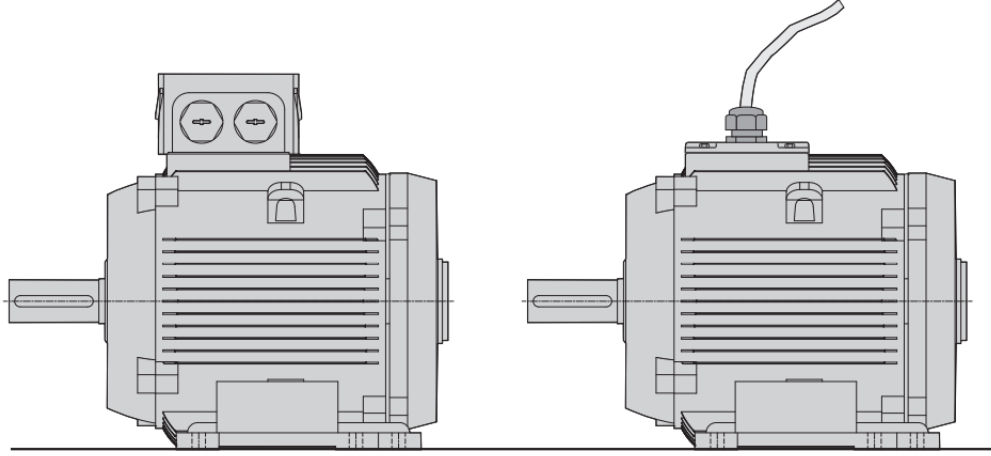


ELEKTRİK MAKİNALARINDA SOĞUTMA SİSTEMLERİ

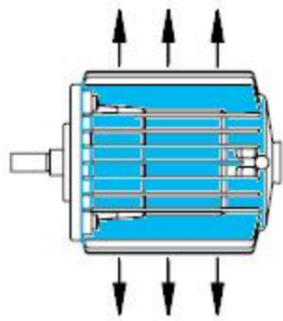
Doç. Dr. Özgür Bayer (ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi)

Deniz Alp Yılmaz (ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Öğrencisi)

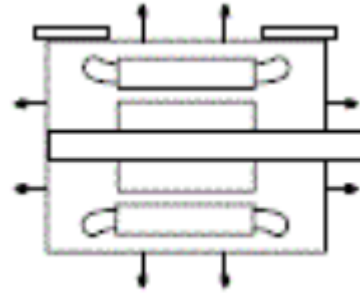
IC 410 - TENV - Totally Enclosed Naturally Ventilated (no fan)



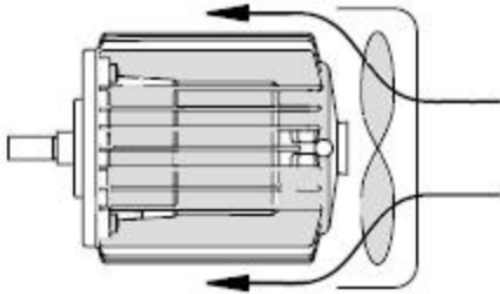
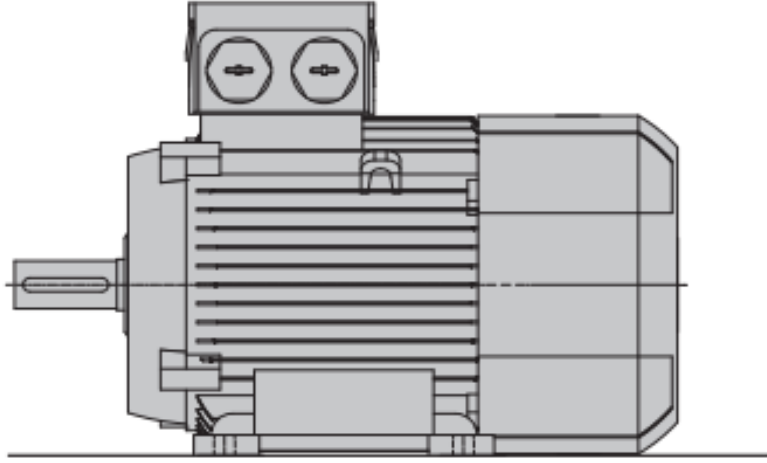
- Genellikle küçük boyutlu elektrik makinalarında yaygın olan bu yöntemde soğutma işlemi havanın yaptığı doğal taşınım vasıtası ile gerçekleştirilmektedir.
- Makinanın ortam havası ile teması yoktur.



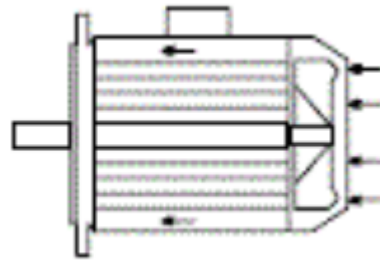
IC 410



IC 411 - TEFC - Totally Enclosed Fan Cooled (own fan ventilated)

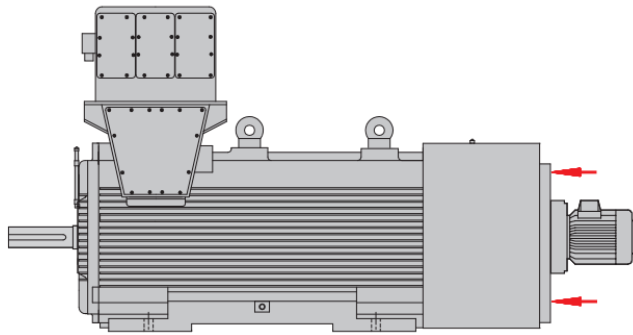
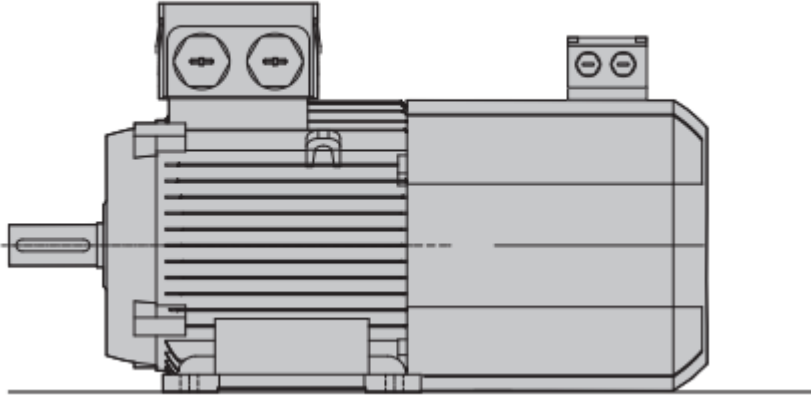


IC 411

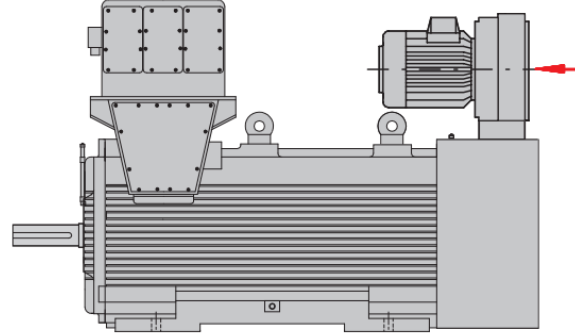


- Bu soğutma yönteminde hava akışı şafta entegre bir fan aracılığıyla sağlanır.
- Makinanın ortam havası ile teması yoktur ve fan tarafından üflenen hava doğrudan motorun veya generatörün üzerinden değil, etrafında kanatçıklar olan dış kaplamanın üzerinden akar.
- Doğal taşınım yerine cebri taşınımın etkisi daha baskındır.

IC 416 - TEFV - Totally Enclosed Force Ventilated (ventilated with independent fan)



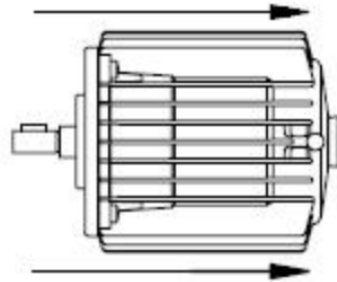
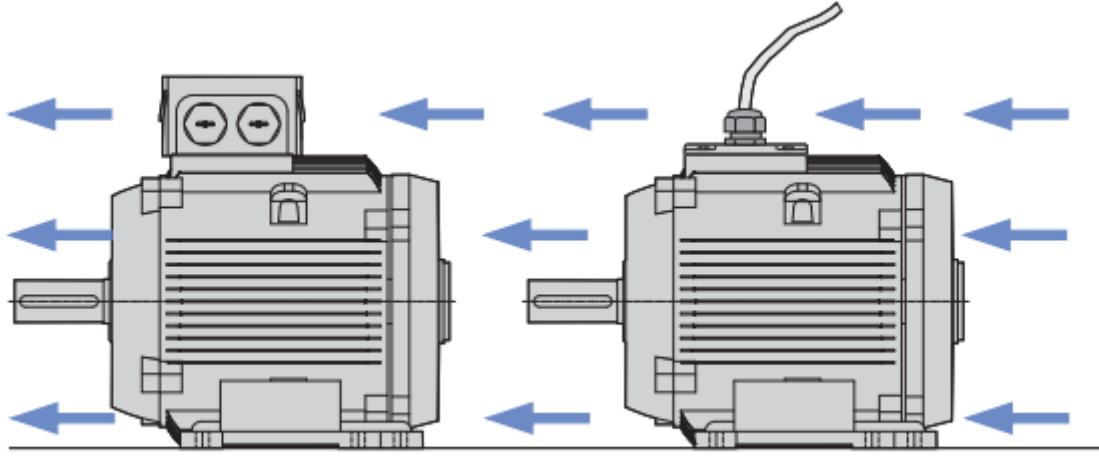
IEC 416 A



IEC 416 R

- Bu soğutma yönteminde hava akışı harici bir fan aracılığıyla sağlanır.
- Makinanın ortam havası ile teması yoktur ve fan tarafından üflenen hava doğrudan motorun veya generatörün üzerinden değil, etrafında kanatçıklar olan dış kaplamanın üzerinden akar.
- Doğal taşınım yerine cebri taşınımın etkisi daha baskındır.
- Harici fanın aksenel fan olduğu versiyonu IEC 416 A, santrifüj fan olduğu versiyonu IEC 416 R olarak adlandırılır

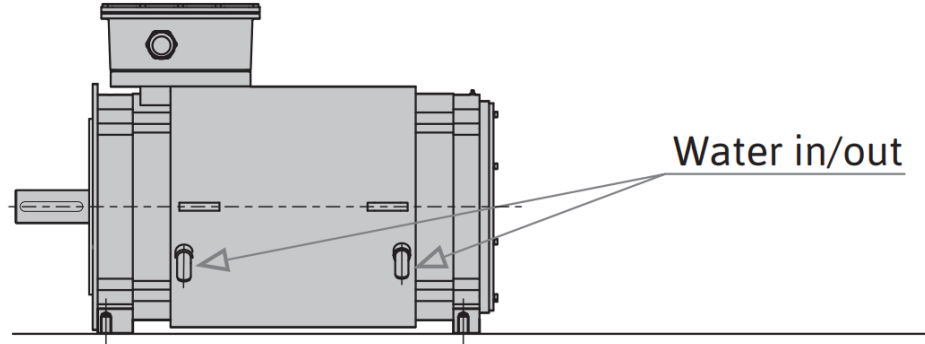
IC 418 - TEAO - Totally Enclosed Air Over (no fan-motor in air stream)



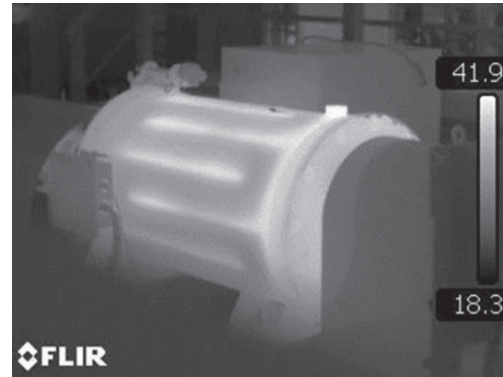
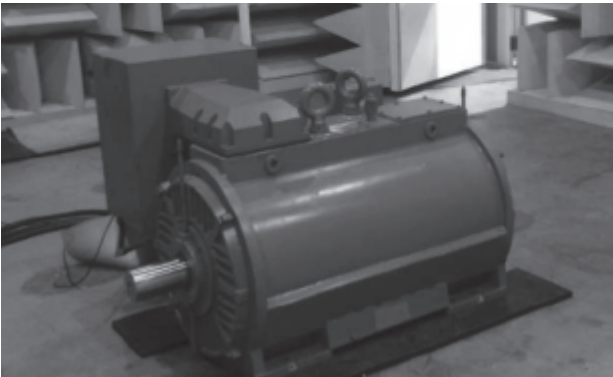
IC 418

- Bu soğutma yönteminde motor üzerinde şafta entegre veya harici bir fan bulunmamakla birlikte hava akışı doğrudan ortamdaki hava hareketi ile sağlanır.
- Makinanın ortam havası ile teması yoktur ve fan tarafından üflenen hava doğrudan motorun veya generatörün üzerinden değil, etrafında kanatçıklar olan dış kaplamanın üzerinden akar.
- Doğal taşınım yerine cebri taşınımın etkisi daha baskındır.

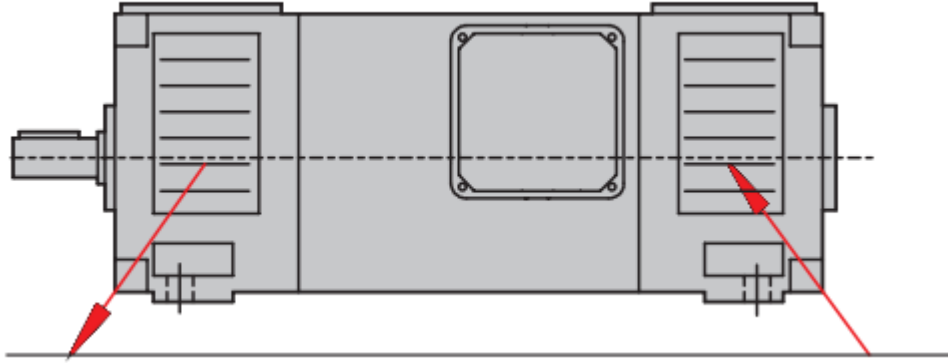
IC 71 W – Jacket Water Cooled



- Şu ana kadar üzerinde durulan soğutma yöntemlerinden farklı olarak, IC 71 W sistemlerinde su kullanımı mevcuttur.
- Makinanın ortam havası ile teması yoktur ve makina içerisinde hareket halindeki hava, motor veya generatör bileşenlerinden aldığı ısıyı stator etrafındaki borularda dolaşmakta olan suya aktarır.

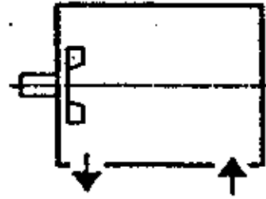


IC 01



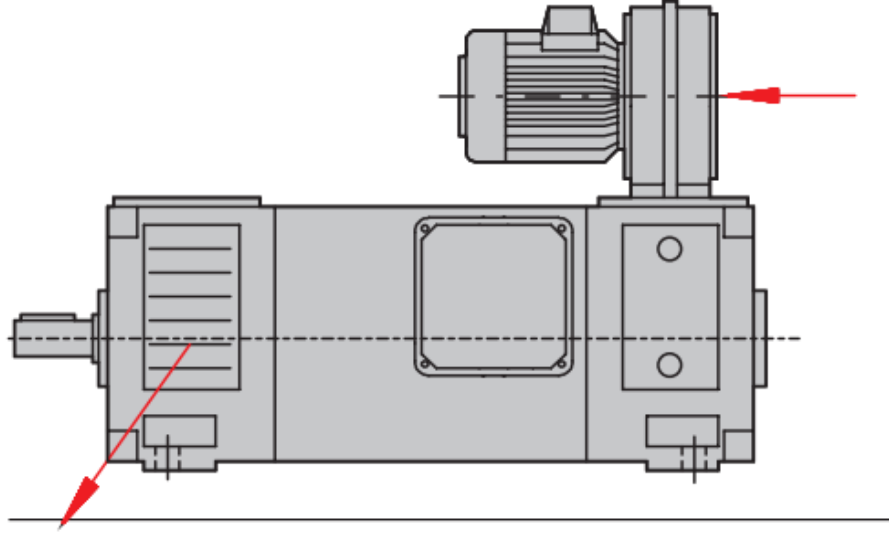
IC01

IC0A1



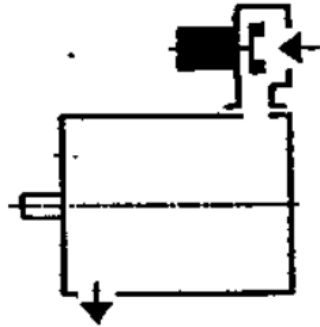
- Şafta entegre bir fan yardımıyla gerçekleştirilen, açık çevrim bir soğutma sistemidir.
- Makina ortam havası ile doğrudan temas halindedir. Ortamdan alınan hava yeniden ortama bırakılır.
- Doğal taşınım yerine cebri taşınımın etkisi daha baskındır.
- Genellikle 'drip-proof' (damlamaya karşı korumalı) motor olarak da adlandırılır.

IC 06



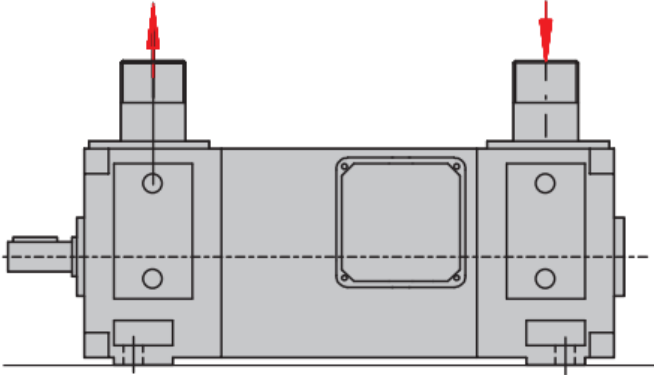
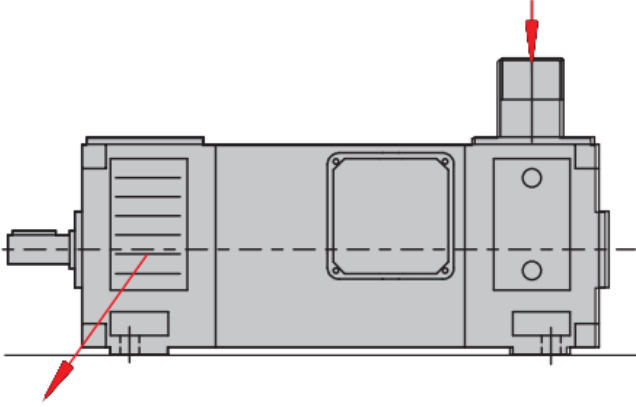
IC06

IC0A6



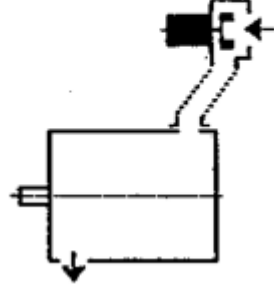
- Harici bir fan yardımıyla gerçekleştirilen, açık çevrim bir soğutma sistemidir.
- Makina ortam havası ile doğrudan temas halindedir. Ortamdan alınan hava yeniden ortama bırakılır.
- Doğal taşınım yerine cebri taşınımın etkisi daha baskındır.
- Harici fanın aksenal fan olduğu versiyonu IEC 416 A, santrifüj fan olduğu versiyonu IEC 416 R olarak adlandırılır.

IC 17 ve IC 37



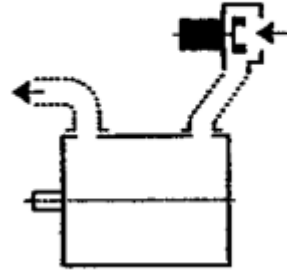
IC17

IC1A7



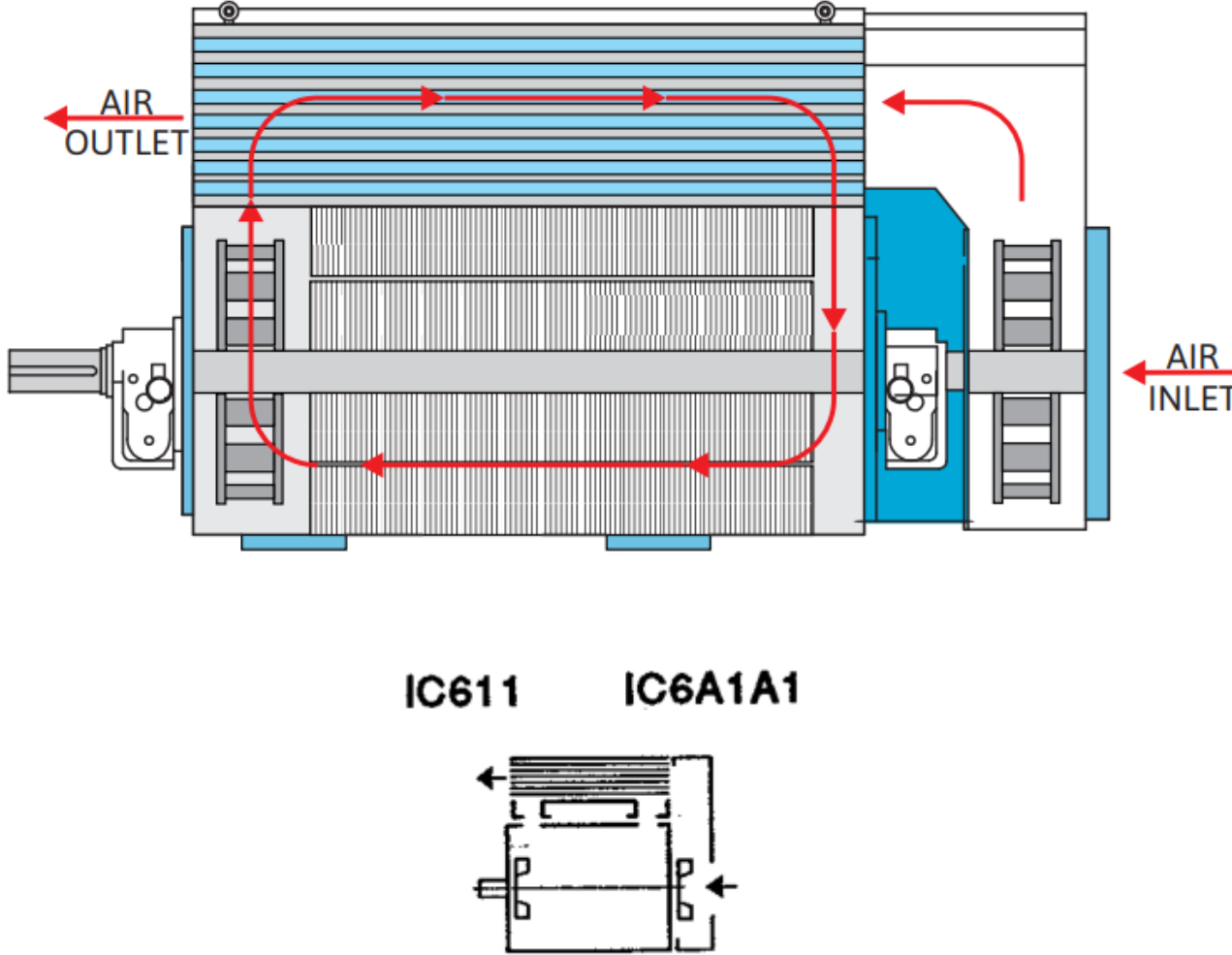
IC37

IC3A7



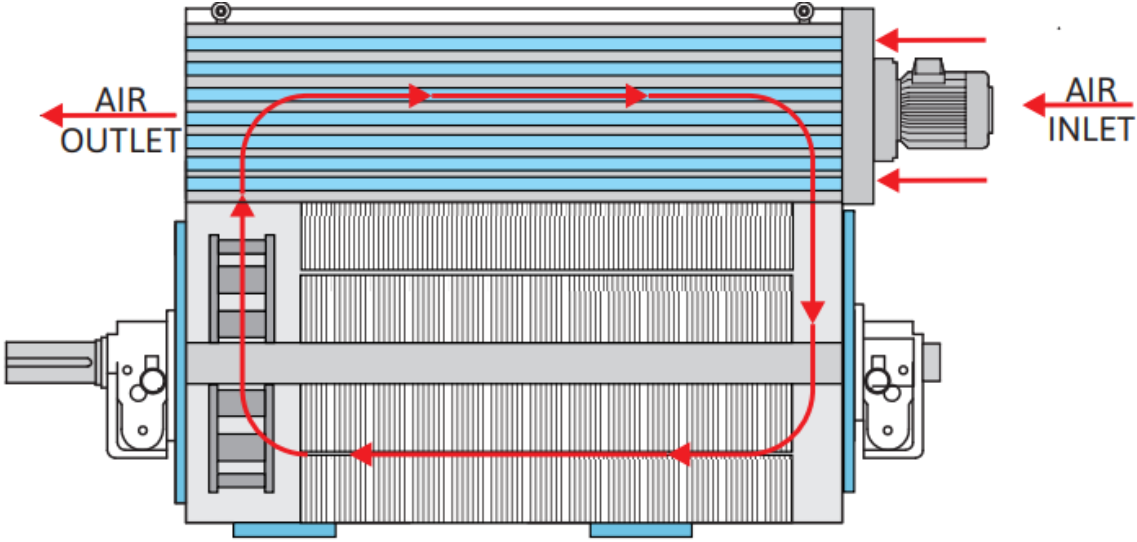
- Bu tip soğutma sistemlerinde motoru soğutmada kullanılan hava ortamdaki değil ayrı bir rezervuardan alınır.
- Makina ortam havası ile değil rezervuardan gelen hava ile doğrudan temas halindedir.
- IC 17 sistemlerinde hava doğrudan ortama bırakılırken, IC 37 sistemlerinde hava bir rezervuara aktarılmaktadır.
- Doğal taşınım yerine cebri taşınımın etkisi daha baskındır.

IC 611 (eski adıyla IC 0161)



- Generatör içerisindeki havanın şafta entegre bir fan aracılığıyla sirküle edildiği soğutma sistemidir.
- Makinanın ortam havası ile teması yoktur.
- Makina içerisindeki hava, bir hava/ hava eşanjörü vasıtasıyla soğutulur. Ortam havası yine şafta entegre bir fan aracılığıyla eşanjör içerisindeki borulara basılır.
- Doğal taşınım yerine cebri taşınımın etkisi daha baskındır.

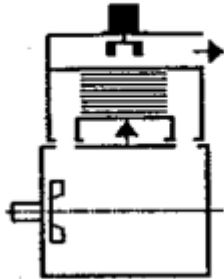
IC 616



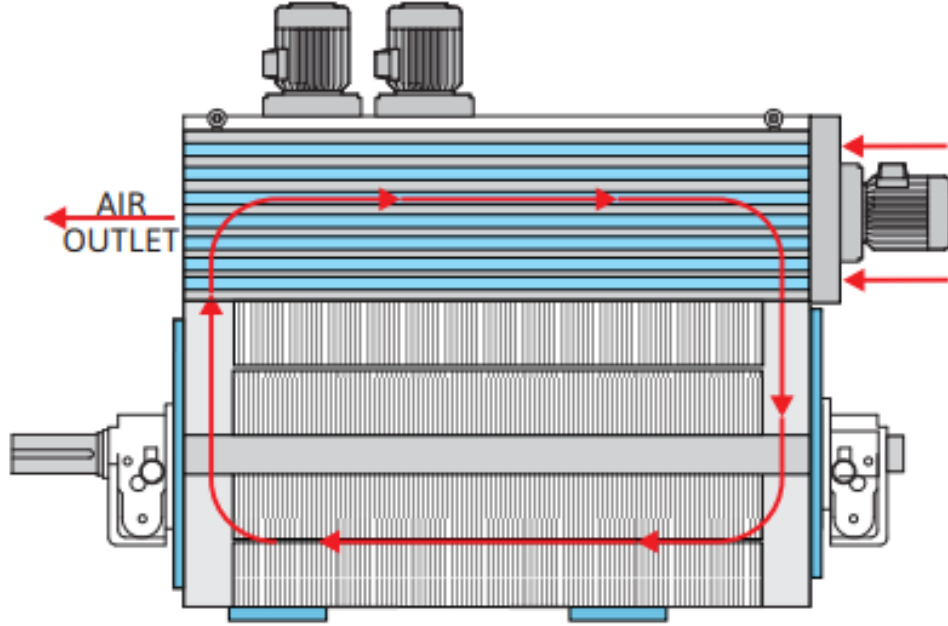
- IC 616 soğutma sisteminin IC 611 soğutma sisteminden yegane farkı, ortam havasının eşanjör içerisindeki borulara harici bir fan aracılığıyla basılmasıdır.

IC616

IC6A1A6

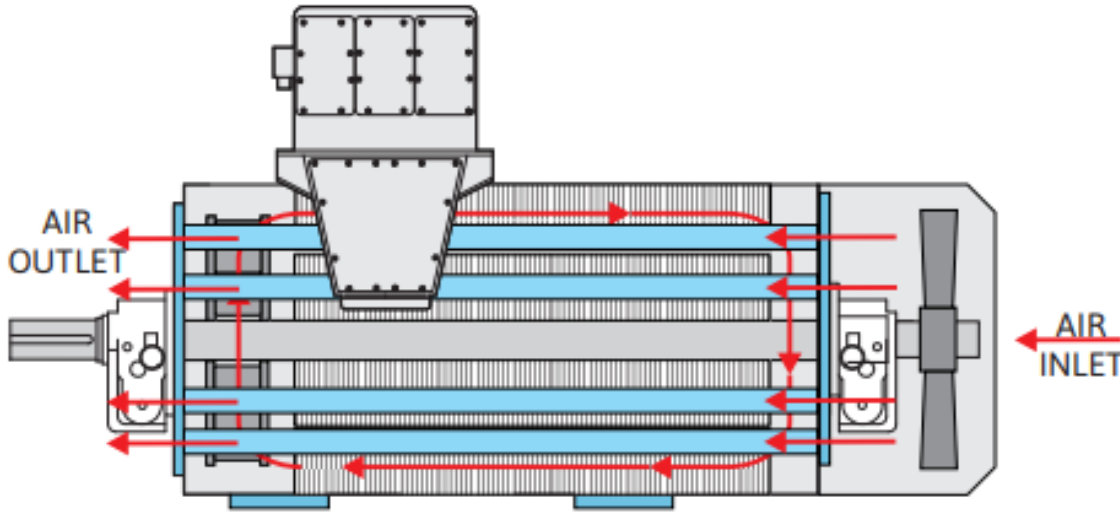


IC 666



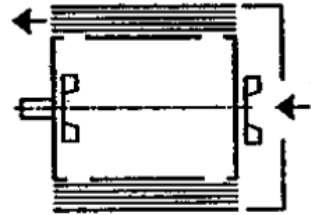
- IC 666 tipi soğutma sistemlerinde hem ortam havasının eşanjör içerisindeki borulara basılması işlemi hem de generatör içerisindeki hava sirkülasyonunun sağlanması birbirinden bağımsız harici fanlar aracılığıyla gerçekleştirilir.

IC 511



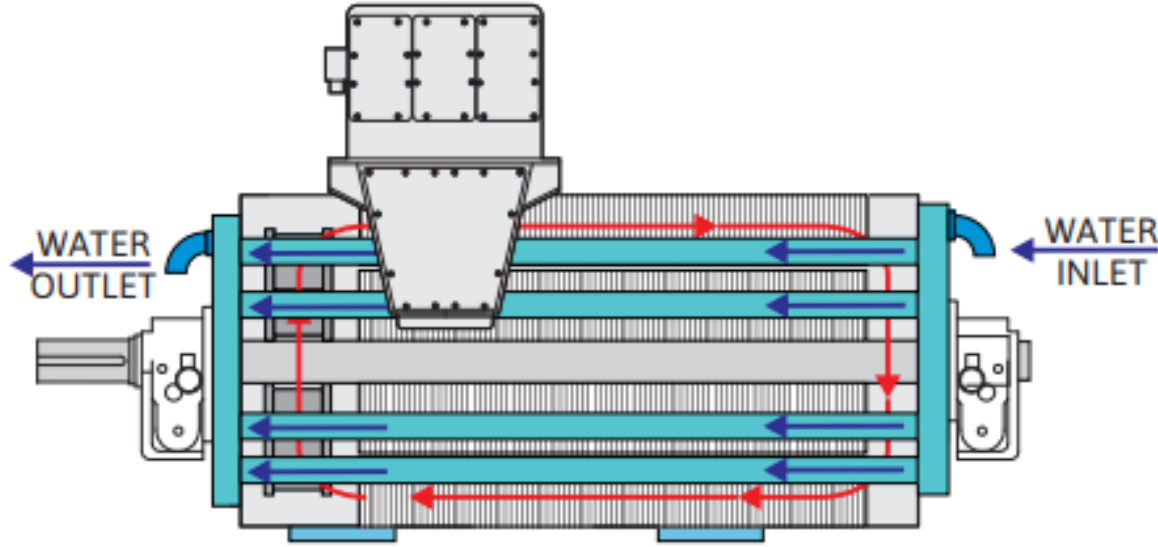
IC511

IC5A1A1



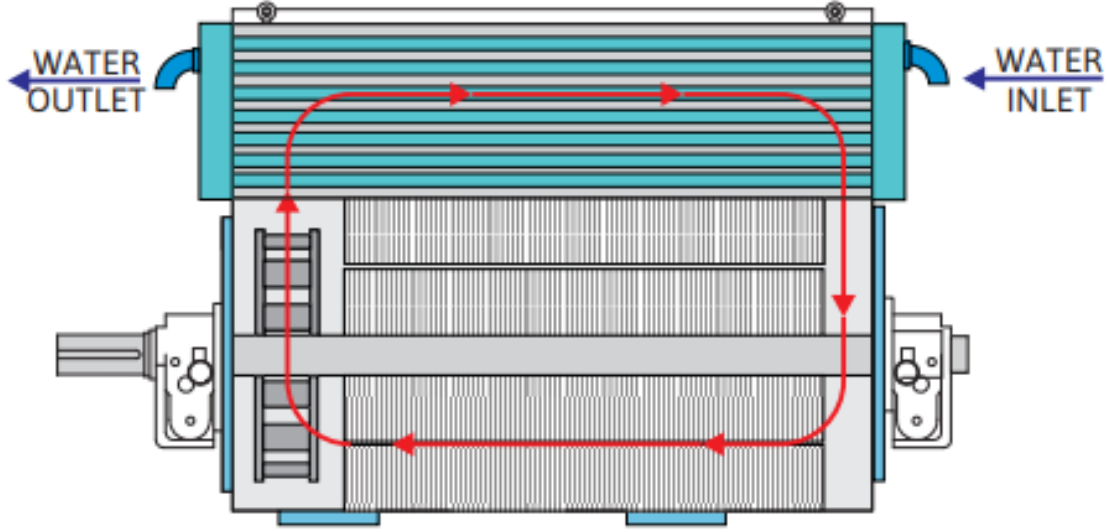
- Bu tip soğutma sistemlerinde ortam havası, şafta entegre bir fan aracılığıyla stator etrafında bulunan borulara üflenmektedir.
- Generatör içerisindeki hava sirkülasyonu da yine şafta entegre bir başka fan tarafından sağlanmaktadır.
- IC 611 tip soğutma sisteminden en önemli farkı, eşanjörlerin ayrı bir bölmeye değil, doğrudan statorun çevresine yerleştirilmesidir.

IC 31 W

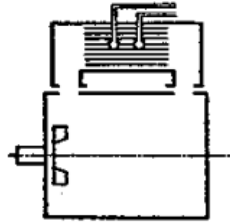


- IC 31 W tip sistemlerde, IC 511 ile benzer şekilde statorun etrafında yer alan borular bulunmaktadır.
- IC 511 ile aralarındaki temel fark, borulardan hava yerine su akışı gerçekleşmesidir.
- Suyun ısı sığasının yüksek olmasından kaynaklı olarak borulardan akan su yalnızca sistemde sirkülasyon halinde olan havayı değil, iletim yoluyla doğrudan stator nüvesini de belirli miktarda soğutmaktadır.

IC 81 W

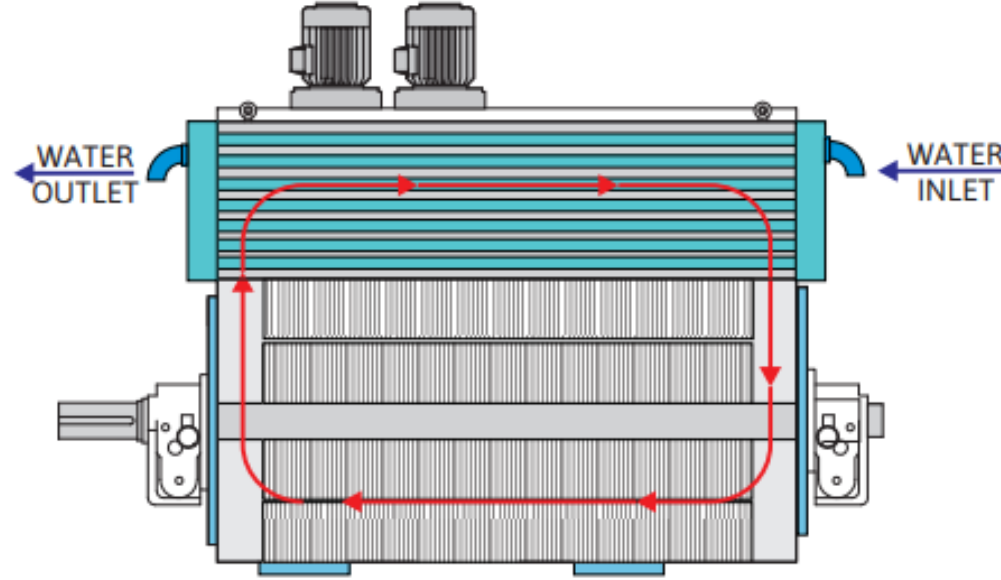


IC81W IC8A1W7

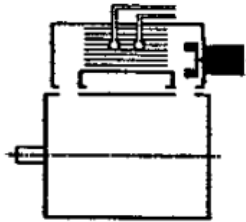


- IC 81 W tip sistemler, generatör içerisindeki hava sirkülasyonunun şafta entegre bir fan aracılığıyla gerçekleştirildiği, soğutmada kullanılan kapalı çevrim havanın sıcaklığının ayrı bir bölmede yer alan hava/su eşanjörleri vasıtasıyla düşürülerek tekrar generatöre basıldığı soğutma sistemleridir.

IC 86 W



IC86W IC8A6W7



- Bu tip sistemlerin, IC 81 W tip sistemler ile temel farklılığı, generatör içerisindeki hava sirkülasyonunun şafta entegre bir fan aracılığıyla değil harici fanlar kullanılarak gerçekleştirilmesidir.
- Özellikle şaft hızı sabit olmayan sistemlerde, şaft hızının düşük olduğu durumlarda soğutma performansında bir düşüş yaşanmamasını garanti etmek anlamında ciddi bir avantaj sağlamaktadır.