

A HŰTÉSTELJESÍTMÉNY BEFOLYÁSOLÁSA AXIÁLIS HŰTŐVENTILÁTOROK ALKALMAZÁSAKOR

HŰTŐVENTILÁTOROK AZ ENDRICH KÍNÁLATÁBAN

(3. RÉSZ)

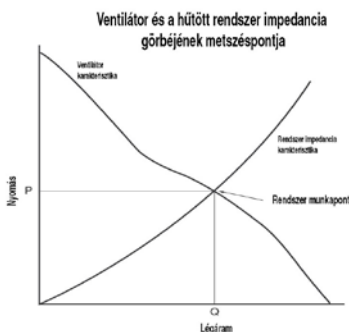
Cikksorozatunk előző részeiben áttekintettük az axiális DC hűtőventilátorok méretezésének és munkapont-beállításának kérdéseit, annak érdekében, hogy az elektronikai rendszerünkben keletkezett hő kényszerített légáramlással való elvezetése a lehető leghatékonyabban valósuljon meg. Bemutattuk a szükséges légmennyiség számítását, és a készülék statikus nyomás-légáram (rendszerimpedancia)-görbéjének ismeretében meghatároztuk azt a statikus nyomást, amit a hűtéshez minimálisan szükséges légáram biztosításához a ventilátornak le kell győznie. Az esetek nagy részében a gyártói katalógusban találunk olyan ventilátort, ami a szükséges légmennyiséget ezen nyomásértéken képes szállítani – de mit tehetünk akkor, ha valamilyen oknál fogva ez az eszköz nem használható, például nem áll elegendő hely a beépítéséhez? Ebben az írásban áttekintjük azokat a módszereket, melyekkel befolyásolhatjuk a szállítható légmennyiséget, illetve az elérhető légnyomást adott eszköz alkalmazásakor. Megvizsgáljuk a fordulatszám-változtatás lehetőségeit, illetve azokat az eseteket, amikor egyenél több eszköz felhasználásával jutunk kielégítő megoldáshoz

A hőáramlatással hűtött rendszerben a legfontosabb két jellegző görbe a ventilátorra jellemző P-Q légszállítási görbe és a hűtött rendszerre jellemző impedanciagörbe, melyek metszéspontja adja a ventilátor adott applikációban való működésére jellemző munkapontot. A méretezés során a rendszerimpedancia-görbe, melyet az alkatrészszűrőség határoz meg, állandó, ventilátort pedig úgy kell választanunk, hogy adott – legtöbbször névleges – fordulatszámon vett jellegző görbéje a rendszer munkapontját lehetőleg a harmadik ábra szerinti optimális területre állítsa be.

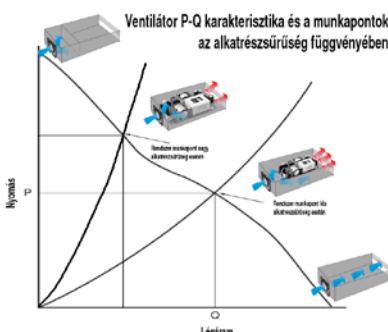
Ehhez a cikksorozat előző részében bemutatott módon ki kell számítani a

minimálisan szükséges légmennyiséget, majd olyan ventilátort kell választani, ami a rendszerimpedancia-görbe által meghatározott nyomásértéken tudja ezt szállítani. (A szabad áramlaskor szállítani képes légmennyiség a rendszer komponensszűrősége – a rendszer impedanciája – hatására csökken.) A kiválasztás másik szempontja a rendelkezésre álló hely és a megengedhető zajszint viszonya. Minél nagyobb ventilátort tudunk alkalmazni ugyanazon légmennyiség szállítására, annál kisebb fordulatszámon kell azt járatni, ami a zaj csökkentését segíti. Érdekes a kiválasztásnál előtérbe helyezni az adott méretválasztékon belül a még elégséges

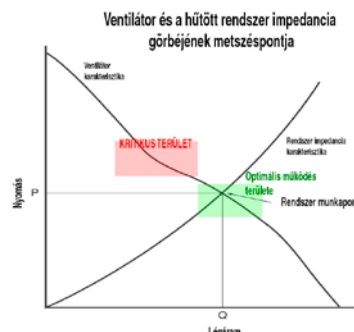
közepes vagy kis légmennyiséget szállító típusokat, hogy később esetlegesen megnövekedő hűtési igény esetén könnyen egy nagyobb kapacitású, ugyanolyan méretű változatra cserélhessük az elégtelen működésű ventilátort. Ha ez nem lehetséges, akkor további hűtési kapacitás már csak komolyabb áttervezéssel valósítható meg. A készülékház átméretezése a nagyobb hűtőventilátor befogadásához, illetve az áramlási viszonyok javítása kisebb alkatrészszűrőség biztosításával, vagy jobb szellőzéssel általában nehéz feladat, így gyakran más módszereket kell választani. Ilyen lehet a fordulatszám-szabályozás: kis fordulaton a zaj csökkenthető, míg nagyobb fordulatszám esetén nagyobb statikus nyomás győzhető le és nagyobb légmennyiség szállítható. A DC ventilátorok esetében ez viszonylag könnyen megvalósítható, mivel a kapcsoló feszültség arányos a fordulatszámmal, és egyszerű feszültségszabályozással tudunk operálni. Ennek kérdéskörét a későbbiekben körüljárjuk. Elképzelhető olyan eset, amikor egyetlen hűtőventilátor alkalmazásával nem tudjuk a kívánt munkapontot beállítani, ekkor indokolt lehet több ventilátor egyidejű használata. Bár ez növeli a költségeket, emeli a zajszintet, és a motor saját hőtermelése miatt rontja a hűtés hatásfokát is, egyes esetekben



1. ábra.
A munkapont meghatározása



2. ábra. A munkapontot adott típus esetén, adott fordulatszámon az alkatrészszűrőség határozza meg



3. ábra.
Az optimális működési terület

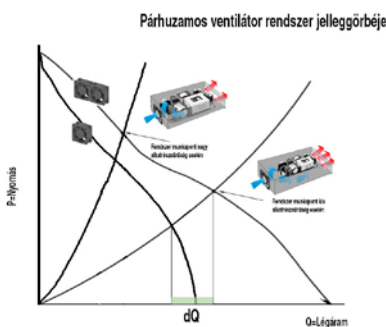
elkerülhetetlen, és a redundancia okán a rendszer megbízhatóságára is jótékony hatású.

Több ventilátor használata – párhuzamos működés



4. ábra. Együttes alkalmazás párhuzamosan kapcsolva

Amikor több ventilátort párhuzamosan kapcsolunk, az együttes rendszer levegőszállító képessége a kis statikus nyomások tartományában megemelkedik. Az alábbi jelleggörbén megfigyelhető, hogy az együttes alkalmazás esetén az üresjáratú légáram megnövekszik. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy ilyen elrendezéssel operálhatunk, ha a hűtendő rendszer alkatrészűrsége alacsony, tehát a munkapont alacsony statikus nyomásszinten állítható be. Természetesen az új munkapont kicsit magasabb légnyomással is jár, azonban jelentős emelkedés a légáramban tapasztalható. Nagyobb rendszerimpedancia esetén ez az elrendezés nem jár nagy előnnyel, hiszen a többletbefektetés nem eredményez jelentős légáram-növekedést.



5. ábra. Egy és két párhuzamosan kapcsolt hűtőventilátor jelleggörbéinek összevetése

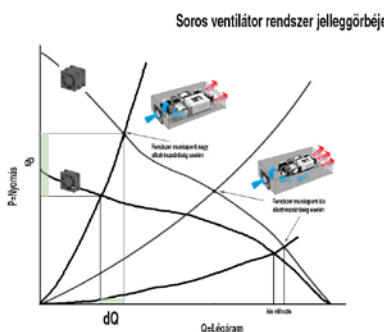
Több ventilátor használata – soros működés

Amikor több ventilátort sorosan kapcsolunk, az együttes rendszer légárama a nagy statikus nyomások tartományában emelkedik jelentősen, tehát ilyen elrendezéssel a nagy alkatrészűrségű, magas

6. ábra. Együttes alkalmazás sorosan kapcsolva



rendszerimpedanciával rendelkező készülékházakban érhetünk el jelentős javulást. Ebben az esetben a munkapont nagy statikus nyomással jellemezhető területen van, a soros elrendezés a megnövekedett légáramot magasabb légnyomás mellett is képes biztosítani. Alacsony alkatrészűrségnél erre a többletnyomásra nincs szükség, ott ez az elrendezés nem alkalmazható gazdaságosan, mert a befektetés nem hoz jelentős légáram-növekedést.



7. ábra. Egy és két sorosan kapcsolt hűtőventilátor jelleggörbéinek összevetése

A fordulatszám hatása a légáramra

A DC axiális ventilátorok P-Q karakterisztikája különböző névleges kapcsolási feszültségek, így névleges forgási sebességek esetén eltérő (ld. 8. ábra), így ugyanazon a rendszeren alkalmazva nagyobb forgási sebesség mellett nagyobb légáram és nyomás érhető el velük. Feltételezve a négyzetes rendszerimpedancia-görbét, az egyes forgási sebességekhez kiadódó munkapontok rendre magasabb statikusnyomás- és légáramértékekhez rendelhetők. A változtatható fordulatszám kétvezetékes ventilátorok esetén külső feszültségszabályozással érhető el, de természetesen kaphatók három- és négyvezetékes ventilátorok is. Előbbieknél a harmadik vezeték egy nagyfrekvenciás impulzusszélesség-moduláció-vezérlőjel fogadására szolgál, míg utóbbinál a negyedik vezetéken egy jeladó által szolgáltatott, ún. tachimpulzus érkezik a motorból, ami annak forgási sebességére jellemző adatot ad vissza a külső szabályzóelektronika számára. Ezen a vonalon a

endrich
components of life



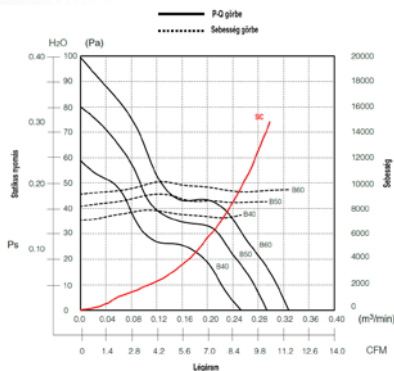
Izolált AC/DC tápegység modul

Kompakt, kedvező árú és sokoldalú megoldást kínál az új Mornsun LDE/LHE AC/DC konverter sorozat.

- 85 VAC - 264 VAC bemeneti feszültség-tartomány
- 2,3 W - 25 W teljesítmény
- 4000 VAC szigetelési feszültség
- -40 °C - +70 °C ..+85 °C működési hőmérséklettartomány
- MTBF>300.000 óra, kimeneti rövidzár-, túlfeszültség- és túláramvédelem

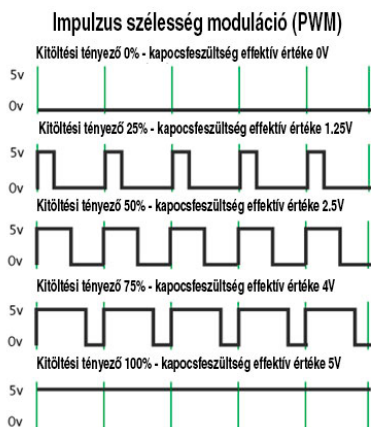


szokásos adatok mellett speciális vészjel, például az esetleges forgórész-elakadásra való figyelmeztetés is érkezik.



8. ábra. P-Q és rendszerimpedancia-görbék által kiadott munkapontok eltérő fordulatszám esetén

Az impulzus szélesség-modulációs fordulatszám-szabályozás tulajdonképpen tápfeszültség-szabályozás, melynek lényege, hogy a ventilátor kapcsaira jutó DC feszültséget egy tranzistoros vagy FET-alapú elektronika segítségével a 0 V és a névleges feszültség értékei között váltogatjuk periodikusan. A kapocsfeszültség effektív értékét a két állapotban eltöltött idők aránya (kitöltési tényező) határozza meg a 9. ábra szerint.



9. ábra. A PWM magyarázata – a kitöltési tényező és a kapocsfeszültség effektív értékének viszonya

A gyakorlatban rengeteg szabály létezik a ventilátor paramétereinek adott körülmények melletti meghatározására, ezek közül azok fontosok, melyek a térfogati légáram (CFM), a nyomás (P), az energiafogyasztás (W) és a zaj (dBA) meghatározására szolgálnak a sebesség függvényében. Az RPM1 sebességen értelmezett értékeket RPM₂ sebességre a következőképpen számíthatjuk át:

- Légáram:
 $CFM_2 = CFM_1 (RPM_2 / RPM_1)$
- Nyomás:
 $p_2 = p_1 (RPM_2 / RPM_1)^2$
- Teljesítmény:
 $P_2 = P_1 (RPM_2 / RPM_1)^3$
- Zaj:
 $N_2 = N_1 + 50 \log_{10} (RPM_2 / RPM_1)$

A fentiekből néhány nagyon fontos következtetés vonható le, melyeket a hűtőventilátor kiválasztásánál feltétlenül figyelembe kell venni!

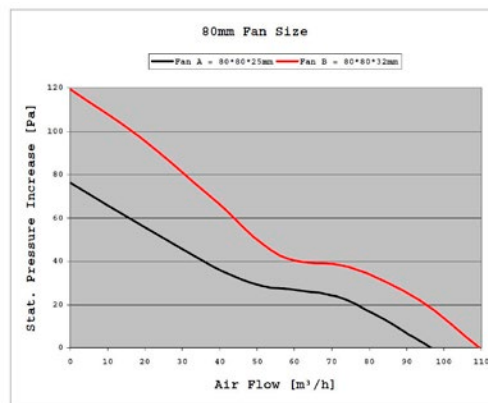
A fordulatszám emelkedésével

- (+) növekszik a légáram,
- (+) négyzetesen növekszik a nyomás,
- (-) jelentősen nő a zaj,
- (-) jelentősen nő a motor melege, és
- (+) a csapágó terhelése miatt csökken az élettartam.

Egy példán keresztül szeretnénk bemutatni ezek jelentőségét. A 10. ábrán két hűtőventilátor P-Q karakterisztikája látható. A ventilátorok paraméterei a következők:

A:	B:
80×80×25 mm	80×80×32 mm
4200 Rpm	4600 Rpm
3,96 W	4,20 W
44 dB(A)	46 dB(A)

A fenti példában a két eszköz – fizikai méreteit tekintve – csak a vastagságában különbözik. Feltételezzük, hogy a B jelzésű eszköz elegendő hűtést biztosítana a rendszer számára, de helytakarékosági okokból a vékonyabb kivitelű (A) választjuk. A megfelelő térfogati légáram és nyomásszint biztosítására az A jelű ventilátort -10%-kal magasabb fordulatszámon kell járatnunk, ami 31,4%-kal magasabb fogyasztást, nagyobb disszipációt (melegedést), jelentős többletztajt és a csapágó megemelkedő terhelése miatt jelentősen csökkenő élettartamot jelent. A melegedés negatív hatása tovább rontja a várható élettartamot, ami ott mutatkozik meg igazán, ha figyelembe vesszük az egyes szakértők szerinti tény, mely szerint a ventilátormotor tartós 10 °C-os hőmérséklet-emelkedése 20 000 óra (kb. 40%) élettartam-csökkenést okoz.



10. ábra. Két különböző ventilátor összehasonlítása

A fentiekből látható, hogy az adott rendszerre vonatkozó hűtési megoldások választásakor érdemes tartalékot képezni a szükséges légáram terén, és egy, lehető legnagyobb fizikai méretű hűtőventilátort alkalmazni, akár a névlegesnél alacsonyabb fordulatszámon járatva, ha ezt a rendszer méretezése lehetővé teszi. Ha valamilyen okból nagyobb statikus nyomásra vagy nagyobb térfogati légáramra lenne szükség, az elrendezéstől függően több lehetőség is van: emelhetjük a fordulatszámot és alkalmazhatunk több (soros vagy párhuzamos elrendezésű) hűtőventilátort is. Mindezen esetekben gondosan meg kell vizsgálni, hogy az adott megoldás milyen tényleges többletelőnyrel jár és mekkora befektetési igénye van, mert sokszor előfordul rossz méretezésnél, hogy például több ventilátor melege nagyobb, mint amekkora többlethűtést a rendszer számára az extra eszköz jelent. Emellett a gazdaságosságot is vizsgálni kell: a második, harmadik ventilátor ára, a matematikai meghibásodási valószínűség növekedése, a fogyasztás emelkedése mind kihat a végtermék árára és üzemeltetési költségeire.

(folytatjuk)

FELHASZNÁLT IRODALOM
[1] CLAUDIUS KLOSE – ELEKTROMECHANIKUS KOMPONENSEK TERMÉKME-
NEDZSERE – ENDRICH BAUELEMENTE VERTRIEBS GMBH – „PROPER FAN
SELECTION”
[2] NMB-MAT FAN CATALOGUE – „FAN ENGINEERING”



KISS ZOLTÁN
EXPORTIGAZGATÓ – ENDRICH BAUELEMENTE VERTRIEBS GMBH

WWW.ENDRICH.HU