LEI DOS VENTILADORES:

Fonte:

<http://www.solerpalau.pt/formacion_01_15.html#1>

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Na norma [UNE 100-230-95](http://www.solerpalau.pt/normativa_04_01.html) , que trata deste assunto, encontramos o seguinte: Se um ventilador deve funcionar em condições diferentes das testadas, não é prático nem econômico efetuar novos testes para determinar as suas prestações. Mediante o uso de um conjunto de equações designado com o nome de LEIS DOS VENTILADORES é possível determinar, com boa precisão, as novas prestações a partir dos testes efetuados em condições normalizadas. Ao mesmo tempo, estas leis permitem determinar as prestações de uma série de ventiladores geometricamente semelhantes a partir das características do ventilador testado. As leis dos ventiladores estão indicadas, sob forma de relação de magnitudes, em equações que se baseiam na teoria da mecânica de fluidos e a sua exatidão é suficiente para a maioria das aplicações, desde que o diferencial de pressão for inferior a 3 kPa, acima do qual é preciso ter em conta a compressibilidade do gás. Com o intuito de precisar um pouco mais o que expõe a norma UNE, poderíamos dizer que quando um mesmo ventilador é submetido a regimes distintos de marcha ou são alteradas as condições do fluido que transfere, podem ser calculados previamente os resultados que obteremos a partir dos conhecidos, por meio de umas leis ou relações simples que também são de aplicação quando se tratar de uma série de ventiladores homólogos, isto é, de dimensões e características semelhantes que se mantêm ao variar o tamanho ao passar de uns deles a qualquer outro da sua mesma família. Estas leis baseiam-se no facto que dois ventiladores de uma série homóloga têm homólogas as suas curvas características e para pontos de trabalho semelhantes têm o mesmo rendimento, mantendo-se então interrelacionadas todas as razões das outras variáveis. As variáveis de um ventilador são a velocidade de rotação, o diâmetro da hélice ou rolete, as pressões total, estática e dinâmica, o fluxo, a densidade do gás, a potência absorvida, o rendimento e o nível sonoro. As normas internacionais ISO, 5801-96 (E) e WD 13348-1998, a estas variáveis atribuem os seguintes símbolos e unidades, que aqui usaremos para ilustrar as definições e aplicações.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Símbolo**  | **Conceito**  | **Unidade**  |
| Dr | Diâmetro hélice/rotor | m |
| Lwt | Nível Potencia total sonora | dB |
| n  | Velocidade rotacional | s-1  |
| Pr  | Potência mecânica fornecida ao ventilador | W |
| Pf | Pressão do ventilador | Pa |
| qv | Fluxo de entrada | m³/s-1 |
| r | Densidade | kg/m-3 |

 |

Além disso, devemos ter em conta, antes de aplicar as leis dos ventiladores que os valores conhecidos sejam os de um aparelho da mesma família a trabalhar nas mesmas condições sob as quais queremos determinar os novos valores, e que as condições do ventilador considerado sejam todas proporcionais às correspondentes do tomado como ponto de partida e cujos valores reais de teste sejam conhecidos. Também é necessário que a velocidade do fluido dentro do ventilador seja proporcional de um a outro e para o qual deve ser verificado que a razão entre a velocidade periférica de dois pontos de um rolete seja a mesma que a de entre dois pontos semelhantes do outro rolete. À medida que vamos expor as leis que regem para as variações dos ventiladores, desenvolveremos exemplos de aplicação para facilitar a sua compreensão

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|

|  |
| --- |
| http://www.solerpalau.pt/images/formacion/Ffitxa21_ilus1.gif |
| Fig. 1. Variação do diâmetro |

 |

 |
|   |
|   |
|   |
|

|  |  |
| --- | --- |
|   | **1. Exemplo de aplicação** |

 |
|   |
|   |
|   |
|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| As fórmulas para a mudança de diâmetro devem ser usadas com precaução, já que apenas são válidas se os ventiladores que relacionam são rigorosamente semelhantes. Na prática sempre há desvios de semelhança, que não são apreciados ostensivamente e mais ainda quando se trata de aparelhos da mesma família. Suponhamos um ventilador de 450 mm de diâmetro dá 5.000 m³/h a 12 mm ca com um nível sonoro de 65 db (A) e que absorve da rede 480 W. Que fluxo, pressão, ruído e potência sonora terá outro aparelho semelhante de 630 mm 0? A aplicação das equações do quadro anterior resolve o problema:

|  |
| --- |
| **O ventilador de 630 mm terá:** |
|

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Fluxo qv = 5.000  |

|  |
| --- |
| 630³ |
|   |
| 450³ |

 |  =13.720 m³/h |

 |
|

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Pressão PF = 22  |

|  |
| --- |
| 630² |
|   |
| 450² |

 |  = 43 mm c.d.a. |

 |
|

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Potência absorvida = 480  |

|  |
| --- |
| 6305 |
|   |
| 4505 |

 |  = 2.582 W |

 |
|

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nível sonoro Lwt = 65 + 70 log  |

|  |
| --- |
| 630 |
|   |
| 450 |

 |  = 75 dB (A) |

 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|

|  |
| --- |
| http://www.solerpalau.pt/images/formacion/Ffitxa21_ilus2.gif |
| Fig. 2. Variação da velocidade |

 |

 |

 |
|   |
| http://www.solerpalau.pt/images/common/arrow_010.gif |
|   |
|   |
|   |
|

|  |  |
| --- | --- |
|   | **2. Exemplo de aplicação** |

 |
|   |
|   |
|   |
|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Seja um ventilador que, girando a 1.400 rev/min, dê um fluxo de 15.000 m³/h a uma pressão de 22 mm ca instalado num sistema determinado. A potência absorvida e a potência sonora sejam respectivamente 1.500 W e 88 dB (A). Perguntamos, que pressão e fluxo daria girando a 2.000 rev/min? Quanto consumiria então? E o ruído, que valor alcançaria?

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Fluxo qv = 1.500  |

|  |
| --- |
| 2.000 |
|   |
| 1.400 |

 |  = 2.143 m/h |  |

 |
|

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Pressão PF = 22  |

|  |
| --- |
| 2.000² |
|   |
| 1.400² |

 |  = 44,9 mm c.d.a. |

 |
|

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Potência Pr = 1.500  |

|  |
| --- |
| 2.000³ |
|   |
| 1.400³ |

 |  = 4.373 W |

 |
|

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nível potência sonora Lwt = 88 + 50 log  |

|  |
| --- |
| 2.000 |
|   |
| 1.400 |

 |  = 95,7 dB (A) |

 |

 |

 |
|   |
| http://www.solerpalau.pt/images/common/arrow_010.gif |
|   |
|   |
|   |
|

|  |  |
| --- | --- |
|   | **3. Exemplo de aplicação** |

 |
|   |
|   |
|   |
|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Com estas mesmas fórmulas é possível resolver um problema muito comum na prática. Suponhamos que depois de ter feito uma instalação com um ventilador determinado verificamos que rende um fluxo de 2.300 m³/h em vez dos 3.000 que exigia o caderno de encargos. Se actualmente o ventilador girar a 800 rev/min questionamo-nos o seguinte: A que velocidade deverá girar o aparelho para cumprir as especificações? Em que proporção aumentará a potência absorvida pelo motor? Quanto aumentará o ruído? Separando "n" da fórmula do fluxo, teremos:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n = n0   |

|  |
| --- |
| qv |
|   |
| qv0 |

 |  = 800  |

|  |
| --- |
| 3.000 |
|   |
| 2.300 |

 |  = 1.043 rev/min |

Ou seja, se podemos aumentar a velocidade do ventilador até 1.043 rev/min, obteremos os 3.000 m³/h desejados. Mas a potência consumida será muito maior, dado que será multiplicada por 2,22 o que implicará mudar o motor.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |
| --- |
| Pr |
|   |
| Pr0 |

 |  =  |

|  |
| --- |
| 1043³ |
|   |
| 800³ |

 |  = 2.22 |

O ruído aumentará em:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lwt - Lwt0 = 50 log  |

|  |
| --- |
| 1.043 |
|   |
| 800 |

 |  = 5,8 db(A) |

o que, conforme os casos, pode ser preocupante.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|

|  |
| --- |
| http://www.solerpalau.pt/images/formacion/Ffitxa21_ilus3.gif |
| Fig. 3. Variação da densidade |

 |

 |

 |
|   |
| http://www.solerpalau.pt/images/common/arrow_010.gif |
|   |
|   |
|   |
|

|  |  |
| --- | --- |
|   | **4. Exemplo de aplicação** |

 |
|   |
|   |
|   |
|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| As curvas características dos ventiladores que figuram no catálogo são dadas a condições normais de pressão atmosférica, temperatura e humidade. Isto significa que se refere a um ar normal padrão com uma densidade de 1,2 kg/m³. Em muitas ocasiões os aparelhos trabalham em condições distintas das normais, como é o caso de um ventilador dentro de uma câmara de congelamento com um ar de uma densidade muito maior da normal. Ou um ventilador instalado em México DC onde a pressão atmosférica é muito menor e pela circunstância da altitude moverá um ar de densidade inferior a normal. Seja, por exemplo, um ventilador que em condições normais dá 5.000 m³/h, 22 mm ca de pressão, que gasta 480 W e tem um nível de potência sonora de 65 db (A). Quanto renderá este ventilador dentro de uma câmara frigorífica a -35 ºC? Devemos calcular primeiro a densidade o que se traduz em que a densidade é inversamente proporcional às temperaturas absolutas. r (273 - 35) = 1,2 (273 + 20) = 1,48 kg/m³Aplicando agora as fórmulas do quadro correspondente, teremos:

|  |
| --- |
| q = 5.000 m³/h  |
|

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| p = 20   |

|  |
| --- |
| 1,48  |
|   |
| 1,2 |

 |  = 27,1 mm c.a.  |

 |
|

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| P = 480   |

|  |
| --- |
| 1,48  |
|   |
| 1,2 |

 |  = 592 W |

 |
|

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| L = 65 + 20 log  |

|  |
| --- |
| 1,48 |
|   |
| 1,2 |

 |  = 66,8 dB |

 |

É preciso observar que embora o aumento de pressão possa parecer vantajoso nalguns casos, a característica resistente do sistema aumenta na mesma proporção pelo que desaparece a vantagem do aumento de pressão. Quanto à potência, sim devemos ter em conta o aumento experimentado, embora no caso concreto de aumento de densidade por diminuição de temperatura, o motor não reaquecerá em excesso por desfrutar de uma maior refrigeração, se a realizar com o ar frio. Em qualquer caso é aconselhável controlar o gasto do motor. As fórmulas dos quadros anteriores podem ser resumidas nos dois a seguir, que nos permitem calcular o fluxo, a pressão, a potência e o ruído de um ventilador alterando vários parâmetros ao mesmo tempo.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|

|  |
| --- |
| http://www.solerpalau.pt/images/formacion/Ffitxa21_ilus4.gif |
| Fig. 4. Variação de vários parâmetros |

 |

Todas estas fórmulas até agora resolvem o problema directo, em efeito variando magnitudes independentes como são o diâmetro, a velocidade e a densidade, permitem-nos encontrar o resultado aerodinâmico e acústico consequência de tais variações, isto é, encontramos o fluxo, pressão e nível sonoro. Mas algumas vezes é prático poder resolver o problema inverso, como por exemplo: Que diâmetro deverá ter um ventilador para conseguir tal fluxo e tal pressão? A que velocidade deverá girar o aparelho? As fórmulas do quadro seguinte resolvem alguns destes casos inversos, embora devamos mencionar que provêm das anteriores, sem mais que separar as magnitudes que temos que calcular.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|

|  |
| --- |
| http://www.solerpalau.pt/images/formacion/Ffitxa21_ilus5.gif |
| Fig. 5. Variação de várias prestações |

 |

 |

 |
|   |
|  |