str 1

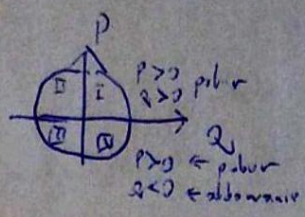
A) INSTRUKCJA SONEL

- w czasach gdy nie było normy ~~61000~~ IEC 61000-4-30 analizatory jakości nie dawały powtarzalnych rezultatów
- wpływ na zainteresowanie jakością miały przede wszystkim zasilacze impulsowe, przetwornice DC/DC, świetlówki energooszczędne - wzrost branży konwersji energii o obciążeniu koniecznego
- współczynnik szczytu: $\frac{U_{max}}{U_k}$ - kłosa 
- niski PF - wyższe obciążenie linii
- cęgi twarde to pomiar AC: opóźnienia + histereza, działają jak trójfazowy najpopularniejszy
- pomiar DC: AC: cęgi z zjawiskiem Halla, z osobnym zasilaniem
- cewka Rogowski (cęgi Ryskiel) - pomiar dużych prądów, nie powoduje zmian pola (magnetycznego) (wymaga układu zaskrajacza), duża koszt, dobra liniowość, ~~precyzyjny~~
- Flicker - zjawisko migotania światła na skutek spadku napięcia w sieci
 - P_{ST} , P_{LT} - ~~współczynniki~~ jednostki pomiaru migotania, 1 to wartość graniczna
 - $P_{LT} = 12$ pomiaru P_{ST} o godzinę
 - flicker nie musi oznaczać wady instalacji, ale może upr. sygnalizować złe połączenie w rozdzielni
- moc czynna - to za nią się płaci, to realna moc wykonująca pracę w urządzeniu, to ją się liczy licznikiem
- moc bierna i moc szkodliwa między źródłem a odbiorcą w obwodzie (ta różnica decyduje się być niekompensowana)
- moc oddziaływania: moc, która jest trwona wskutek oddziaływania napięcia napięciom prądu (kierunki napięcia nie są się dopasować do kształt prądu bo nie jest ~~dużo~~ sinusoidalny)
- moc nieaktywna: wszystkie nieaktywne składowe mocy: $N = \sqrt{S^2 - P^2}$ (D. 2.1)
- D_s - moc szczytu, związana ze zmianą konduktancji odbiornika przy zmianie f
- D_v - moc niezmierzona, moc niezmierzona odb. 3-fazowego, wywołana sytuacją gdy przy czystym R $PF < 1$
- ocenia się moc bierną 1. harmonicznej, składowej zerowej, przy doborze kondensatorów kompensujących DPF
- nie ma możliwości ~~zaprojektowania~~ pomiaru mocy biernej odb. 3-fazowego - ~~bez przewodu N, więc~~ ~~staje się~~ ~~stworzony~~ ~~punkt~~ ~~neutralny~~ - pomiar ten przy drugim niezrównoważeniu odbiornika jest nieobiektywny

• polskie prawo wskazuje odd. przemysłowym $\lg \varphi = 0,4 \left(\frac{3}{p} \right)$, powyżej są opłaty dodatkowe; prądowi mamy bierny w licznikach często nie są bardzo dokładne

• im więcej harmonicznych, tym większa różnica w obliczeniach, inne opłaty za energię

• liczniki czterokwadrantowe:



• prąd tylko przy danych warunkach, mogą być różne różne niezakłócenia

• moc przekaźnika - biał ~~definiuje~~ ^{fi-zyk} znaczenia, ale może obrotów ^z obrotów prądu projektowania linii przesyłowych; jest związana ściśle ze statami przesyłowymi oraz współczynnikiem mocy

• S_{m} moc pozorna obrotów: moc opisująca obrotów harmonicznych; może zastąpić D, moc obrotów, która de facto, ale opisuje obrotów

• DPF - Displacement Power Factor - współ. mocy związany tylko z przesunięciem fazowym prądu; napięcie

• PF (TPF - True Power Factor) - współ. mocy uwzględniający różnicę między harmonicznymi

• pojawienie się harmonicznych o dużym $p \rightarrow$ zjawisko na kłótności \rightarrow zmniejszenie efektywnego przekroju przewodu \rightarrow wzrost $R \rightarrow$ wzrost strat mocy

• powstawanie harmonicznych ~~na~~ ^{na} napięciu wynika z niezerowej Z sieci dystrybucyjnej między generatorem a odbiorcą

• powstawanie harmonicznych w przybliżeniu wynika z nieliniowego przebiegu impedancji odbiorcy

• przykład: zasilacz PL \rightarrow pobiera prąd tylko chwilę, ale duży - słab przez chwilę duży spadek napięcia (na odbiorcy \rightarrow oraz: duży prąd na zasilaczu to też duży prąd (ale tylko przez chwilę) na impedancji sieci
 \downarrow słab obrotów \downarrow słab obrotów

• prąd mocy czynnej: moc średnia w danym czasie ($P = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n U_i I_i$) Δ lub U
 suma mocy czynnych harmonicznych ($P = \sum_{n=1}^{\infty} U_n I_n \cos \varphi_n$)

• może być dla harmonicznych wyznaczyć p , to aby móc obrotów parametrów elementów LC kompensacji \rightarrow większych je kompensować

- rząd vs. kolejność harmonicznej: "1" $3k+1$ (1, 4, 7) → momenty, zgodny
- "-" $3k-1$ (2, 5, 8) → momenty, przeciwny, ujemny
- "0" $3k$ (3, 6, 9) → brak momentu, ale dodatkowe napięcie

• jeśli przebieg jest symetryczny wzgl. osi średniej (większość przypadków - symetria wzgl. 0), to ~~składowe~~ harmoniczne parzyste nie występują: zerowy ~~prąd~~
 przeciętne 5, 11, 17
 zerowe 3, 9, 15

- skł. zerowe powodują nagrzewanie przewodu N (sumy są) i straty mocy w układzie Δ po którym bieżą
- w przypadku niesymetrii obciążenia każda harmoniczna ma nie zero składowe kolejności zerowej, zpodnej i przeciętnej.

• THD - Total Harmonic Distortion - współ. zniekształceń harmonicznych

• THD_f - Fundamental - odniesiony do skł. 1. harmonicznej przebiegu $THD_f = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} A_n^2}}{A_1} \cdot 100\%$

• THD_R - RMS - odn. do wart. do całego przebiegu $THD_R = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} A_n^2}}{A_{RMS}} \cdot 100\%$

• TOD - Total Demand Distortion - współ. zniekształceń prądu

$$TOD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1} \cdot 100\%$$

I_1 - prąd zapotrzebowany, średnia wartość na pobór mocy np. typowego przem.

• TOD lepiej oddaje zmiany wartości skutecznej, wyższych harmonicznych

- współczynnik K: współ. strat w transformatorze, pomaga dobrać wymagania kafa zasilających
- jeśli $K=x$, transformator będzie generował x razy więcej ciepła niż przy przebiegu sinusoidalnym

~~składowe~~

- Interharmoniczne - składowe niebędące krótnością f podstawowej sieci, powstają wskutek brzożenia urządzeń elektrycznych, stanów niestabilnych, przemieszczeń częstotliwości, sygnały sterujące o innym f
- subharmoniczne - gdy $f_n < f_{sieci}$
- skutki: straty na urządzeniach (subharmoniczne) migotanie światła, oscylacje w układ. mechanicznych, zakt. pracy układów

• TID - Total Interharmonic Distortion - analogicznie do THD, ale nie powinniśmy przekraczać 0,2%

$$TID_f = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} A_{in}^2}}{A_1} \cdot 100\%$$

$$TID_R = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} A_{in}^2}}{A_{RMS}} \cdot 100\%$$

• Sygnaty sterujące: ~~sygnaty~~

- sygnaty niskiej częstotliwości - 110-3000 Hz - np. sterowanie oswieceniem, ogrzewaniem - jednokierunkowej duży zasięg i inne pow. flicker
- PLLC - 3-14.5 kHz - kilka km zasięgu; smart grid, jednokierunkowa komunikacja, telemetria, zdalne sterowanie obs. opt. poboru energii
- filtry tłumiące zakłócenia mogą powodować problemy działania w. met. st.

• Asymetria napięć / prądów: przy wartości składowych się różnią, a kąt między nimi nie jest równy 120°

- asymetria odbioru nieobciążonych impedancji
- asymetria jest szkodliwa dla silników 3-fazowych, może powodować w nich dodatkowe straty
- charakterystyczne wielkości: wsp. asymetrii składowej prądowej i napięciowej

$$U_2 = \frac{U_2}{U_1} \cdot 100\% \quad U_2 = \frac{U_2}{U_1} \cdot 100\%$$

• zapad napięcia - ~~wartość~~ $U_{sk} < \text{przy zapadzie}$ (zwykle 99 U_{nom})

• przerwa w zasilaniu - $U_{sk} < 99.1 - 99.9 U_{nom}$

• wzrost napięcia - $U_{sk} > 1.1 U_{nom}$

• min. czas: pół okresu

• RVC - Rapid Voltage Change - Szybkie zmiany napięcia - zmiana napięcia mierzone są między granicami zapadu napięcia a wzrostu napięcia

- brak norm opisujących wymagania / ograniczenia wobec RVC

• transjenty - przepięcia, czpili napięciowe, udary - gwałtowne, krótkotrwałe zaburzenia w sieci zasilającej

• przepięcie piorunowe - uderzenia wyl. atmosferycznych - piorun nie musi uderzyć w linię, może trafić obok - wtedy pole elektromagnetyczne indukuje w linii duży szok napięciowy

ograniczenie: masywne, iskierniki

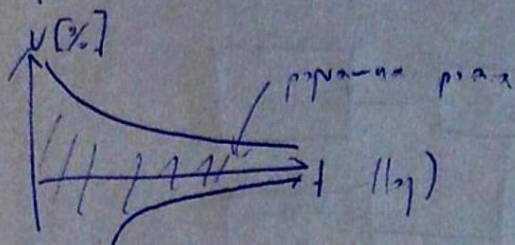
• element spowodowany zjawiskiem rozładowania

• przebieganie pr. kompensacyjnych: transjent wzrastający

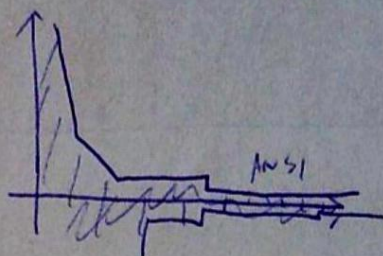
• kondensator - zachowanie: U - na początku jest jak zwarcie, potem powstaje duży szok napięcia

• inne transjenty: porażenie piorunem, działanie zabezpieczeń, iskry, stłok

• krzywa CBEMA przedstawia wpływ tolerancji sprzętu na wielkość i czas trwania zaburzeń



• krzywa ANSI - to co CBEMA, ale nowsze

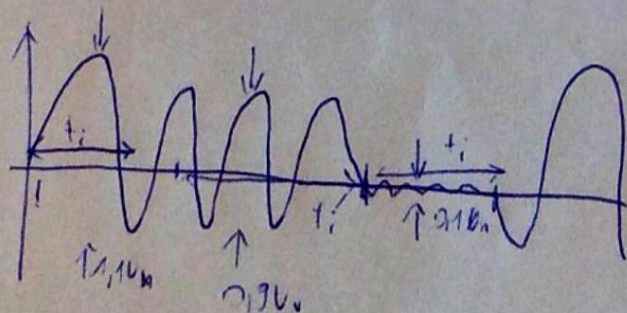


• jeśli trzeba robić pomiar przez tydzień, to nie robi się milionów pkt pomiarowych, tylko co 10 minut sprzęt wylicza średnią i zapisuje ją jako próbkę

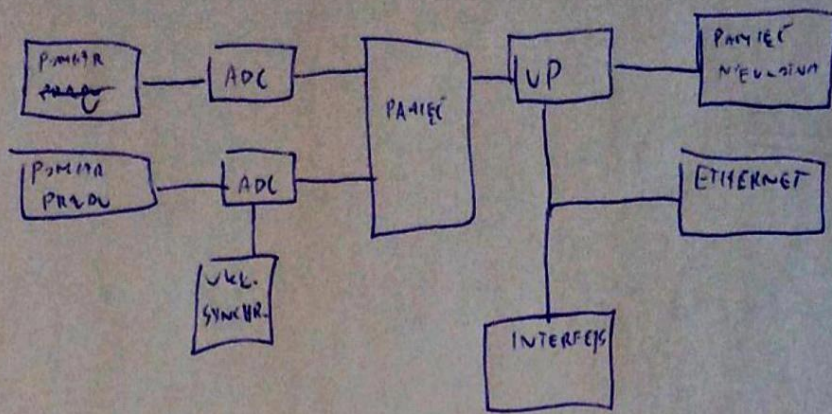
POMIAR HARMONICZNYCH:

1. Próbkiwanie synchroniczne 10/42 okresów
2. Analiza FFT (szybkie przekształcenie Fouriera)
3. Grupowanie

ZAPAD, PRZEWÓD, WZROST



ANALIZATOR



Wsp. kształtu

$$FF = \frac{A_{sk}}{A_{sin}}$$

DECYBELE

$$dBW : 130W \rightarrow 10 \log 130 = 21,14 \text{ dB}$$

$$21,14 \text{ dB} \rightarrow 10^{\frac{21,14}{10}} = 130$$

$$dBm = 10 \log P + 30$$

$$51,14$$

$$P = 10^{\frac{51,14}{10}} = 130006 \text{ mW} = 130,006 \text{ W}$$

SIEĆ CDN (Coupling-Decoupling Network)

- pozwala na „ustrojkowanie” załadowań do badanego urządzenia
- decoupling: pozwala na zabezpieczenie zewn. urządzeń pomiarowych przed sygnałami zakłócającymi