



ZAMONAVIY CHO'TKASIZ DC MOTORLAR

Furqat tuman politexnikumi

Xakimov Raximjon

Zamonaviy cho'tkasi bo'lmagan DC motorlar elektr motorlari bo'lib, ularda cho'tkalar yoki o'rashlarda oqimni almashtirish uchun kommutator mavjud emas. Buning o'rniga ular rotorning holatiga qarab oqimni boshqarish uchun maxsus elektronikadan foydalanadilar, unga doimiy magnitlar biriktirilgan.

Cho'tkasi bo'lmagan motorlar cho'tkali motorlarga nisbatan yuqori samaradorlik, past shovqin darajasi, uzoq xizmat muddati va yuqori tezlik va momentlarda ishlash qobiliyati kabi bir qator afzalliklarga ega.

Brushless motorlar aviatsiya, avtomobilsozlik, robototexnika, tibbiyot, maishiy texnika va boshqalar kabi turli sohalarda qo'llaniladi.



Yarimo'tkazgichli elektronika va kuchli neodimiyum magnit texnologiyasidagi sezilarli yutuqlar tufayli cho'tkasi bo'lmagan DC motorlar endi

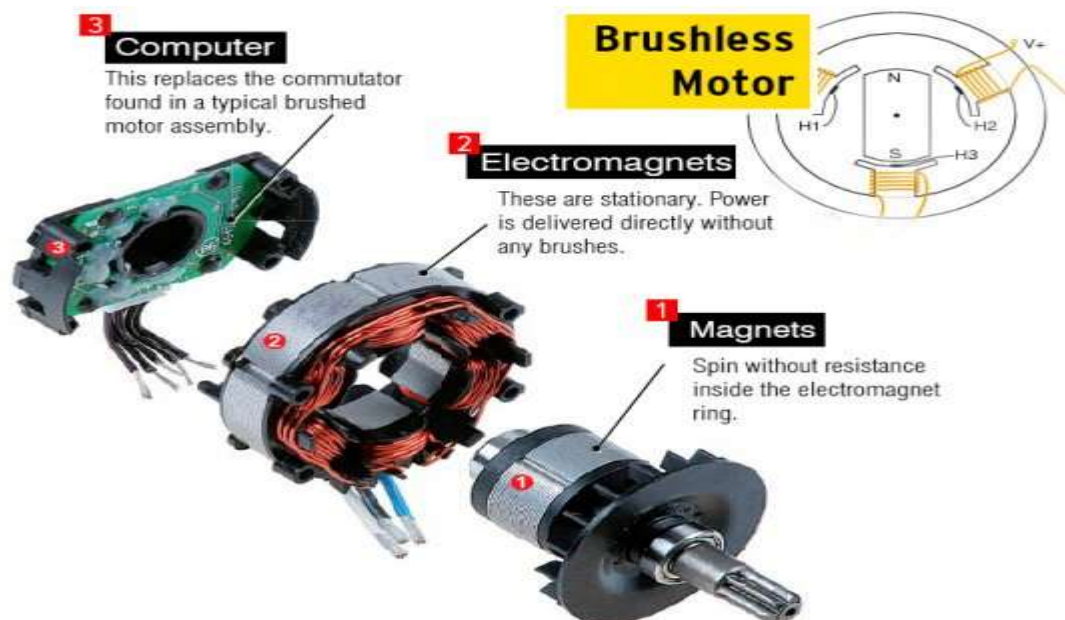


keng qo'llanilmoqda. Ular kir yuvish mashinalari, changyutgichlar, fanatlar, dronlar va boshqalarda qo'llaniladi.

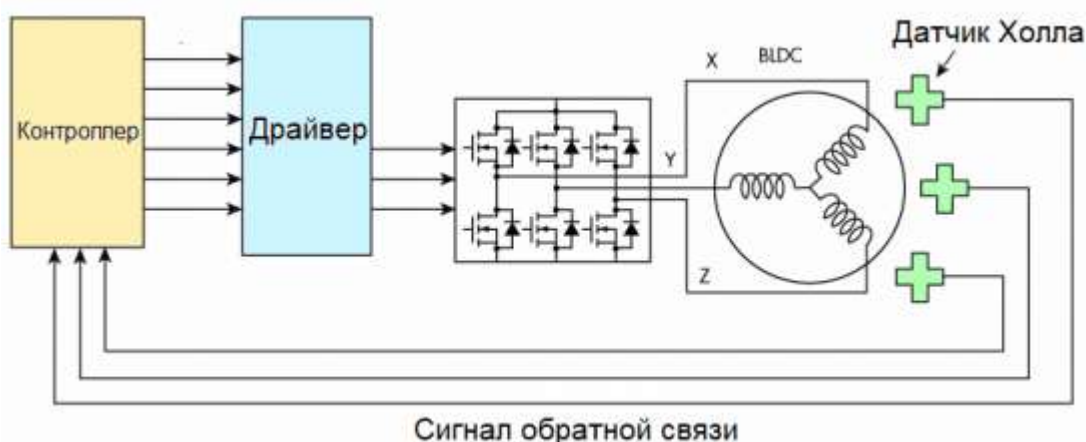
Cho'tkasi bo'lmagan dvigatel qanday ishlashi haqidagi g'oya 19-asrning boshlarida ilgari surilgan bo'lsa-da, u yarimo'tkazgichlar davrini kutdi, texnologiya ushbu qiziqarli va samarali kontseptsiyani amaliyotga tatbiq etishga tayyor bo'lib, cho'tkasi bo'lmagan doimiy to'g'ridan-to'g'ri dvigatellarning bugungi kundagidek keng tarqalishiga imkon berdi. Ingliz tilidagi versiyada ushbu turdagi motorlar **BLDC motor - Brushless Direct Current Motor** deb ataladi. Dvigatel rotor [doimiy magnitlarni](#) o'z ichiga oladi va ishchi sariqlar statorda joylashgan, ya'ni BLDC motorining dizayni klassik kollektor motoriga mutlaqo ziddir. BLDC dvigateli **ESC - elektron tezlikni nazorat qilish qurilmasi** deb nomlangan elektron regulyator tomonidan boshqariladi.

Elektron tezlikni boshqaruvchi va yuqori samaradorlik

[Elektron tezlikni nazorat qilish qurilmasi, cho'tkasi bo'lmagan elektr motoriga](#) berilgan [elektr quvvatini](#) muammosiz o'zgartirishga imkon beradi. Faol yukni dvigatel bilan ketma-ket ulash, ortiqcha quvvatni issiqlikka aylantirish orqali quvvatni cheklovchi rezistiv tezlikni regulyatorlarining avvalgi oddiy versiyalaridan farqli o'laroq, elektron tezlikni boshqarish moslamasi berilgan elektr energiyasini foydasiz isitish uchun sarflamasdan sezilarli darajada yuqori samaradorlikni ta'minlaydi. **Cho'tkasi bo'lmagan DC vosita o'z-o'zini sinxronlashtiruvchi sinxron vosita** sifatida tasniflanishi mumkin, unda muntazam parvarishlashni talab qiladigan uchqun birligi - [kommutator](#) - butunlay yo'q qilinadi. Kollektor funktsiyasi elektronika tomonidan amalga oshiriladi, buning natijasida mahsulotning butun dizayni juda soddalashtirilgan va ixchamroq bo'ladi.



Cho'tkalar asosan elektron kalitlarga almashtiriladi, ulardagi yo'qotishlar mexanik almashtirishga qaraganda ancha kam. Rotordagi kuchli neodim magnitlari milga ko'proq momentni beradi. Va bunday dvigatel oldingi kollektorga qaraganda kamroq qiziydi. Natijada, dvigatelning samaradorligi eng yaxshisidir va har bir kilogramm vazn uchun quvvat yuqoriroq, shuningdek, rotor tezligini sozlashning juda keng diapazoni va hosil bo'lgan radio shovqinlarining deyarli to'liq yo'qligi. Strukturaviy tarzda, ushbu turdagi dvigatellar suvda va agressiv muhitda foydalanish uchun osongina moslashtiriladi.



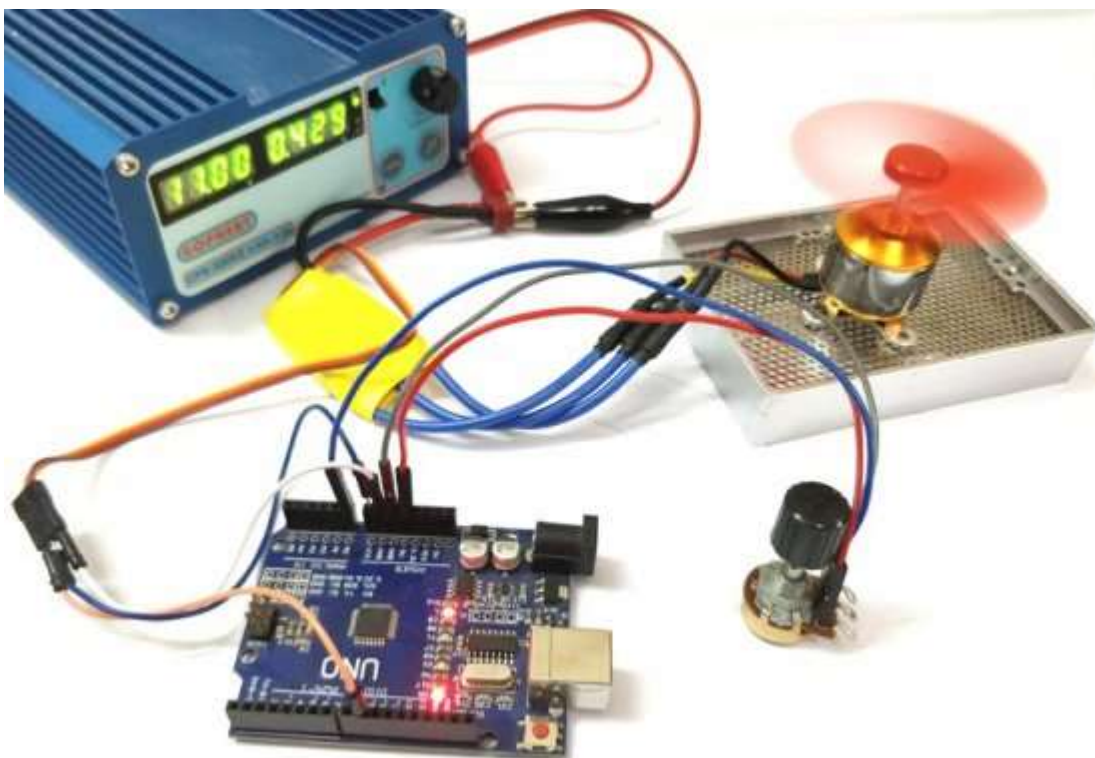
Elektron boshqaruv bloki cho'tkasi bo'lmagan DC motorining juda muhim va qimmat qismidir, lekin u ajralmas hisoblanadi. Ushbu blokdan dvigatel quvvat oladi, uning parametrlari bir vaqtning o'zida dvigatel yuk ostida rivojlana oladigan



tezlik va quvvatga ta'sir qiladi. Aylanish tezligini sozlash kerak bo'lmasa ham, elektron boshqaruv bloki hali ham zarur, chunki u nafaqat boshqaruv funktsiyasini, balki quvvat komponentiga ham ega. Aytish mumkinki, ESC [AC asenkron motorlar uchun chastota regulyatorining](#) analogidir, cho'tkasi bo'lmagan shahar motorini quvvatlantirish va boshqarish uchun maxsus mo'ljallangan.

BLDC motorni boshqarish

BLDC motori qanday boshqarilishini tushunish uchun, avvalo, kommutator motorining qanday ishlashini eslaylik. U [magnit maydonda oqim bilan ramkaning aylanish printsiptiga](#) asoslanadi. Har safar tok o'tkazuvchi ramka burilganda va muvozanat holatini topganda, kommutator (kollektorga bosilgan cho'tkalar) ramka orqali oqim yo'nalishini o'zgartiradi va ramka harakatlanadi. Bu jarayon ramka qutbdan qutbga o'tganda takrorlanadi. Ammo kollektor dvigatelida bunday ramkalar va bir nechta juft magnit qutblar mavjud, shuning uchun kollektor-cho'tka birligi ikkita kontakti emas, balki ko'p narsalarni o'z ichiga oladi. Cho'tkasi bo'lmagan motorning ECUsi xuddi shunday qiladi. Rotorni muvozanat holatidan uzoqroqqa burish kerak bo'lganda, u magnit maydonning polaritesini o'zgartiradi. Faqat nazorat kuchlanishi rotorga emas, balki stator o'rashlariga beriladi va bu yarimo'tkazgichli kalitlar yordamida kerakli vaqtlarda (rotor fazalari) amalga oshiriladi. Shubhasiz, [elektr toki](#) cho'tkasi bo'lmagan dvigatelning stator sariqlariga o'z vaqtida, ya'ni rotor ma'lum bir ma'lum holatda bo'lganda berilishi kerak. Buning uchun quyidagi usullardan biri qo'llaniladi. Birinchisi, rotorning joylashuvi sensoriga asoslanadi, ikkinchisi - hozirda quvvat olmaydigan sariqlardan birida EMFni o'lchash.



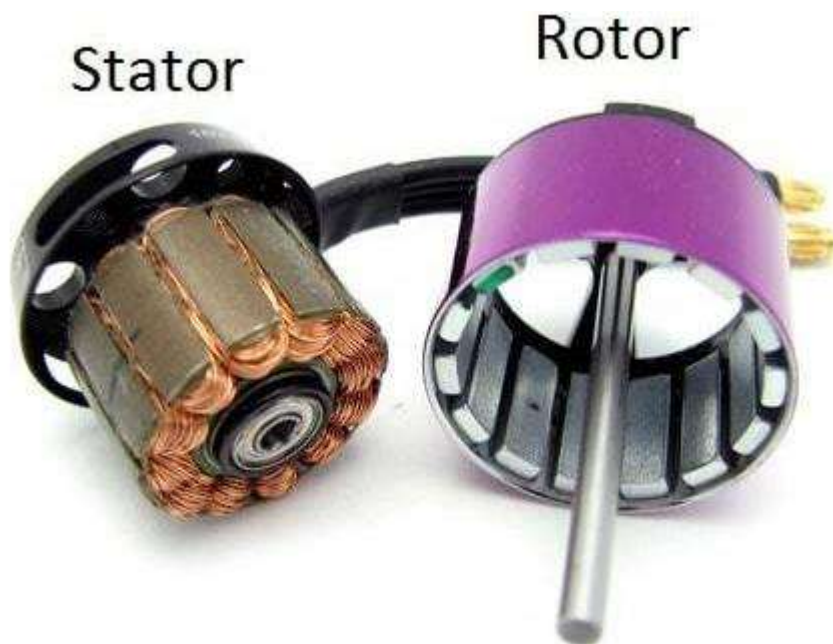
Sensorlar turli xil, magnit va optik bo'lib, eng mashhurlari Hall effektiga asoslangan magnit sensorlardir . Ikkinchi usul (EMFni o'lchash asosida), samarali bo'lsa-da, past tezlikda va ishga tushirilganda aniq nazorat qilish imkonini bermaydi. Ammo Hall sensorlari barcha rejimlarda aniqroq boshqarish imkoniyatini beradi. Uch fazali BLDC motorlarida uchta bunday sensor mavjud.

Rotor holati sensori bo'lmagan motorlar vosita milga (fan, pervanel va boshqalar) yuklamasdan ishga tushirilgan hollarda qo'llaniladi. Agar ishga tushirish yuk ostida sodir bo'lsa, rotor pozitsiyasi sensorlari bo'lgan vosita talab qilinadi. Ikkala variantning ham ijobiy va salbiy tomonlari bor. Sensorli yechim yanada qulay boshqaruvga olib keladi, lekin sensorlardan kamida bittasi ishlamay qolsa, dvigatelni qismlarga ajratish kerak bo'ladi va sensorlar ham alohida simlarni talab qiladi. Sensorsiz versiyada maxsus simlarga ehtiyoj yo'q, lekin ishga tushirish vaqtida rotor oldinga va orqaga aylanadi. Agar bu qabul qilinishi mumkin bo'lmasa, tizimda sensorlarni o'rnatish kerak.

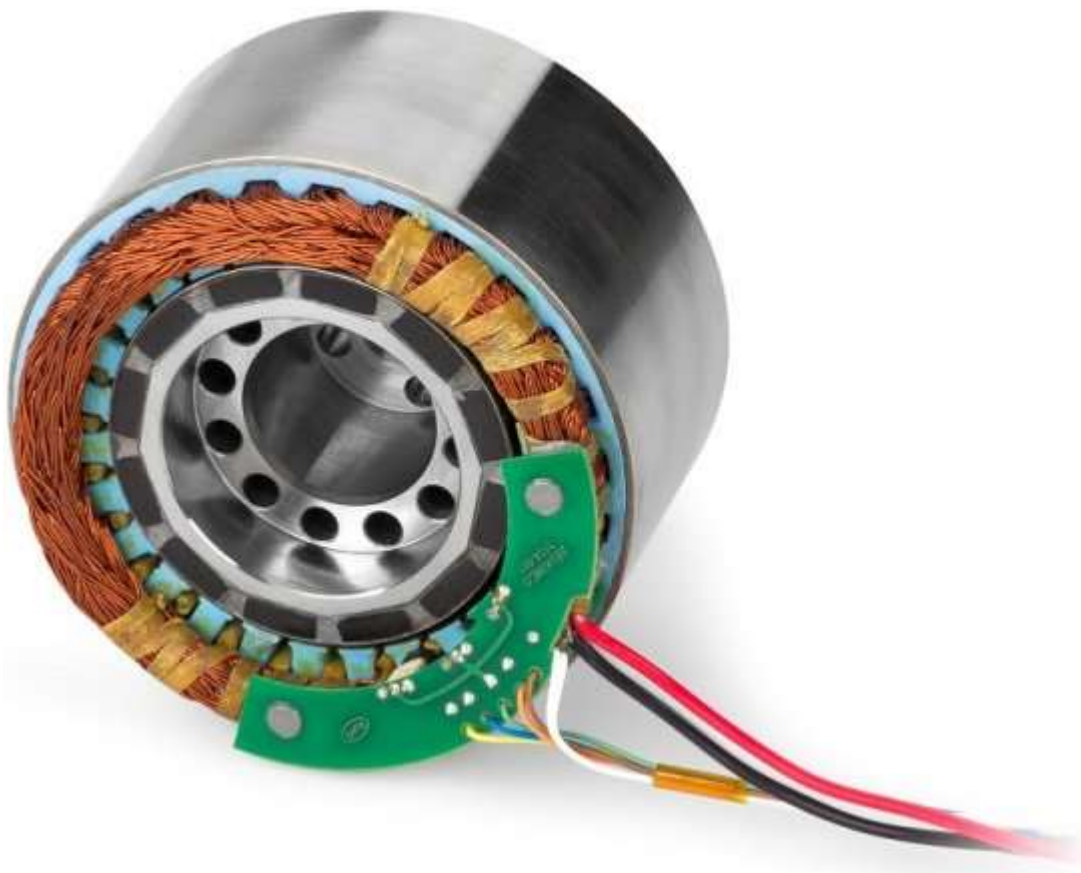
Rotor va stator, fazalar soni



BLDC dvigatelining rotori tashqi yoki ichki, stator esa mos ravishda ichki yoki tashqi bo'lishi mumkin. Stator magnit o'tkazuvchan materialdan yasalgan bo'lib, fazalar soniga teng bo'linadigan bir qator tishlarga ega. Rotor magnit o'tkazuvchan materialdan yasalgan bo'lishi shart emas, lekin unga qattiq o'rnatilgan magnitlar bo'lishi kerak.



Magnitlar qanchalik kuchli bo'lsa, mavjud moment shunchalik yuqori bo'ladi. Stator tishlari soni rotordagi magnitlar soniga teng bo'lishi shart emas. Tishlarning minimal soni nazorat bosqichlari soniga teng. Ko'pgina zamonaviy cho'tkasiz DC motorlar uch fazali bo'lib, bu dizaynning soddaligi va uni boshqarish usuli bilan bog'liq. Asenkron AC motorlarida bo'lgani kabi, uch fazaning sariqlari bu erda "uchburchak" yoki "yulduz" shaklida statorga ulanadi. Rotor holati sensori bo'lmagan bunday motorlarda 3 ta quvvat simlari, sensorli motorlarda esa 8 ta sim mavjud: datchiklarni quvvatlantirish uchun ikkita qo'shimcha sim va sensorlarning signal chiqishi uchun uchta.



Stator o'rash rotorning atrofi bo'ylab teng ravishda taqsimlangan kerakli miqdordagi fazalarning magnit qutblarini hosil qilish uchun izolyatsiyalangan mis sim bilan amalga oshiriladi. Har bir faza uchun statordagi alohida qutblar soni kerakli vosita tezligi (va moment) asosida tanlanadi. Past tezlikli tashqi rotorli motorlar nazorat oqimining chastotasidan sezilarli darajada past bo'lgan burchak chastotasi bilan aylanishga erishish uchun har bir fazada ko'p sonli qutblar (va shuning uchun tishlar) bilan amalga oshiriladi. Ammo yuqori tezlikda ishlaydigan uch fazali motorlarda ham ishlatiladigan tishlar soni odatda 9 dan kam emas.