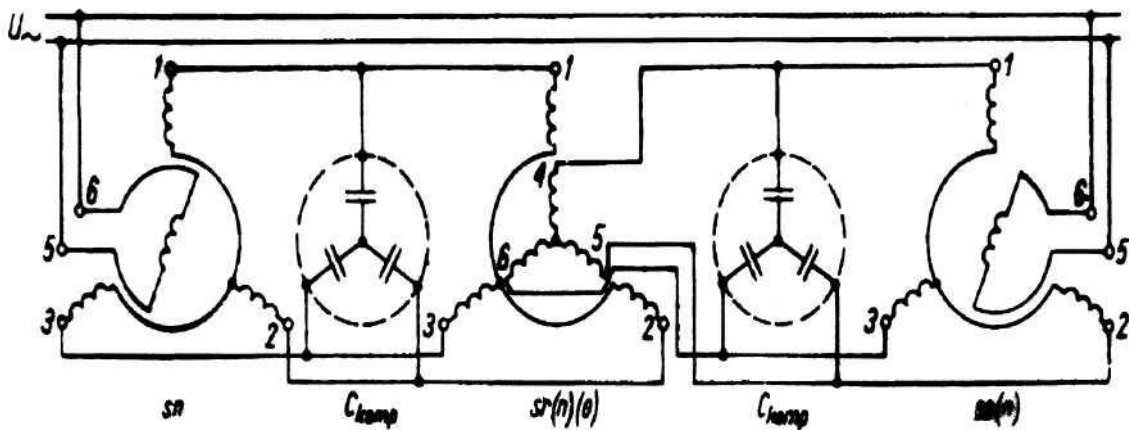
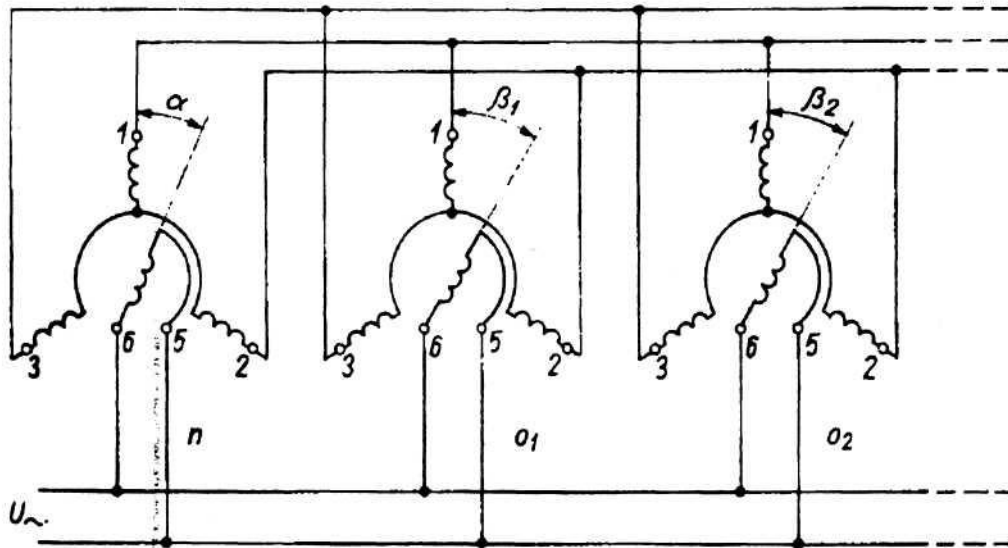
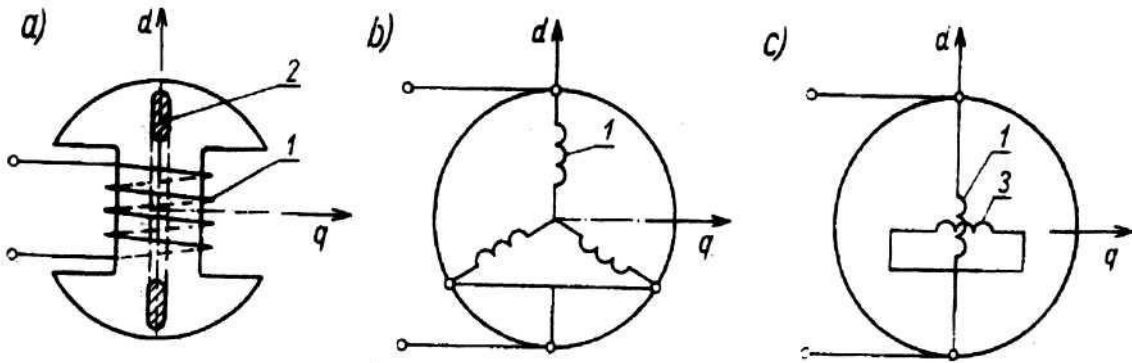
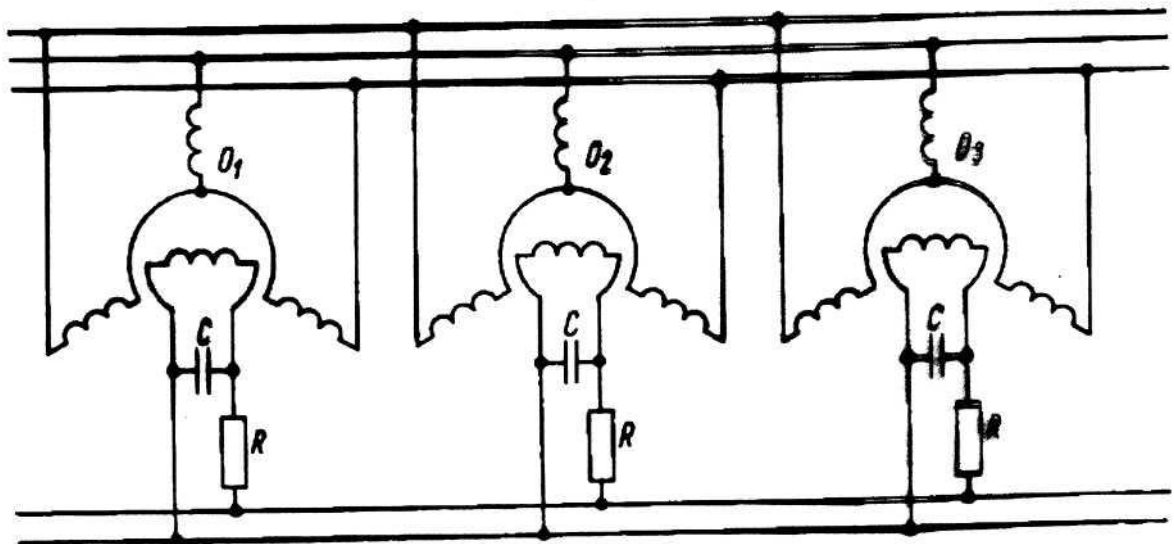
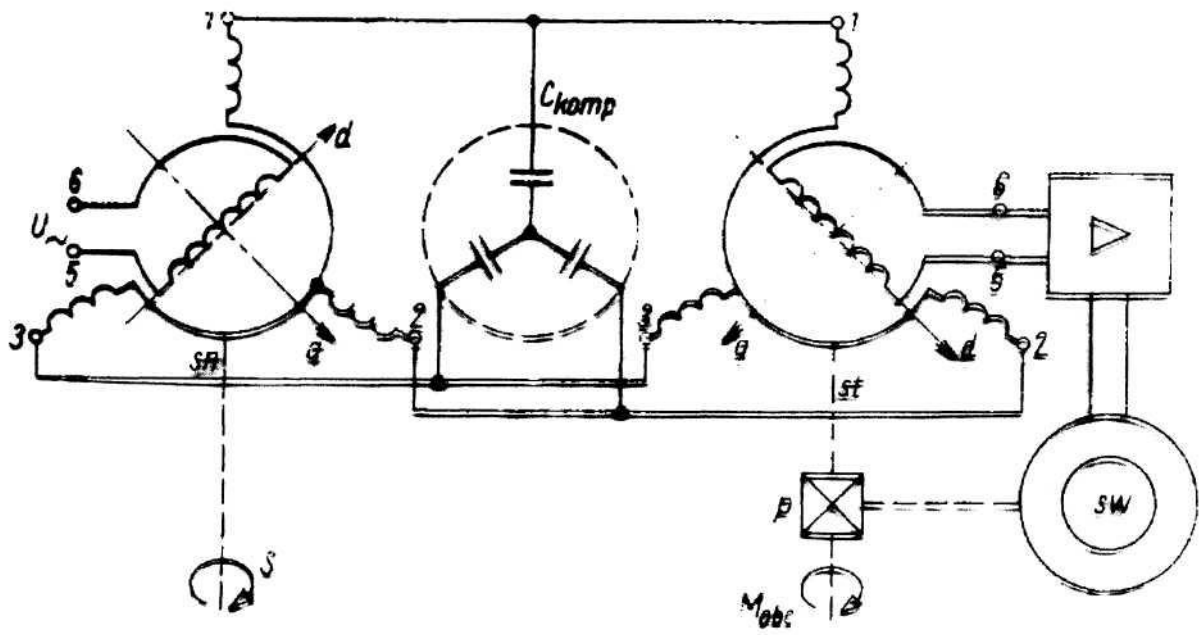
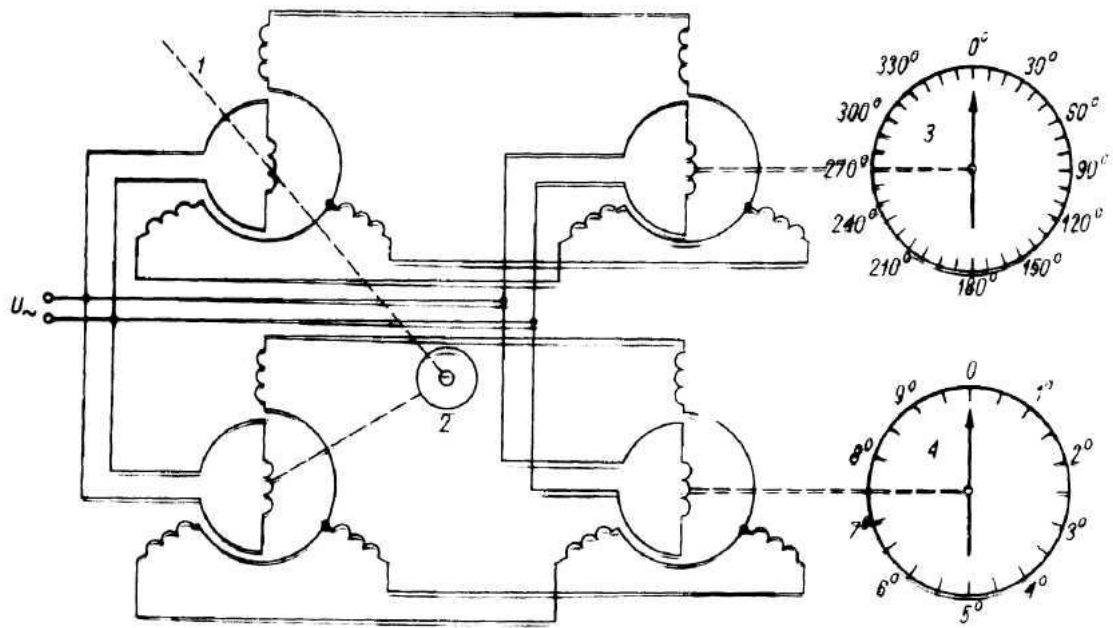


Selsyny

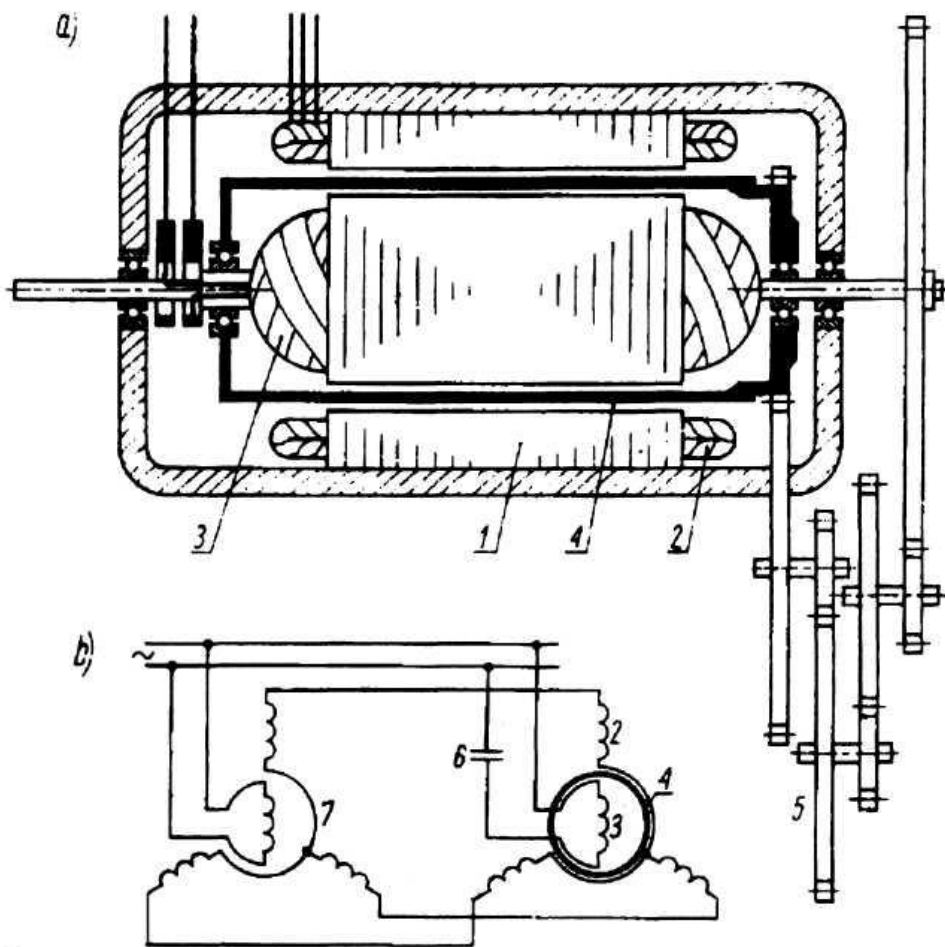
Budowa: uzwojenie pierwotne (wzbudzenia) zasilane jednofazowo; uzwojenia wtórne (synchronizacji) trzy uzwojenia przesunięte względem siebie o kąt 120° . Oprócz uzwojenia wzbudzenia mogą występować uzwojenia tłumiące. Selsyny stosuje się praktycznie jako łącza służące do przekazywania sygnału u o położeniu kątowym na odległość. Podstawowy typ łącza to łącze wskaźnikowe.







Łącze wskaźnikowe dwutorowe



Selsyn – silnik wykonawczy

Elektromaszynowe elementy, jakimi są selsyny oraz łącza selsynowe pozwalają na przekazywanie na odległość:

- położeń kątowych wałów mechanicznych z nimi połączonych,
- odwzorowania przebytej drogi kątowej,
- odwzorowania różnicy dróg przebytych przez dwa wały.

Selsyny są cennymi elementami w układach automatycznego sterowania nadążnego i zdalnego.

W poszczególnych fazach uzwojenia synchronizacji indukują się napięcia:

$$\underline{E}_{i1} = \underline{U}_m \cos \alpha$$

$$\underline{E}_{i2} = \underline{U}_m \cos(\alpha + 120^\circ)$$

$$\underline{E}_{i3} = \underline{U}_m \cos(\alpha - 120^\circ)$$

Które powodują przepływ prądów o wartościach:

$$I_1 = \frac{E_f}{Z_s} \sin \frac{\delta}{2}$$

$$I_2 = -\frac{E_f}{2Z_s} \sin \frac{\delta}{2}$$

$$I_3 = -\frac{E_f}{2Z_s} \sin \frac{\delta}{2}$$

Gdzie:

E_f - największa skuteczna wartość SEM w jednej fazie uzwojenia synchronizacji,

Z_s - impedancja obwodu synchronizacji jednego selsyna.

$\delta = \alpha - \beta$ - kąt niezgodności łącza

α - kąt nadajnika

β - kąt odbiornika

Przepływ prądów wyrównawczych w obwodzie synchronizacji selsynów wywołuje moment synchronizujący:

$$M = 0,119 \frac{E_f^2}{f} \frac{X_q}{R_q^2 + X_q^2} \sin \delta$$

Gdzie:

f - częstotliwość napięcia zasilania,

X_q - reaktancja selsyna w osi poprzecznej,

R_q - rezystancja selsyna w osi poprzecznej.

Moment synchronizujący osiąga swoją wartość maksymalną dla kątów niezgodności nieco większych od 90° . Wartość maksymalna momentu synchronizacji zależy od wartości

impedancji obwodu synchronizacji. Największą wartość momentu maksymalnego osiąga przy stosunku X_L do R_L równym jedności.

Charakterystyką statyczną łącza transformatorowego nazywa się zależność siły elektromotorycznej indukowanej w uzwojeniu wirnika selsyna odbiornika od kąta α położenia wirnika selsyna nadajnika. Napięcie wyjściowe łącza transformatorowego podobnie jak momentu synchronizującego ma przebieg sinusoidalny.

Parametrem podstawowym łącza jest jego sztywność. Sztywność łącza wskaźnikowego jest określona jako nachylenie początkowego odcinka charakterystyki statycznej momentu synchronizującego, więc:

$$s = \left(\frac{dM}{d\delta} \right)_{\delta=0} = (0,119 \frac{E_f^2}{f} \frac{X_q}{R_q^2 + X_q^2} \cos\delta)_{\delta=0} =$$

$$= 0,119 \frac{E_f^2}{f} \frac{X_q}{R_q^2 + X_q^2} \quad \left[\frac{Nm}{rad} \right]$$

$$s = 2,08 \cdot 10^{-3} \frac{E_f^2}{f} \frac{X_q}{R_q^2 + X_q^2} \quad \left[\frac{Nm}{deg} \right]$$

Dla łącza transformatorowego sztywność jest określona nachyleniem charakterystyki napięcia wyjściowego selsyna odbiorczego w zakresie małych kątów wychylenia

$$s_u = \left(\frac{dU_{wyj}}{d\alpha} \right)_{\alpha=0} \quad \left[\frac{V}{deg} \right]$$

W praktyce sztywność łącza określana jest stosunkiem momentu synchronizującego przypadającego na jeden stopień, przy kącie niezgodności wynoszącym 10°

$$s = M_{\delta=1^\circ} \quad \left[\frac{Nm}{deg} \right]$$

$$s = \frac{M_x}{\delta_\alpha} \quad \left[\frac{Nm}{deg} \right]$$

Sztywność charakterystyczna-określona na łączu charakterystycznym, tzn. zbudowanym z identycznych selsynów.

Z podanych wyżej zależności wynika, że sztywność łącza zależy od R_q , X_q , E_f^2 oraz f .

Wpływ E_f^2 i f na sztywność łącza uwzględnia zależność

$$s' = s \frac{2U'}{U} - 2\gamma \frac{f'}{f}$$

Gdzie:

- U' - wartość napięcia zasilania o częstotliwości f' ,
- U - napięcie znamionowe o częstotliwości znamionowej f ,
- γ - współczynnik wynoszący dla typowych selsynów produkcji krajowej 1,025.

Łącze wskaźnikowe przenosi pewien moment z selsyna nadajnika do selsyna odbiornika. Moment obrotowy występujący na wale selsyna odbiornika jest równy

$$M_0 = M_n - (M_{tn} + M_{t0})$$

Gdzie:

M_0 - moment obciążenia na wale selsyna odbiornika,

M_n - moment przyłożony do wału selsyna nadajnika,

M_{tn} - moment tarcia selsyna nadajnika,

M_{t0} - moment tarcia selsyna odbiornika.

Przenoszenie przez łącze momentu obrotowego związane jest ze stratami na szczotkach i w łożyskach. Joli odległość pomiędzy selsynami jest znaczna wówczas występują również straty w linii łączącej. Wartość rezystancji linii ma wpływ na sztywność łącza. Wpływ reaktancji linii łączącej selsyny jest podobny jak rezystancji. Jednakże rezytancja linii jest znacznie większa od reaktancji, przez co zostaje zachwiany warunek uzyskania maksymalnej sztywności łącza.

W celu zwiększenia sztywności łącza należy w obwód synchronizacji włączyć takie rezystancje, aby uzyskać zależność

$$R_q + R_L = X_q + X_L$$

gdzie:

R_L - rezystancja przewodów łączących selsyny,

X_L - reaktancja przewodów łączących selsyny.

W układach telemetrycznych istnieje potrzeba przekazania położenia na odległość, przy wydatkowaniu tylko minimalnego momentu, na przykład przy przekazywaniu wskazań przyrządów pomiarowych.

Minimalny moment potrzebny do obrotu selsyna nadajnika równy jest tylko momentowi tarcia w przypadku, gdy zostanie wyeliminowany w nim wytwarzany moment synchronizujący. Wyeliminowanie tego momentu przy spełnieniu warunku równości sumy rezystancji i reaktancji poszczególnych faz uzwojeń synchronizujących jest możliwe do uzyskania przez odpowiednie przesunięcie fazowe napięć zasilających poszczególne uzwojenia wzbudzenia selsynów.

Na podstawie wyrażeń opisujących momenty synchronizujące nadajnika i odbiornika

$$M_n = k \frac{E_n E_0}{f \cdot Z} \sin \delta \cos \left[\frac{\pi}{4} + (\varphi_0 - \varphi_n) \right]$$

$$M_0 = k \frac{E_n E_0}{f \cdot Z} \sin \delta \cos \left[\frac{\pi}{4} - (\varphi_0 - \varphi_n) \right]$$

Gdzie:

E_n, E_0 - SEM w uzwojeniach synchronizacji selsyna nadajnika i odbiornika,

Z - impedancja uzwojeń synchronizacji,

k - współczynnik stały,

φ_0, φ_n - kąty przesunięcia fazowych napięć zasilających uzwojenia wzbudzeń selsyna nadajnika i odbiornika.

Z zależności widać, że dla odpowiednich przesunięć kątowych φ_n i φ_0 można uzyskać warunek: $M_n < M_0$, który oznacza, że łącze selsynowe nie tylko przenosi moment, ale także wzmacnia go kosztem poboru przez selsyn odbiornik energii z sieci zasilającej.

W przypadku, gdy różnica przesunięć fazowych napięć zasilających obwody wzbudzeń wynosi

$$\varphi_0 - \varphi_n = \frac{\pi}{4}$$

moment synchronizujący selsyna nadajnika jest równy zeru, natomiast selsyna odbiornika wartości maksymalnej. Odpowiednie przesunięcia fazowe napięć zasilających obwody wzbudzeń uzyskuje się przez włączenie pojemności C_w w szereg z uzwojeniem wzbudzenia jednego z selsynów.

Zakres pracy statecznej łącza- zakres pracy przy kątach niezgodności od zera do wartości odpowiadającej momentowi maksymalnemu

Zakres pracy praktycznej łącza –praca przy wartościach ustalonych $0 \leq \delta \leq 10^\circ$, w tym zakresie charakterystyki traktowane są jak liniowe, a przyrost temperatury nie przekracza wartości dopuszczalnych.

Rodzaje pracy:

- quasi statyczna (tu określone są wszystkie parametry selsyna)
 - kinematyczna ($\omega = \text{const}$)
- dynamiczna (stany przejściowe, przyspieszenie różne od zera)

Zasilanie: - 50,60 lub 400,500(333) Hz

Stosuje się także łącza wielokrotne, tzn. jeden nadajnik – wiele odbiorników, łącza niesymetryczne (z różnych selsynów). Sztynność łączy niesymetrycznych i wielokrotnych można obliczyć wg zależności:

$$S_m = \frac{2S_{mn}S_{mo}}{S_{mn} + nS_{mo}}$$

gdzie: S_{mn} - sztywność charakterystyczna nadajnika

S_{mo} - sztywność charakterystyczna n odbiorników

W łączy wielokrotnym występuje wzajemne oddziaływanie odbiorników na siebie, zwiększając błędy. Oddziaływanie to można zmniejszyć wprowadzając układy RC do obwodu wzbudzenia selsynów odbiorczych.

Podstawowy stan pracy to praca statyczna. Przy pracy kinematycznej sztywność łącza maleje ze wzrostem prędkości dla $v \leq 0.2$ można przyjąć, że $S_{kin} = S_{stat}$, natomiast dla $0.2 \leq v \leq 0.6$ obowiązuje przybliżony, empiryczny wzór Ellera:

$$S_{kin} = S_{stat} \cos \frac{\pi}{2} v$$

Uwaga! Przy pracy kinematycznej po nagłym ociążeniu selsyna łącze może wypaść z synchronizmu z uwagi na słabą dynamikę i zjawiska rezonansowe.

Błąd łącza wskaźnikowego: $0.2 \div 2.5\%$

Sposoby zasilania bezstykowego:

- transformatory pierścieniowe
 - wirnik kłowy
 - magnesyn
- konstrukcje specjalne (Telegon i jego odmiany)
- z niesymetrycznym obwodem magnetycznym
 - reduktosyn

Łąca dwutorowe- dwa łąca, przy czym jedno jest umieszczone za przekładnią (1:10:18:36:100). Uzyskuje się tu zwiększenie dokładności odwzorowania kąta.

Łąca wskaźnikowe powinny być nieobciążone. Jeśli jednak obciążymy łąca użytecznym momentem oporowym, to łąca takie nazywa się momentowym. Stosowanie zwykłego łąca jest tu niewskazane ze względu na wzrost błędu. Zmniejszenie błędu uzyskuje się poprzez stosowanie przesunięcia fazowego w napięciu wzbudzenia selsynów (patrz wcześniejsze rozważania). Łąca momentowe może być uzyskane zastępując selsyn odbiorczy hybrydą selsyna i silnika wykonawczego:

W szczelinie powietrznej umieszczony jest wirnik kubkowy sprzężony z wirnikiem poprzez przekładnię mechaniczną. Strumieniem wzbudzenia i sterowania silnika jest w takim przypadku strumień wytwarzany przez wirnik selsyna i strumień przenoszony z selsyna nadajnika za pośrednictwem obwodu synchronizującego.

Łąca transformatorowe: sztywność znormalizowana: 1 lub 1.6 V/deg
Selsyn różnicowy: 3 uzwojenia stojana i 3 uzwojenia wirnika. Stosowane są do przekazywania sygnału o różnicy lub sumie dwóch kątów.

Selsyny (nadajniki) cyfrowe: sygnał wejściowy – cyfrowy, sygnał wyjściowy 3 napięcia synchronizujące. Stosowany przy łagodnym przejściu starych układów automatyki i nowoczesnych urządzeń sterowanych cyfrowo.

Łąca synchroniczne mogą być budowane w oparciu o:

- selsyny
- TPK
- Łąca prądu stałego
- Potencjometr – logometr
- Potencjometr – potencjometr (układ samo równoważącego się mostka)
- Potencjometr – potencjometr w układzie nadążnym