

Egyfázisú aszinkron motor

1 Egy- és háromfázisú motorok főbb jellegzetességei

1.1 Forgórész

A kalickás aszinkron motorok a forgórész horony alakjának kialakításától függően három csoportba sorolhatók:

- Normál kalickás motor, a forgórész horony magassága kisebb, mint 12mm.
Ezt a forgórész horony méretet a 100-as tengelymagasságig találjuk.
- Mélyhornyú forgórész, a horonymagasság nagyobb, mint 12mm.
Ezt a forgórészt a 100-112-132 tengelymagasságú gépeknél találjuk.
- Kétkalickás forgórészű motor
Ezt a kialakítást a 160 és annál nagyobb tengelymagasságú gépeknél alkalmazzák.

Induláskor a forgórészben kialakuló áram frekvenciája is megegyezik a hálózati frekvenciával (50Hz). Megfelelő vezető keresztmetszet, magasság esetén kialakul az áramkiszorulás. Áramkiszorulás átmeneti forgórész ellenállás növekedést, és a vele járó indítónyomaték növekedést okoz.

Ennek megfelelően alakulnak ezen motorok indítónyomaték / névleges nyomaték viszonyai.

	M_i/M_n
Közönséges kalickás	0,3...0,7
Mélyhornyú	0,7...1,4
Kétkalickás	1...2

Az egyfázisú motorokat gyakorlatilag 2,2kW teljesítményig gyártják, tehát kisteljesítményű motorok.

Ennek megfelelően a forgórészen kialakítható horonyméret csak közönséges kalicka kialakítását teszi lehetővé, ez pedig nem teszi lehetővé az áramkiszorulással segített indító nyomaték növekedést.

1.2 Állórész

A **háromfázisú motoroknál** szimmetrikus háromfázisú tekercseléssel hozzuk létre a működéshez szükséges forgómezőt. Ennél a tekercselésnél majdnem tökéletesen megvalósítható a forgómező.

Kiseb teljesítményű változatoknál egyréteges tekercselést alkalmazunk. Az általa létrehozott forgómező kismértékben tartalmaz káros felharmonikusokat.

Nagyobb teljesítményeknél kétréteges tekercselést alkalmazunk lépésrövidítéssel, és így a forgómező szinte felharmonikus mentes, majdnem tökéletes körforgó mező.

Az **egyfázisú motoroknál** speciális kétfázisú tekercseléssel hozzuk létre a forgómezőt. Az így létesített forgómező nem tökéletes, felharmonikusokat tartalmaz, melyek zaj és rezgés forrásai. Egy adott kondenzátor érték mellett egy adott fordulatszámnál és terhelő nyomatéknál lehet felharmonikusok nélküli forgómezőt létrehozni, ez célszerűen a névleges terhelőnyomatékhoz tartozó érték. Ezért az ettől eltérő terhelési értékeknél a zaj és rezgésviszonyok romlanak. Így az egyfázisú motorok üresjárásban kedvezőtlen zaj és rezgés értékekkel rendelkeznek.

A tekercselésnek sokféle változatát fejlesztették ki.

Segédfázisos motortekercselés főfázis tekercselésből és segédfázis tekercselésből áll, melyek villamosan 90 fokos szöget zárnak be egymással. A segédfázis tekercselésen átfolyó áram fázistolását a segédfázis tekercseléssel sorba kapcsolt kondenzátorral hozzuk létre.

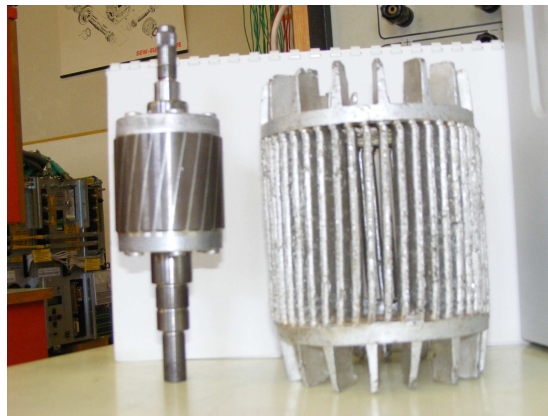
Egyfázisú aszinkron motor indítónyomatékát a kondenzátor értékének növelésével emelhetjük.

A segédfázisú aszinkron motornak három alaptípus van:

- **Üzemi kondenzátoros egyfázisú aszinkron motor.**
A kondenzátor induláskor és üzem közben is működik. Mivel az indítónyomatéka alacsony, kb. a névleges nyomaték 40 %-a ($M_i/M_n \approx 0,4$), ezért alkalmazzuk a másik két típust azokban az esetekben, amikor a terhelés nyomatékigénye induláskor is magas.
- **Indítókondenzátoros motor.**
A motor felfutása után általában egy áramrelé lekapcsolja a kondenzátort a segédfázis tekercseléssel együtt. A kondenzátor értéke, és emiatt az indítónyomatéka is magasabb, mint az ugyanolyan teljesítményű üzemi kondenzátoros motoré.
- **Kettős kondenzátorú motor.**
Jó indulási és jó üzemi paraméterek érhetők el. Az indítónyomaték növelése érdekében az indulásnál az üzemi kondenzátorral párhuzamosan még egy kondenzátort alkalmaznak. Ezt az indítókondenzátort áram relé vagy centrifugál kapcsoló kapcsolja le a motor felfutása során.

Az egyfázisú aszinkron motor forgórészén kalickás tekercselést találunk.

A forgórészen a háromfázisú motoroknál található horonyferdítésetől eltérő horonyferdítéseket alkalmaznak, többek között a zaj és rezgés csökkentése céljából.



1. ábra: Kalickás forgórész horonyferdítéssel, kalicka

A **zaj csökkentéséhez szükséges feltételek:** megfelelő horonyferdítés, megfelelő nagyságú légrés, nagyon korrekt gyártástechnológia, hogy a forgórész koncentrikusan fusson az állórész furatban. Az állórész furatnak pedig körkörösnek kell lennie. Az állórész furat körkörösségét precíz lemezcsomag kialakítással és korrekt házfuratba melegítéssel lehet biztosítani.

2 Egyfázisú aszinkron motor terheléses melegedési mérés

Az Agisys Kft. ML 801-483 motortípusán komplett terheléses melegedési mérést végeztünk az Óbudai Egyetem Automatika Intézetének Villamosgépek laboratóriumában.

Motortípus: ML 801-483

Sorozatszám: 1012028656

$U=230V$, $I=3,8A$, $P=550W$, $n=1400$ 1/perc

$C_{\bar{u}}=20\mu F$, 450V, $C_i=100\mu F$, 250V

F class, IP55, $m=9,6kg$

A mérési feszültség: $U=230V$

2.1 Melegedés mérés eredményei

t	I [A]	P_1 [W]	$\cos\varphi$	n [1/perc]	M [Nm]	P_2 [W]	η , [%]
16:08	3,56	780	0,95	1405	3,75	551	70,6
16:14	3,56	786	0,96	1402	3,75	550	70
16:20	3,54	775	0,95	1398	3,75	549	70,8
16:25	3,54	775	0,95	1397	3,75	548	70,7
16:30	3,54	775	0,95	1395	3,75	548	70,7
16:40	3,54	775	0,95	1395	3,75	548	70,7
16:50	3,54	780	0,95	1392	3,75	546	70
17:20	3,54	780	0,95	1393	3,75	547	70
17:30	3,54	780	0,95	1393	3,75	547	70
17:50	3,54	780	0,95	1392	3,75	546	70

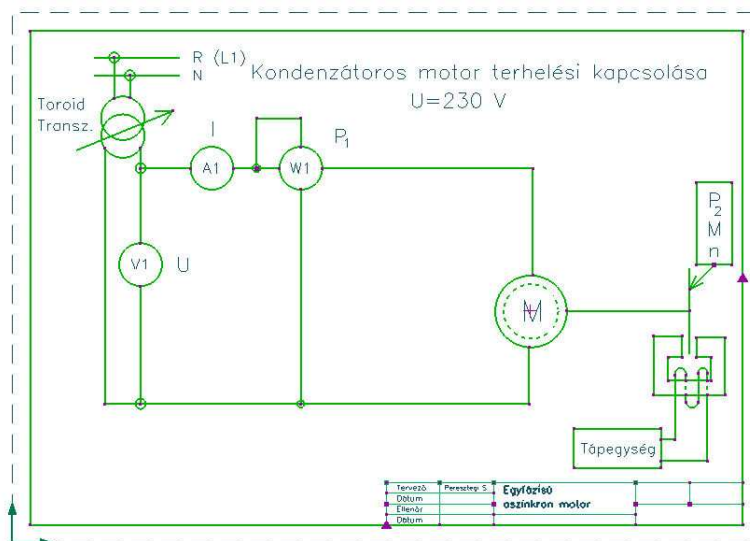
Indítónyomaték: 5,6Nm

Ellenállás és hőfok értékek:

$R_h=6,43\Omega$, $T_h=22^\circ C$

$R_m=8,18\Omega$, $T_{km}=24^\circ C$

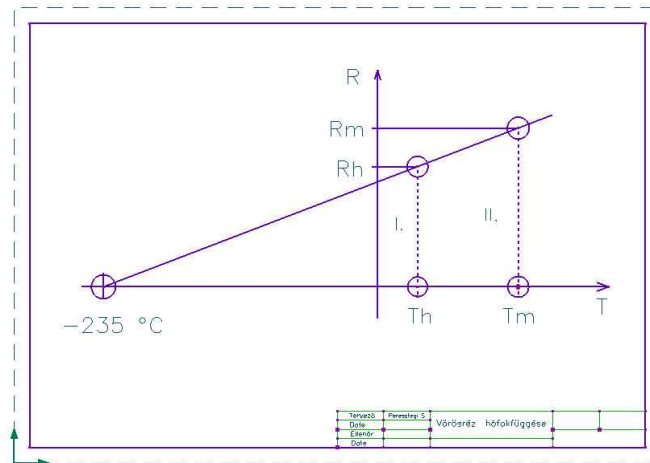
A terhelési mérés kapcsolási vázlata:



2.2 A melegedési mérés kiértékelése

Tekercselőhuzalok ellenállásának hőfokfüggése

A mai villamos gépek tekercselése elsősorban vörösréz huzalból és részben alumínium huzalból készül.



2. ábra: Vörösréz huzalból készült tekercs ellenállásának hőfokfüggése

A vörösréz fajlagos ellenállása 0 értékű -235°C -on (szupravezetés), utána lineárisan növekszik.

Így felírható a következő összefüggés, annak alapján, hogy a két hasonló derékszögű háromszög (I. és II.) befogóinak aránya egymással egyenlő:

$$\frac{R_m}{R_h} = \frac{235 + T_m}{235 + T_h}$$

R_m : a vörösrézből készült tekercs melegebb hőmérséklethez (T_m) tartozó ellenállása.

R_h : a vörösrézből készült tekercs hidegebb hőmérséklethez (T_h) tartozó ellenállása.

Példa: $T_h=20^{\circ}\text{C}$, $R_h= 1\Omega$.

Hány ohmos lesz az ellenállás 120°C -on?

$$R_m = R_h \cdot \frac{235 + 120}{235 + 20} = 1,392\Omega$$

Tehát a vörösréz ellenállása 100°C hőfoknövekedés esetén 39%-al nő!

Megj.: a 60034-1 a terhelési melegedés mérésekor hideg és meleg ellenállás méréséből írja elő a motor melegedésének számítását.

A közepes túlmeleg

$$\Delta t = \frac{(R_m - R_h)}{R_h} (235 + T_h) - (T_{km} - T_h)$$

R_m : a tekercselés ellenállása melegen Ω -ban, a meleg ellenállást a motor hálózatról történő lekapcsolását követően 30 másodpercen belül kell mérni.

R_h : a tekercselés ellenállása hidegen Ω -ban.

T_h : a tekercselés hőfoka hidegen $^{\circ}\text{C}$ -ban.

T_{km} : a hűtőlevegő hőfoka melegen $^{\circ}\text{C}$ -ban.

235: vörösréz fajlagos ellenállása 0 értékű -235°C -on

Az elvégzett mérés átlagos hideg és meleg ellenállásának értékei

Sorozatszám: 1012028656

Típus: 550W, 4 pólusú aszinkron motor

$R_h = 6,43\Omega$, $T_h = 22^\circ\text{C}$,

$T_{km} = 24^\circ\text{C}$, $R_m = 8,18\Omega$

A közepes túlmeleg: $\Delta t = 72,6^\circ\text{C}$

A tekercselés hőfoka az állandósult melegedés végén: $72,6^\circ\text{C} + 24^\circ\text{C} = \mathbf{96,6^\circ\text{C}}$

A motor várható élettartama a szigetelési rendszer szempontjából a melegedés értékének és a szigetelési hőosztálynak (F) ismeretében becsülhető.

Az F hőosztályú motor tekercselési hőfoka 155°C lehet tartósan. A szigetelési rendszer élettartamának 155°C esetén minimum 20 000 üzemórának kell lennie. Alacsonyabb hőfok esetén az élettartam jelentősen nő.

Amennyiben a tekercselés hőfoka kevesebb, a szigetelési rendszer élettartama -10°C -ként duplázódik, ezt látjuk a következő táblázatban:

Hőfok $^\circ\text{C}$	Üzemóra	Év
155	20 000	
145	40 000	
135	80 000	
125	160 000	
115	320 000	
105	640 000	≥ 70

Amennyiben a csapágyazás megfelelő, a forgórész dinamikus kiegyensúlyozása rendben van, a motor várható élettartama magas lesz. A táblázat szerint néhány csapágycserével **70 évig** lehet működésképes!

Megjegyzés a terhelési melegedés mérés közbeni működésre:

A motor normális zajszint és rezgésszint mellett működött. Nyugodtan, egyenletesen járt, stabilan beállt az állandósult állapotra (teljesítményfelvétel, fordulatszám értékek stabilan állandók).

Peresztegi Sándor

Óbudai Egyetem

Címzetes Egyetemi Docens