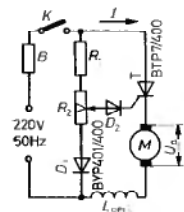


armatúra negatív félperiódus alatt indukált feszültsége a tirisztor anódján az összehasonlító szervbe (komparátorba) jut. A stabilizátor gyakorlati kapcsolását a 9.28. ábra tünteti fel. Árammentesen a soros gerjesztési kapcsolásban az armatúra forgási feszültsége egyedül a remanens mágnes indukció hatására indukálódik és az acél minőségétől, a mágnesoszorú szerkezetétől függ.



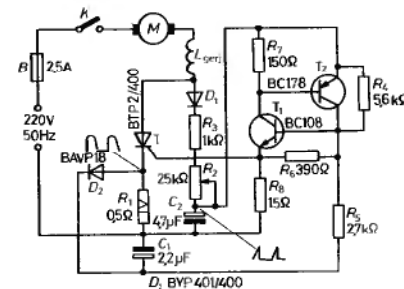
9.28. ábra. Univerzális motor fordulatszámának egyszerű stabilizáló kapcsolása
 $I = 3\text{A}; R_1 = 10\text{ k}\Omega; R_2 = 1,5\text{ k}\Omega$
 $I = 7\text{A}; R_1 = 4,7\text{ k}\Omega; R_2 = 470\ \Omega$

A módszer hiányossága, hogy a remanens mágneses indukció a tirisztor kikapcsolása előtt folyó áramerősségtől függ, emiatt az armatúrafeszültség nem csak a sebességgel arányos. A komparáló kapcsolásban két ágat különböztethetünk meg, amelyek egyikét az R_1 és R_2 ellenállás, valamint a D_1 dióda, a másikat a tirisztor és a motor alkotja. A D_1 dióda révén az oszton a feszültség csak a tirisztor pozitív feszültségének félperiódusa alatt van. Az R_2 potencióméter csúszkáján megjelenő feszültségnek szinuszos félhullám alakja van, aminek legnagyobb értéke összehasonlítható az armatúra áramkörében indukált feszültségével. Amikor a tápfeszültség meghaladja az armatúrafeszültséget, a gyújtóáram folyik és a tirisztor a tápfeszültség mindegyik pozitív félperiódusa alatt vezet. Amikor valamilyen oknál fogva (például a terhelése csökken) a motor fordulatszáma nő, megnő az armatúra feszültsége is. Ha az nagyobb, mint a potencióméter csúszkáján levő feszültség, akkor a D_2 dióda lezár és a tirisztor zárt állapotú. Ez az állapot fennmarad egészen az állandósult állapot eléréséig. A tárgyalt kapcsolásban a szabályozás tartománya alulról korlátozott, mert a tirisztor gyújtásszöge nem lehet 90° -nál kisebb, ahol a tápfeszültség pillanatértéke a legnagyobb. 90° -os gyújtásszögénél, ami a legkisebb fordulatszámoknak felel meg üresjárásban, a motor üzeme labilis. Ez azzal magyarázható, hogy az ismertetett viszonyok között a legkisebb sebesség és a kívánt nyomaték eléréséhez a tirisztor a tápfeszültség minden félperiódusában bekapcsol. A tirisztor bekapcsolásakor a motorba jutó teljesítmény jelentősen nagyobb, mint az adott terhelés mellett a sebesség fenntartására szükséges teljesítmény.

A tirisztor gyújtásszöge kismértékben növelhető fáziseltolással, az R_3 potencióméter kapcsaival párhuzamosan kötött kondenzátorral. A keletkezett RC áramkör a tirisztor gyújtásszögét 90° -nál nagyobbra növeli. A kondenzátor beiktatása csökkenti a szabályozáshoz szükséges feszültségváltozás tartományát a tirisztor vezérlőelektródájára és a D_1 dióda, valamint a motor közös pontja között. R_1 és R_2 ellenállásának ebben a kapcsolásban megfelelően kicsinek kell lenni ahhoz, hogy a gyújtóáramot elérhessük.

9.7.6. Univerzális motor félhullámú-szabályozó kapcsolása áram-visszacsatolással

A sebesség stabilizálása tovább javítható pozitív visszacsatolással, amely a motor áramfelvételével arányos. A 9.29. ábrán olyan kapcsolást mutatunk be, amelyben a sebesség stabilizálására változó terhelés mellett



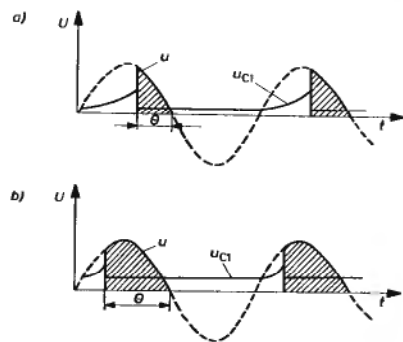
9.29. ábra. Univerzális motor áram-visszacsatolású félhullámú szabályozása

áram-visszacsatolást alkalmazunk. Az R_1 ellenálláson keletkező feszültségimpulzusok a motor áramával arányosan töltik a C_1 kondenzátort a D_2 dióda át és ennek a feszültsége az R_6 ellenálláson át járulékosan a T_1 tranzisztor bázisára jut.

Amikor a terhelés nő és a motor fordulatszáma csökken, az armatúra árama nő. Hatására az R_1 ellenálláson megnő a feszültség amplitúdója és megnő a feszültség a C_1 kondenzátoron is. A tirisztor korábban kapcsol be, mint ez az R_2C_2 időállandóból következne, a tirisztoron át a

motorba jutó nagyobb teljesítmény a fordulatszámot korábbi értékére növeli.

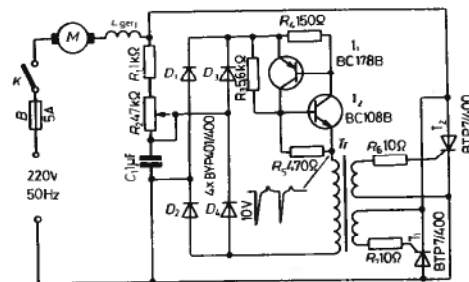
A kétféle terhelési állapotban az időfüggvényeket a 9.30. ábrán tüntetjük fel. Az R_1 ellenállás értéke $0,1 \dots 1 \Omega$ tartományba esik, a motor teljesítményétől és elérhető terhelésétől függően. Az ismeretett tirisztoros félhullámú egyenirányító-kapcsolásokat soros gerjesztésű motorok szabályozására dolgozták ki, de azok a külső gerjesztésű motorokkal is működnek. Utóbbi esetben a gerjesztő áramkört félhullámú, közvetlenül a hálózatra kötött egyenirányítóval kell táplálni. A fordulatszám-mérő hidat az új feltételekhez kell méretezni.



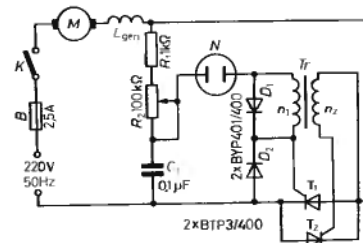
9.30. ábra. A 9.29. ábrán látható kapcsolás elemeinek feszültségei

9.7.7. Univerzális motor teljesítmény fordulatszám-szabályozó kapcsolása, tranzisztoros billenőkörrel

Az univerzális motorok fordulatszám-szabályozására alkalmazott kapcsolások következő csoportja a hálózati feszültség mindkét félperiódusában működő kapcsolások. A szabályozóelem triak, vagy ellenpárhuzamos kapcsolású két tirisztor. A félhullámú kapcsolásokkal ellentétben (a 9.9. ábrának megfelelően), a motor jobb kihasználását biztosítják. A 9.31. és a 9.32. ábrákon látható transzformátor gyűjtőáramkör elválasztására vagy a vezérlőimpulzusok fázishelyzetének 180° -os eltolására valók. A tirisztorok vezérlőelektródáin az impulzusok 10 ms idő-



9.31. ábra. Univerzális motor tranzisztoros billenő kapcsolással kialakított teljesítményvezérlése



9.32. ábra. Univerzális motor gáztöltésű kapcsolóeszközzel kialakított teljesítményvezérlése

közömbben lépnek fel és a tirisztor kapcsol be, amelynek az anód-feszültsége pozitív. A gyűjtőáramkör szinkronizálását, mely a dinisztor megfelelője, a 9.31. ábrán feltüntetett kapcsolásban a D_1-D_4 diódákból álló teljesítmény egyenirányító biztosítja. Ezt az egyenirányítót kondenzátor táplálja, amely az R_2C_1 szabályozott időállandójú áramkör eleme. A kapcsolásban a gyűjtőáramkör $30^\circ \dots 170^\circ$ tartományban változtatható.

9.7.8. Univerzális motor teljeshullámú kapcsolása gázkisülési csővel

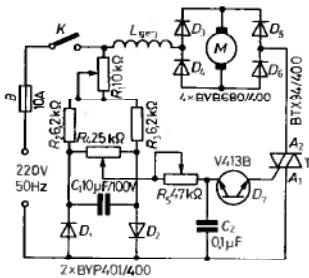
A C_1 kondenzátor (polaritásától függően), az N gázkisülési cső ki-gyulladásakor a D_1 diódán és a T_1 tirisztoron vagy a D_2 diódán és a transzformátor primétekercsén át külső. A transzformátor szekunder tekercsén keletkező (csökkentő feszültség áttétel) áramimpulzus a T_2 tirisztor vezérlőelektródájába jut, annak bekapcsolását okozva. Tekintettel a C_1 kondenzátor változó irányú töltésére a kapcsolásnak kisebb hiszterézise van.

A gázkisülési csőves kapcsolások az ipari zavarokkal szemben igen érzékenyek. A zavarérzékenység a 9.31. ábrán látható kapcsolásban csökkenthető, ha a tranzisztorkapcsolót 20 V feletti billenési feszültségű dinisztorral helyettesítjük.

A 9.32. ábrán levő kapcsolásban a tirisztorok gyújtásszöge $30^\circ \dots 150^\circ$ tartományban változtatható, ami a maximális teljesítmény 95%-ának felel meg, a legnagyobb vezetési szögénél.

9.7.9. Osztott tekercselésű univerzális motor kétirányú fordulatszám-szabályozó kapcsolása

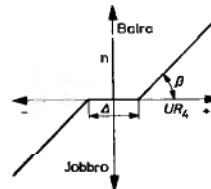
A 9.33. ábra olyan kapcsolást tüntet fel, amelyben a motor forgásiránya egyszerűen megváltoztatható, kapcsolók nélkül. Egyetlen feltétele a gerjesztőtekercs elválasztása az armatúra tekercstől, ami univerzális motorban nem mindig lehetséges. A D_3-D_4 diódák alkotta hídon az áram változatlan irányban folyik át az armatúratekercsen. Ezúton a motor forgásiránya megváltoztatható a triak áramkörében átfolyó és ezzel az L_{gerj} tekercs áram-irányának megváltoztatása révén. A triak működési



9.33. ábra. Elválasztott tekercselésű univerzális motor kétirányú szabályozása

elvéből (1. fejezet) következik, hogy a vezérlőelektródának az A_1 és A_2 elektródák feszültségéhez viszonyított megfelelő polaritása útján vezérelhető. A triak vezérléséhez szükséges feszültséget az R_2 és az R_3 ellenállásokból, valamint a D_1 és D_2 diódákból álló híd átlóján kapjuk. A vezérlőfeszültség körülbelül ± 60 V és a potenciométer csúszkájáról jut az R_4 és a C_2 áramkörön át a 32 ± 4 V billenési feszültségű diakra.

A 9.34. ábrán a szabályozási jelleggörbe látható. A motor nyugalmi helyzetének megfelelő sávzsélessége az R_1 változtatható ellenállástól függ.



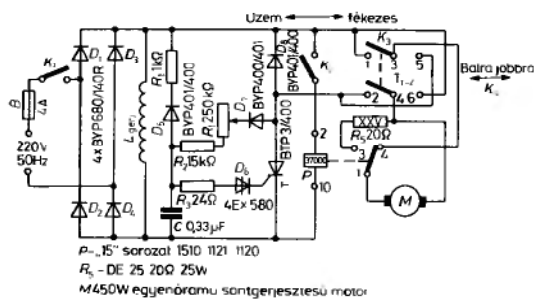
9.34. ábra. A 9.33. ábrán látható kapcsolás szabályozási jelleggörbéje

A szabályozási jelleggörbe lejtése, tehát a β szöge, az R_5 változtatható ellenállástól függ. Az R_1 és R_5 ellenállások megfelelő megválasztásával a fordulatszám tág szabályozási tartománya érhető el mind a két forgásirányban.

9.7.10. Külső gerjesztésű motor fordulatszámát stabilizáló univerzális kapcsolás

A 9.35. ábrán feltüntetett forgásirányváltó kapcsolásban triak helyett tirisztoros, teljeshullámú egyenirányító van. A kapcsolás kis esztergagépet hajtó egyenáramú, külső gerjesztésű motort táplál. Ilyen üzemben a motort gyakran kell be- és kikapcsolni tág terhelési tartományban. Követelmény a túlterhelhetőség és a dinamikus fékezés lehetősége. Ezeket a követelményeket a tárgyalt kapcsolás teljesíti.

A tirisztor a szabályozott időállandóval vezérelt dinisztor kapcsolja be. A kapcsolásban fordulatszám-stabilizálás van, az armatúra áramkörében keletkező forgási feszültség érzékelésével. Kis fordulatszámra a tirisztor anódkörébe kapcsolt armatúra feszültség nem hat a C kondenzátor feszültség-növekedésének sebességére és a motorba jutó teljesítmény nagy. A motor fordulatszámának (például a kisebb terhelés miatt) növekedésekor a motor feszültsége korlátozza az anódfeszültséget, és ezzel a C kondenzátor feszültségét is. Ez a tirisztor bekapcsolását késlelteti,



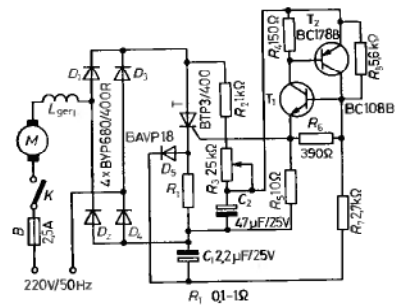
9.35. ábra. Külső gerjesztésű motoros négynegyedes fordulatszám-szabályozó kapcsolása

ezért a motorba jutó teljesítmény csökken. A D_5 diódán át a tirisztor bekapcsolása után a C kondenzátor kisül. A D_6 dióda a motor indukciósában felhalmozott energiának ad szabad utat. A K_3 kapcsolóval a motor forgásirányát lehet megváltoztatni. Az I relé, amit a K_2 nyomógomb hoz működésbe, az armatúra és a vele párhuzamosan kapcsolt R_5 ellenállás áramkörét szakítja meg. Ebben a pillanatban a motort rövidre zárjuk, az R_5 ellenálláson dinamikus fékezve. A motor megállásának pillanatáig az R_5 ellenállásban a mozgási energia hővé alakul. Az L_{gerj} gerjesztőtekercs közvetlenül a teljesítményű egyenirányítóra van kapcsolva.

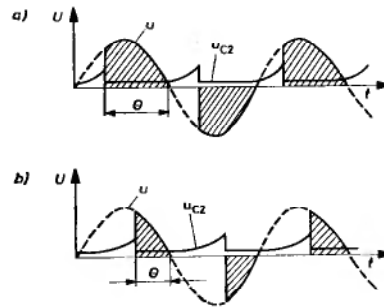
Az I relé érintkezőin a dinamikus fékezés közben nagy áram folyik és gyorsan elhasználnának. Egyes kapcsolásokban ezért az érintkezőket tirisztorok helyettesítik. A túlfeszültség korlátozására a tirisztorokra rendszerint RC tagot kapcsolnak, értéke 20Ω és $0,1\mu F$. Túl nagy feszültségnövekedési sebesség a tirisztor bekapcsolását okozza a gyújtóáram nélkül.

9.7.11. Áram visszacsatolású teljesítményű kapcsolás

A 9.36. ábrán levő kapcsolás a 9.29. ábrának teljesítményű változata. A motor paramétereit az egész szabályozási tartományban ez a kapcsolás jobban kihasználja.



9.36. ábra. Teljesítményű kapcsolás áram-visszacsatolással



9.37. ábra. A 9.36. ábrán látható kapcsolás elemeinek feszültségei a) nagy terhelés; b) kis terhelés

A feszültség menete, amely üzem közben a motoron és a C_2 kondenzátoron, kis és nagy terhelés közben lép fel, a 9.37a és b ábrán látható. A vezérlőimpulzusok és az anódfeszültség közötti fáziseltolás a C_1 kondenzátor feszültségétől függ, amely az R_7 ellenálláson át hat a T_1 , T_2 tranzisztorkapcsolás billenési pillanatára.