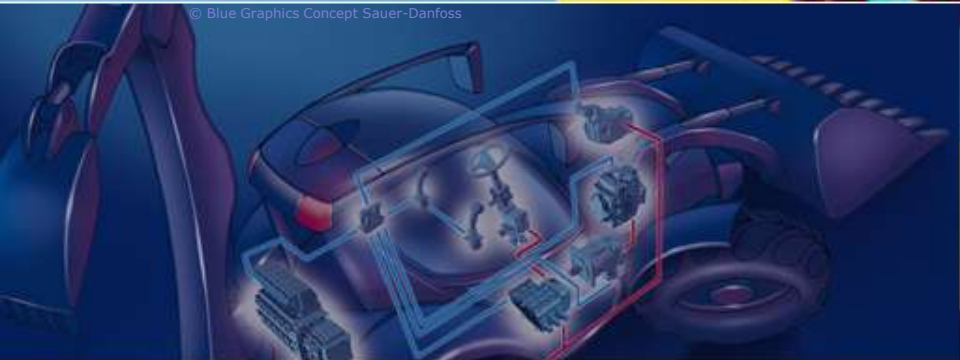


Hydraulic Fan Drive System

Hydraulické pohony ventilátorov



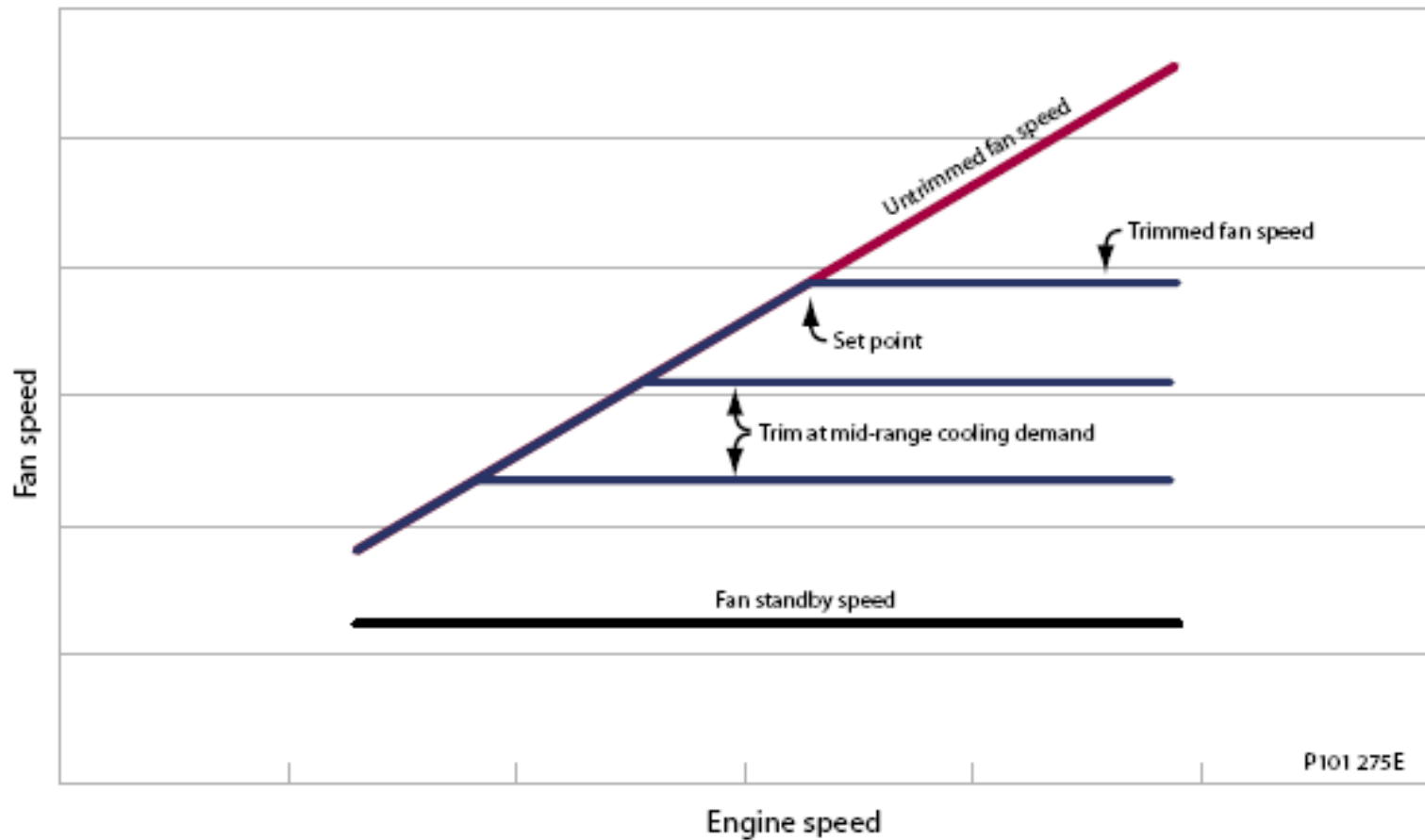
Ing. Vladimír Rusnák, PhD.

Praha, 6.6. 2012

Regulované chladenie



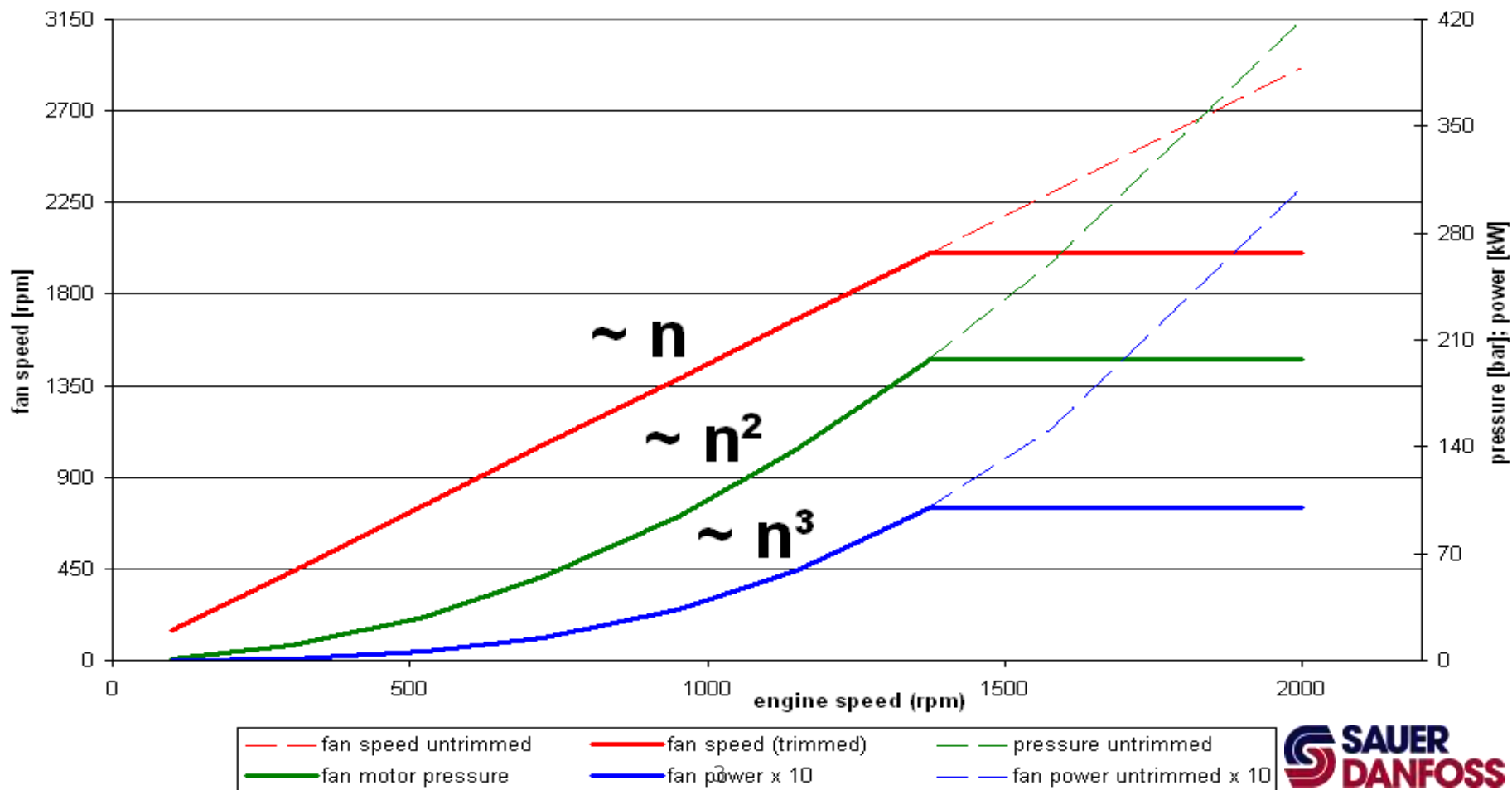
Fan Speed vs Engine Speed



Záťažové krivky Fan Drive

Spotreba výkonu ventilátora rastie s treťou mocninou jeho otáčok

Fan curves vs engine speed, trimmed
ideal situation



Prečo regulovať rýchlosť

Fan Drive?



Ventilátor sa točí pri požadovanej rýchlosti a chladí podľa potreby

- Nižšia hlučnosť
 - Legislatívne požiadavky
 - Zákaznícka spokojnosť
- Nižšia spotreba paliva
- Nižšia produkcia CO₂
- Stroj získa k dispozícii viac energie
- Montážna flexibilita hydraulického systému

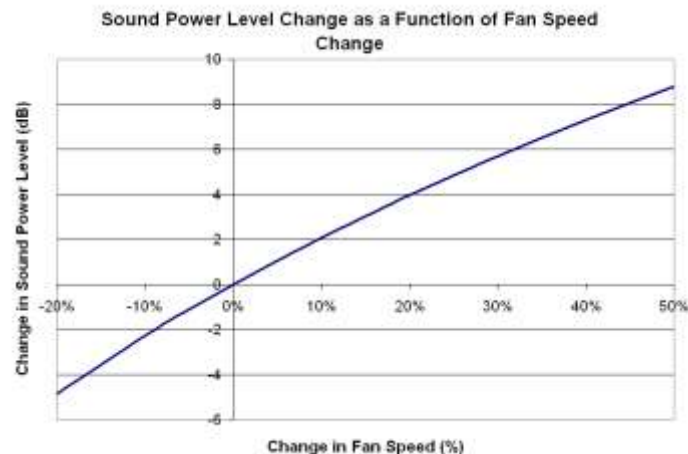


DIRECTIVE 2005/88/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL
of 14 December 2005

amending Directive 2000/14/EC on the approximation of the laws of the Member States relating to the noise emission in the environment by equipment for use outdoors

(c) Fan drive with continuous variable speed

If the fan can work at continuous variable speed, the test shall be carried out either according to 2.1(b) or with the fan speed set by the manufacturer at no less than 70 % of the maximum speed.



Hlučnosť funkciou rýchlosti ventilátora



Zrýchlenie, Hluk $\Rightarrow (N_c/N_b)^5$

$$Lw_c = Lw_b + (50) \log_{10} \left(\frac{N_c}{N_b} \right)$$

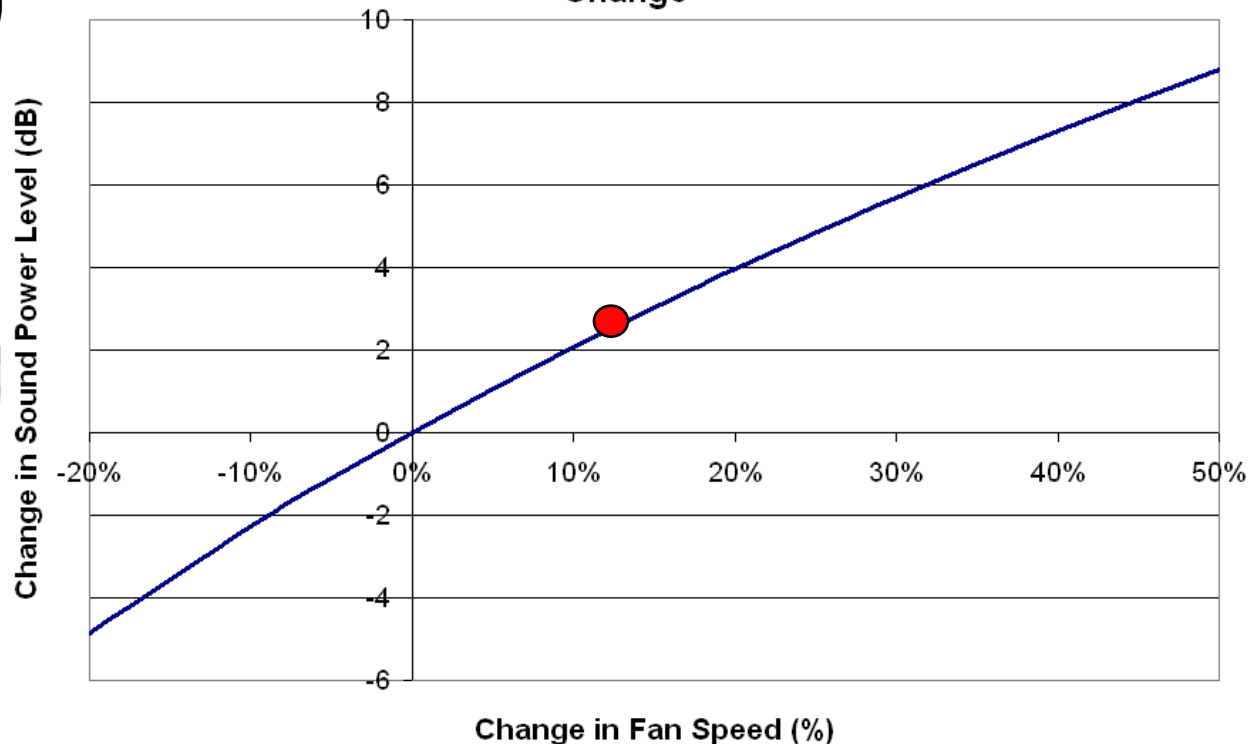
**10%
zvýšenie
rýchlosti**

$$Lw_c = Lw_b + (50) \log_{10} \left(\frac{1.1}{1} \right)$$

$$Lw_c = Lw_b + 2.1dB$$

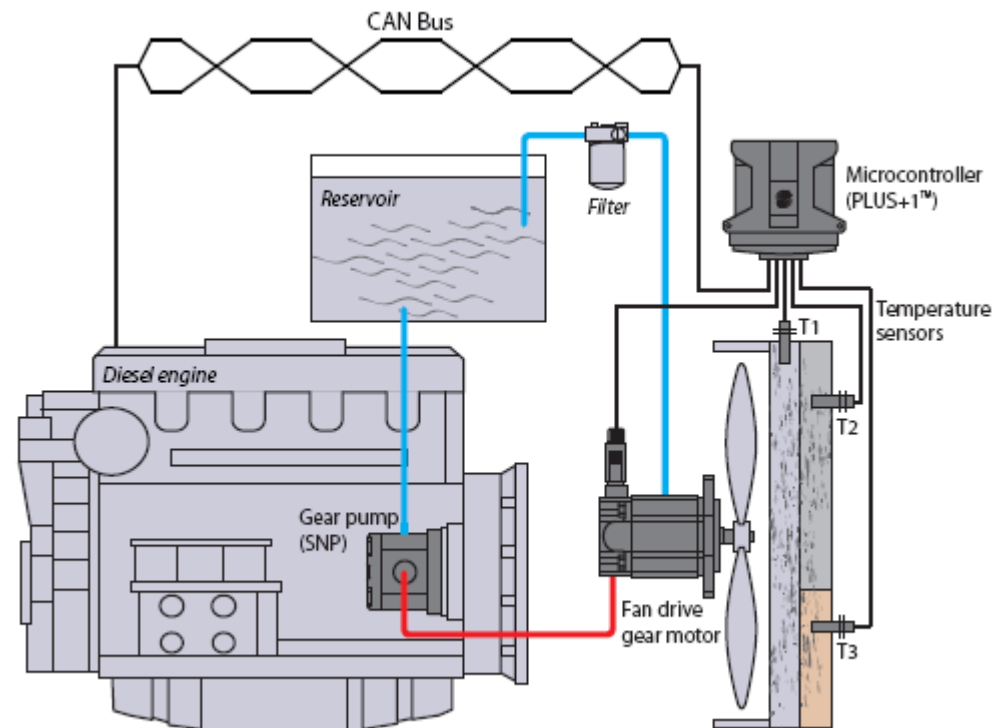
**Zvýšenie
hlučnosti
ventilátor
a o 2.1dB**

Sound Power Level Change as a Function of Fan Speed Change

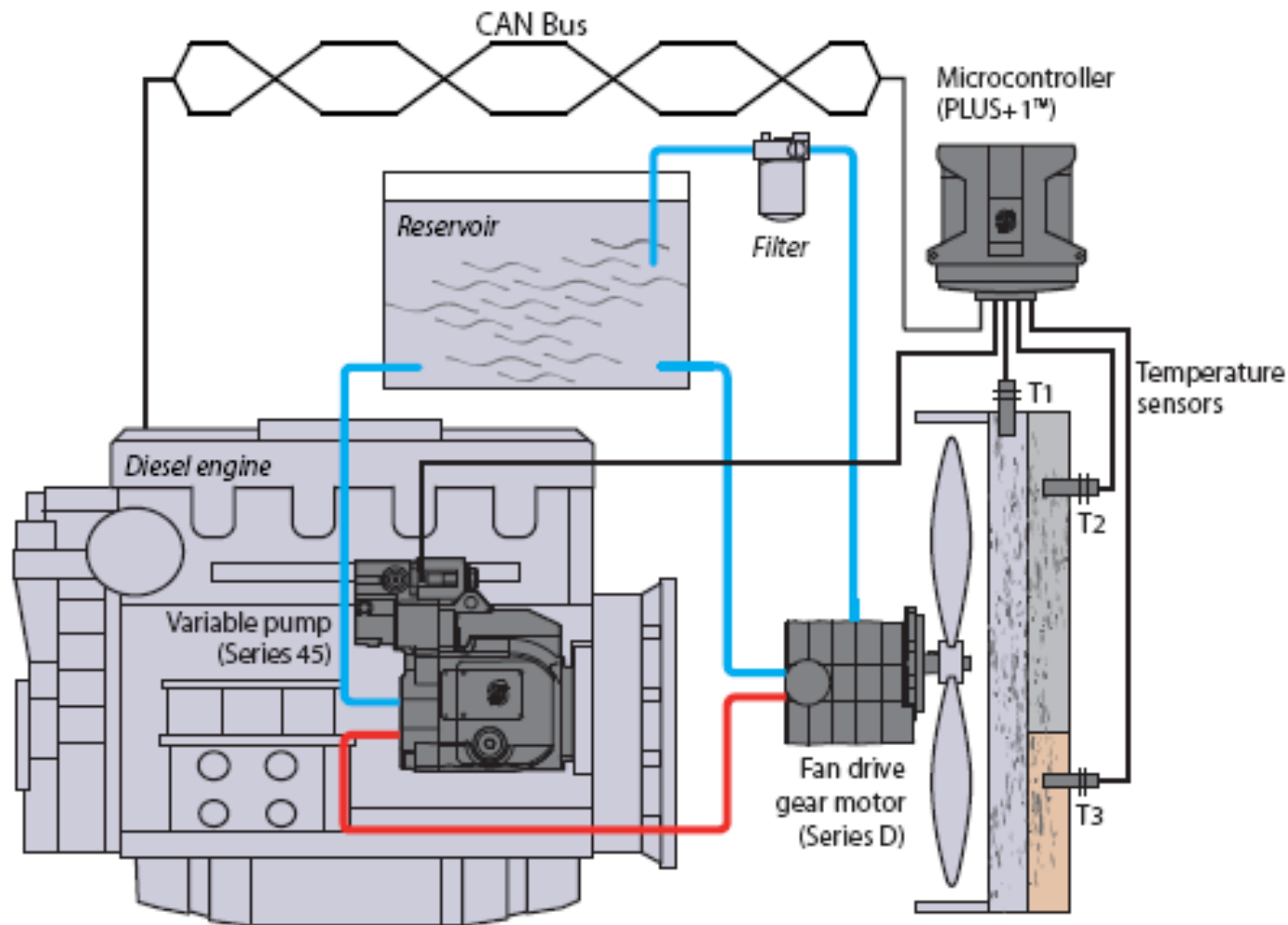




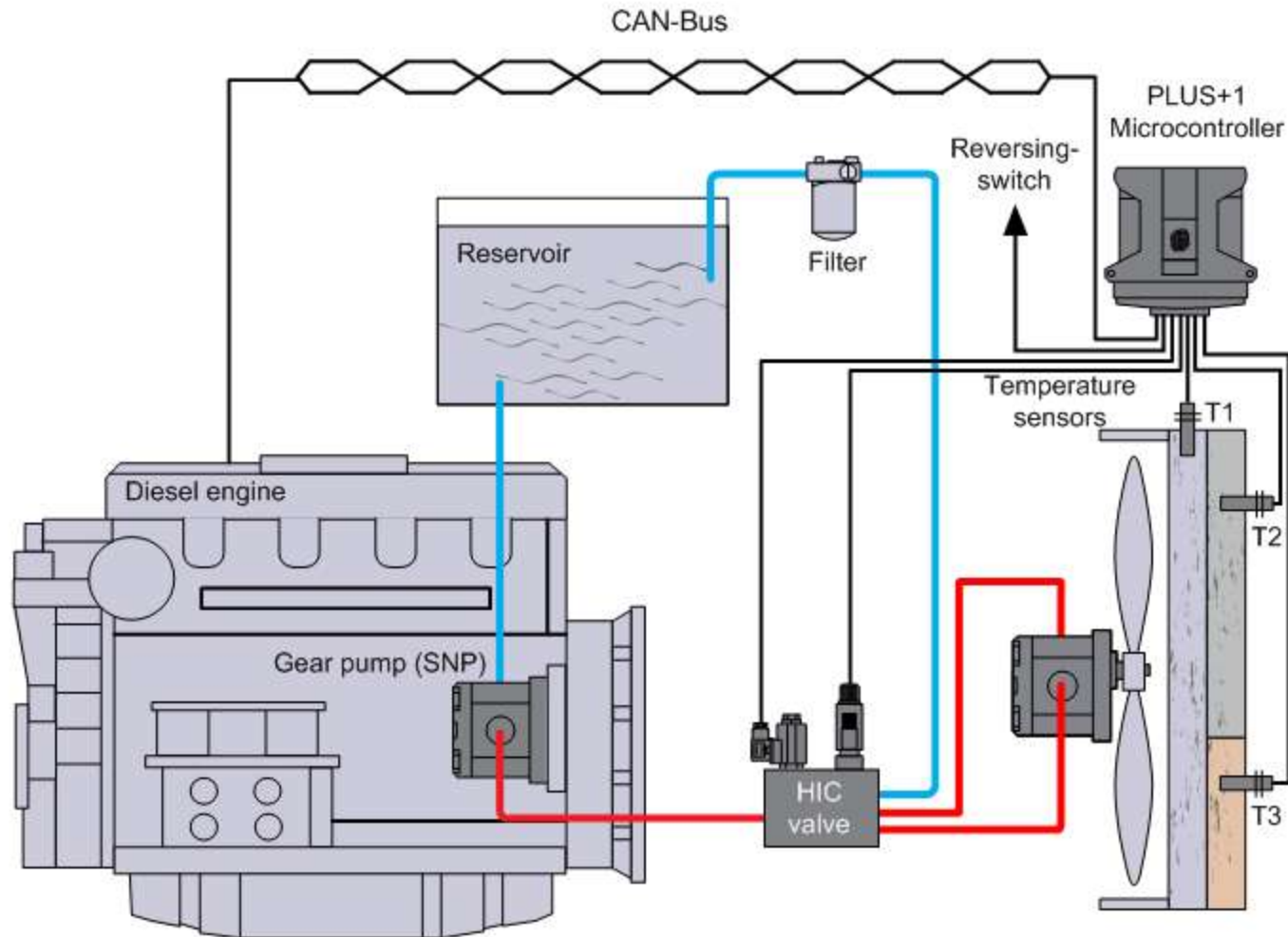
- **Hydrogenerátor**
- **Hydromotor**
- **Riadiaca jednotka**
- **Senzory (snímače)**



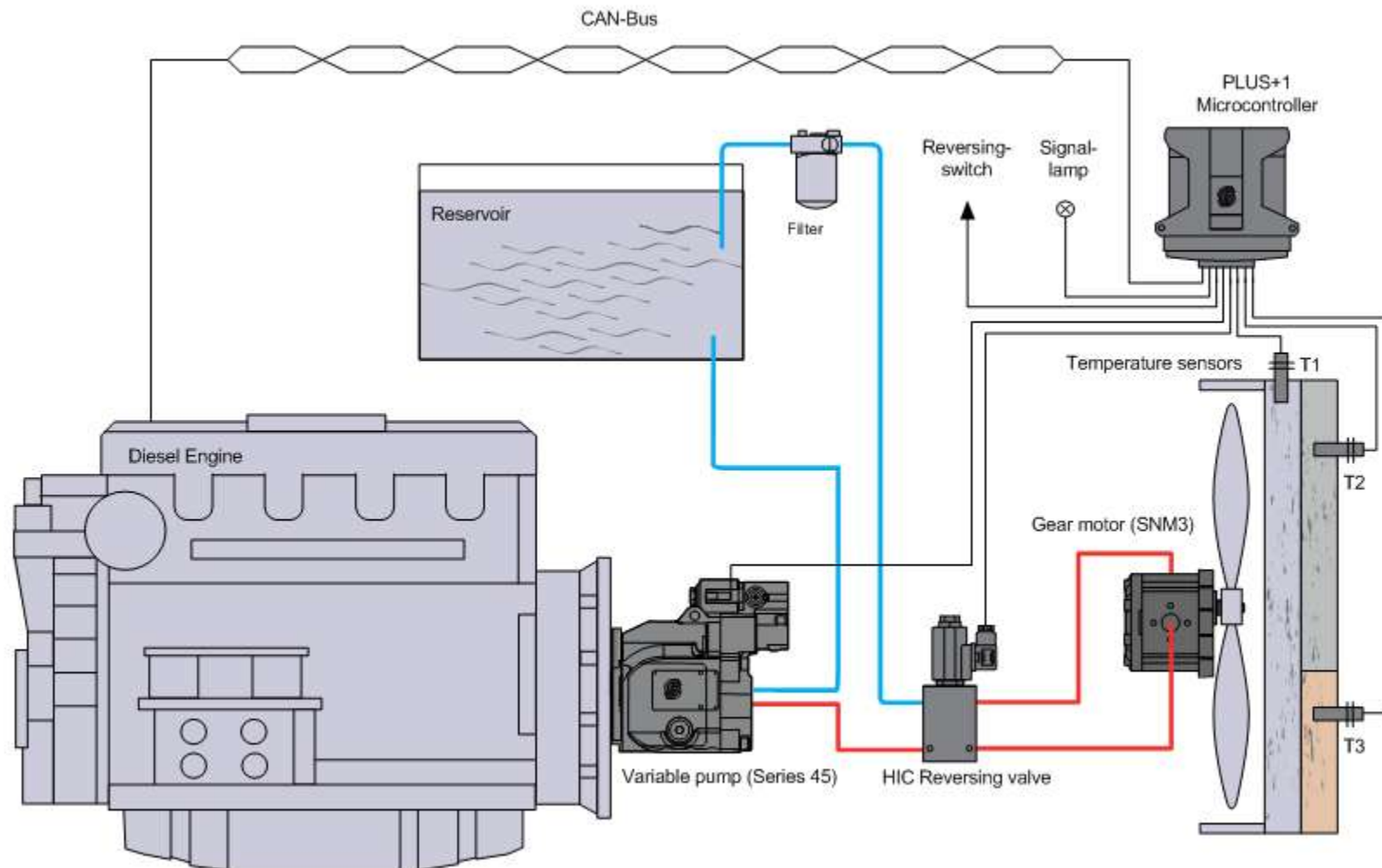
Fan Drive Systém s axiálním piestovým hydrogenerátorom série 45



Fan Drive Systém so zubovým čerpadlom a funkciou spätného chodu (reverz)



Fan Drive Systém s axiálním piestovým hydrogenerátorom série 45 a reverzom



Modulované riešenie Fan Drive s dvojitým zubovým čerpadlom a zubovým hydromotorom



HIC Valve obsahuje:

- Odľahčovací ventil pre zadné zubové čerpadlo
- Proporcionálny obtokový ventil
- Anti-kavitačný ventil
- Ventil pre reverzáciu zubového hydromotora

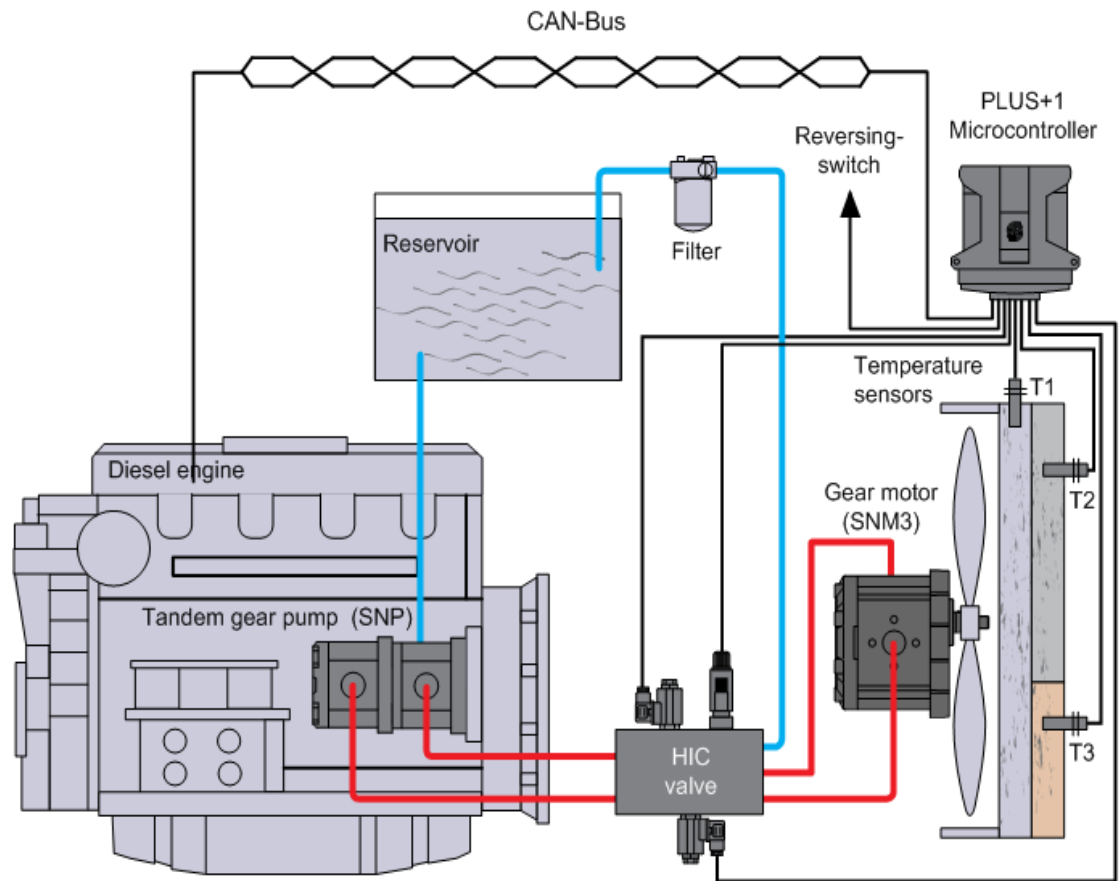
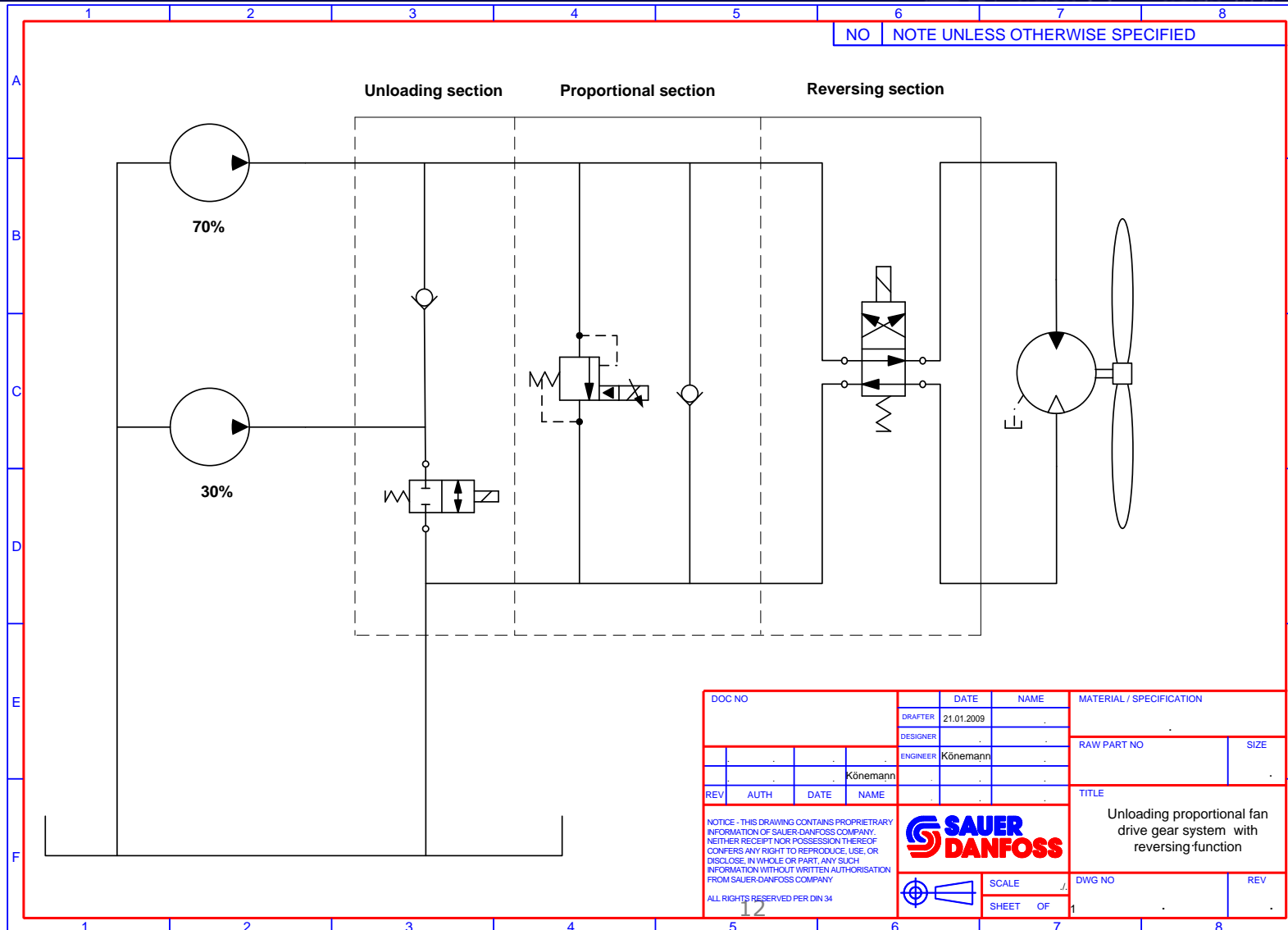



Schéma Fan Drive s dvojitým zubovým čerpadlom



DOC NO		DATE	NAME	MATERIAL / SPECIFICATION	
		DRAFTER	21.01.2009		
		DESIGNER		RAW PART NO	
		ENGINEER	Könemann	SIZE	
REV	AUTH	DATE	NAME	TITLE	
			Könemann	Unloading proportional fan drive gear system with reversing function	
<small>NOTICE - THIS DRAWING CONTAINS PROPRIETARY INFORMATION OF SAUER-DANFOSS COMPANY. NEITHER RECEIPT NOR POSSESSION THEREOF CONFERS ANY RIGHT TO REPRODUCE, USE, OR DISCLOSE, IN WHOLE OR PART, ANY SUCH INFORMATION WITHOUT WRITTEN AUTHORISATION FROM SAUER-DANFOSS COMPANY.</small> <small>ALL RIGHTS RESERVED PER DIN 34</small>					
		SCALE	DWG NO	REV	
		SHEET OF	1		



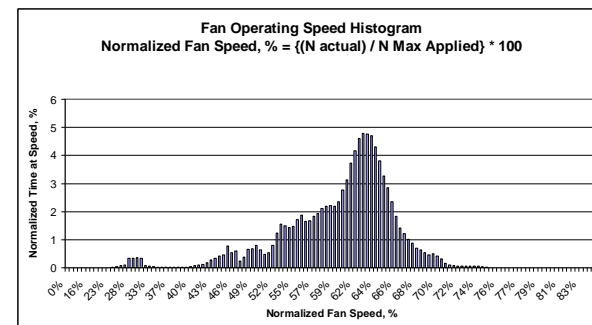


Fan Drive – ovládací systém ventilátora

Keď rýchlosť ventilátora závisí od teploty motora, **pracuje na plné otáčky** len keď je spaľovací motor:

MAXIMÁLNE zaťažený a pri **MAXIMÁLNYCH vonk.** podmienkach:

- Najvyššia vonkajšia teplota
- Najnižší atmosferický tlak
- Najnižšia relatívna vlhkosť,
- Najvyššia nadmorská výška
- Nedostatočné prúdenie vzduchu



Príklad vplyvu vonkajšej teploty na potrebný výkon chladenia

Predpoklad:

- Fan drive je navrhnutý na max. vonkajšiu teplotu 50°C
- Stroj pracuje v Španielsku (Barcelona)
- August je najteplejší mesiac s priemernou teplotou **29°C**
- Je čas okolo obeda a aktuálna teplota okolia dosahuje **41°C**

Month	Average Temperature °C	Average Temperature F
January	10	50
February	13	55
March	13	55
April	16	61
May	18	64
June	21	68
July	25	77
August	29	84
September	22	72
October	18	65
November	16	61
December	12	54

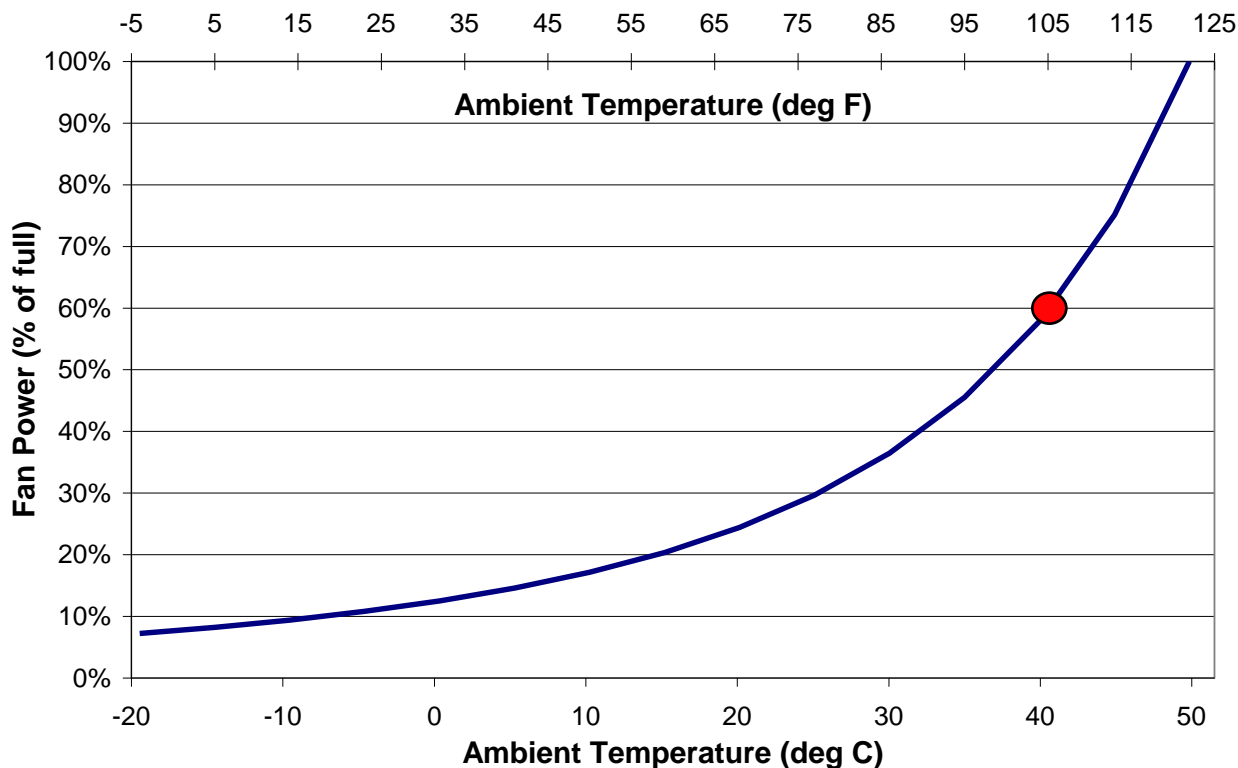
Výkon ventilátora je funkciou teploty



Aký vplyv má vonkajšia teplota?

$$P_{Fan} = \frac{P_{Fan_max}}{\left(\frac{T_{Coolant} - T_{ActualAmb}}{T_{Coolant} - T_{MaxAmbient}} \right)^3}$$

Fan Power as a Function of Ambient Temperature



Podmienky:

Činnosť pri nominálnom výkone motora

$$T_{Coolant} = 100^{\circ}\text{C}$$

$$T_{MaxAmbient} = 50^{\circ}\text{C}$$

Výsledok:

Pri vonk. teplote **41°C** odoberá ventilátor **60%** maximálneho výkonu

Fan Drive Performance Comparison



Výpočtový program



Fan Drive Performance Comparison Tool
version: 1

GENERAL	
Description:	XYZ
Date:	xx.xx.2009

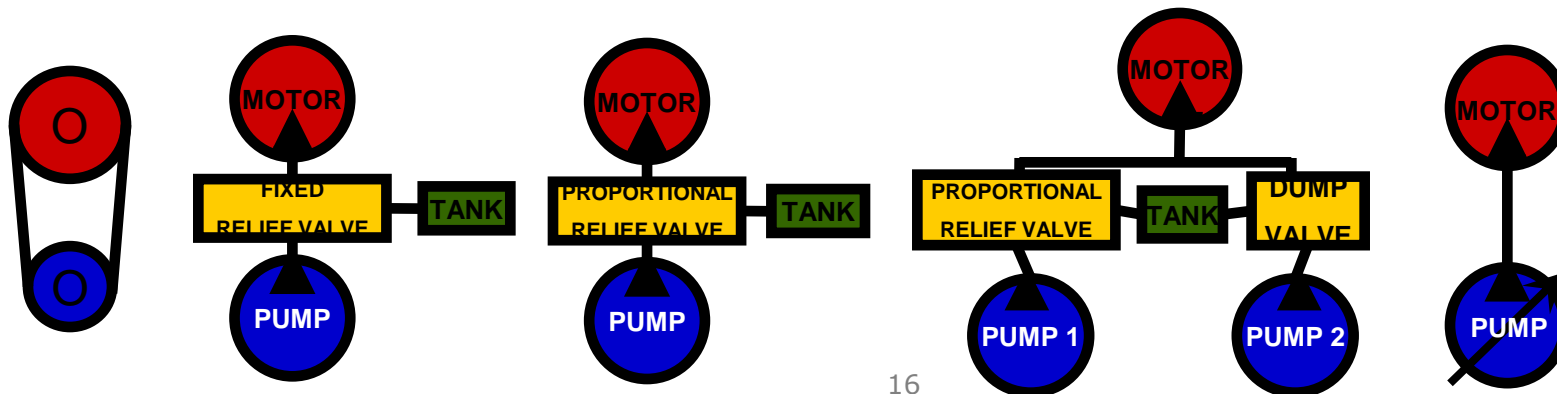
FUEL	
Description:	XYZ
Specific Density (kg/L):	0,83
Price/Liter (EUR):	1,00
Price/Gallon (USD):	2,50

ENGINE	
Description:	XYZ
Max Coolant Temp (C):	100
Engine Speed at Trim Point (rpm):	2520
Engine Speed Assumed Below (rpm):	2520
Specific Fuel Consumption (g/kWh):	215

INSTRUCTIONS	
1. Fill in the yellow cells on this page.	
2. Select the Duty Cycle Data page.	
3. Select the form of the duty cycle data that you intend to enter.	
4. Enter/import the duty cycle.	
5. Fill in all remaining yellow cells on the Duty Cycle Data page.	
6. Select "Run Calculations" from the toolbar that loaded with this application.	

FAN			
Description:		XYZ	
RATED SPECS		TRIM SPECS	
Speed (rpm):	2100	Desired Speed (rpm):	2100
Power (kW):	14,0	Power (kW):	14,0
Ambient Temperature (C):	20	Ambient Temperature (C):	20
Air Density (kg/m ³):	1,20	Air Density (kg/m ³):	1,20

Tested System	Fixed Mechanical	Fixed Hydraulic Pump	Fixed Hydraulic Pump	2 Fixed Hydraulic Pumps	Variable Hydraulic
Fixed Pump + Prop RV		w/ Fixed RV	w/ Proportional RV	w/ Proportional RV	Pump



Výstupy z Performance Comparison

150 kW motor s 14 kW ventilátorom



PF+MF +Fixný PV
Vždy drahší ako pásový systém

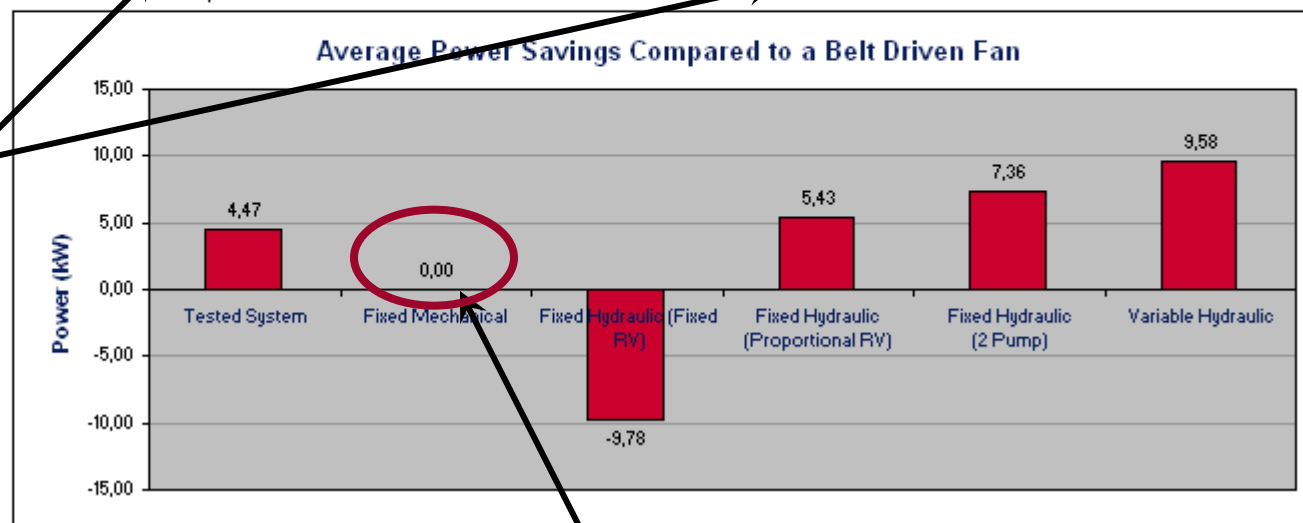
Tandem PF+MF +Proporcionálny PV

PVOC+MF
Najnižšie prevádzkové náklady

AVERAGE SAVINGS**						
Power Savings (kW)	4,47	0,00	-9,78	5,43	7,36	9,58
Fuel Savings (L/year)	1.158,20	0,00	-2.534,28	1.406,46	1.906,98	2.481,20
Cost Savings (EUR/year)	1.158,20	0,00	-2.534,28	1.406,46	1.906,98	2.481,20
Cost Savings (USD/year)	764,60	0,00	-1.673,05	928,50	1.258,93	1.638,01

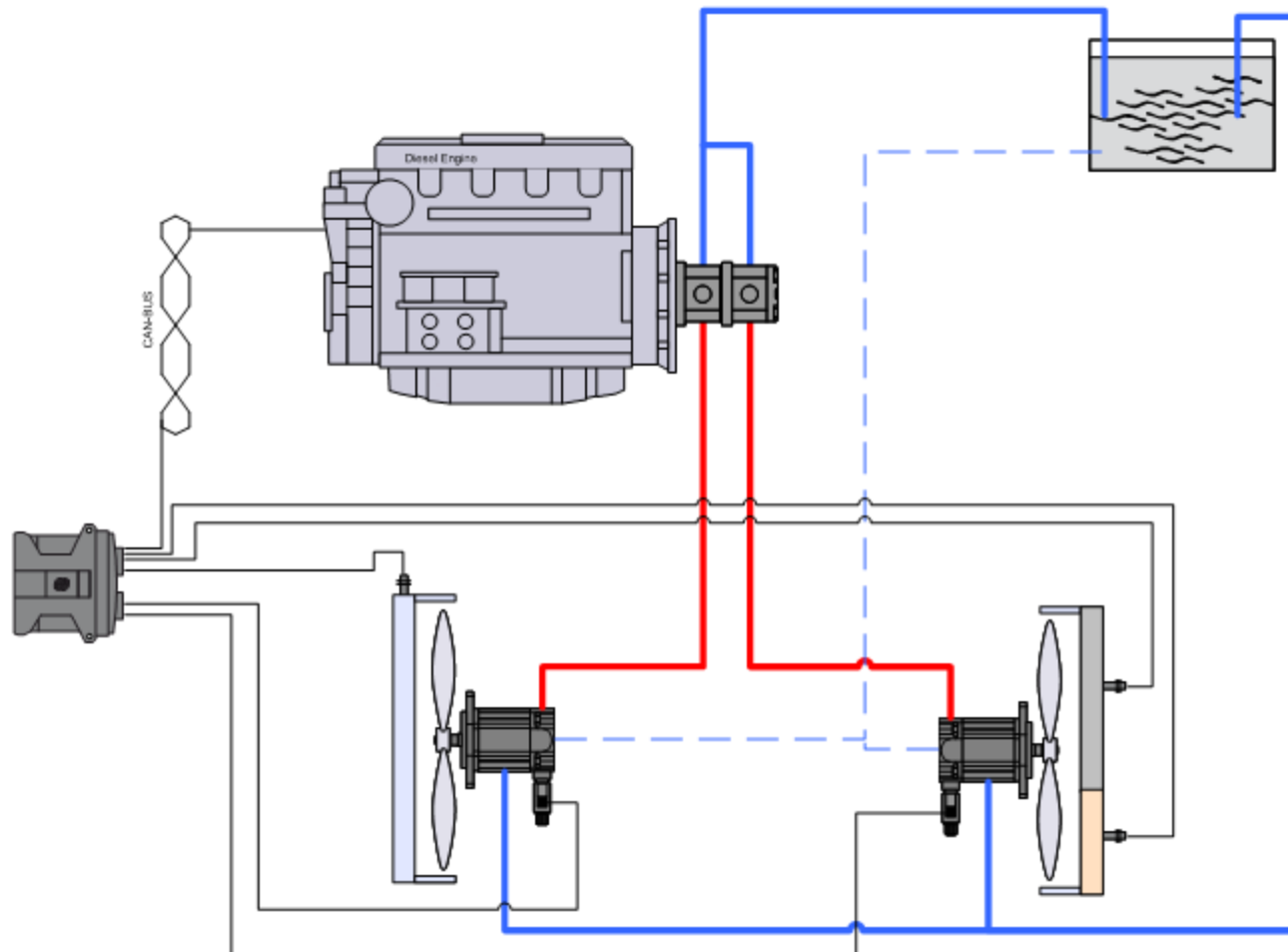
**In comparison to a belt driven fan

PF+MF +Proporcionálny RV
Rozdiel úspor je spôsobený odlišnými teplotami okolia



Výsledky sú porovnávané s pásovým systémom

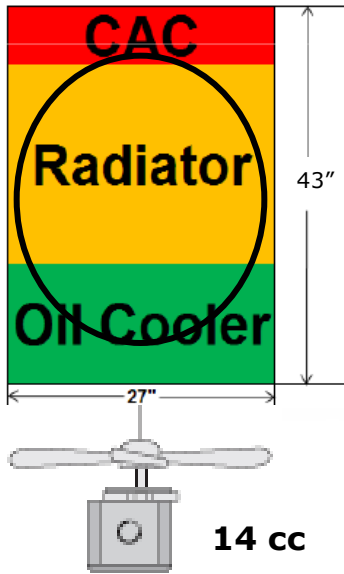
Rozdělený fan drive



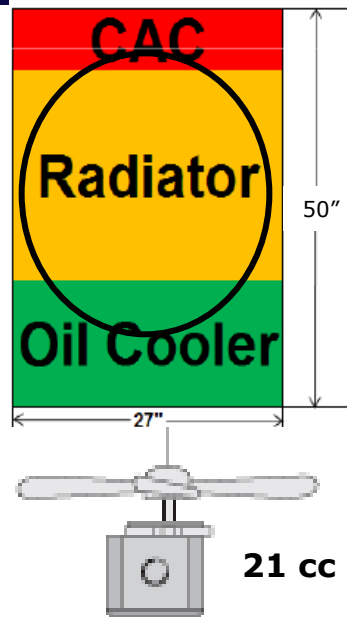
Porovnanie



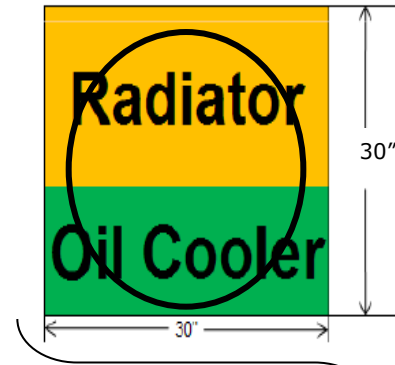
Tier 3



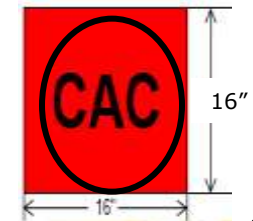
Tier 4



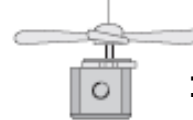
Tier 4



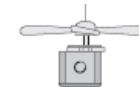
Tier 4



Distributed Fan Drive System



11 cc



8 cc

Fan Power **12.5 HP Max**

3.4 HP Avg

Power
From
engine

22 HP Max

8.1 HP Avg.

23 HP Max

6.3 HP Avg

42 HP Max

15.9 HP Avg

9.6 HP Max

2.6 HP Avg

17.5 HP Max

6.8 HP Avg

1.3 HP Max

0.3 HP Avg

2.5 HP Max

1.0 HP Avg

delta 22 HP

delta 8.1 HP

20 HP

7.8 HP