

Mikrosenzory a mikromechanické systémy Ústav mikroelektroniky FEKT VUT v Brně			Jméno Jakub Charvot	ID 240844
			Ročník 3.	Obor MET
Spolupracoval Radek Kučera	Měřeno dne 12.03. 2024	Odevzdáno dne 19.03. 2024	Hodnocení	
Název zadání Měření atmosférického tlaku				Č. úlohy 4

1 Měření a jeho vyhodnocení

Nejprve jsme měřícím přístrojem (ALMEMO) stanovili možný rozsah měření. V komoře lze dosáhnout tlaků v rozmezí 625,5 až 948,6 mbar.

Tabulka 1: Měřené (p_{ref} , U_{out}) a vypočtené hodnoty.

p_{ref} [mbar]	p_{ref} [kPa]	U_{out} [V]	p_{out} [kPa]	Δ_p [kPa]	δ_{ref} [%]
948,600	94,860	3,657	91,822	-3,038	-3,202
931,500	93,150	3,530	89,000	-4,150	-4,455
911,600	91,160	3,515	88,667	-2,493	-2,735
899,800	89,980	3,468	87,622	-2,358	-2,620
886,600	88,660	3,418	86,511	-2,149	-2,424
872,400	87,240	3,363	85,289	-1,951	-2,236
852,800	85,280	3,290	83,667	-1,613	-1,892
839,000	83,900	3,237	82,489	-1,411	-1,682
826,700	82,670	3,186	81,356	-1,314	-1,590
810,200	81,020	3,132	80,156	-0,864	-1,067
794,200	79,420	3,072	78,822	-0,598	-0,753
787,100	78,710	3,009	77,422	-1,288	-1,636
770,500	77,050	2,978	76,733	-0,317	-0,411
754,400	75,440	2,917	75,378	-0,062	-0,082
738,500	73,850	2,856	74,022	0,172	0,233
722,400	72,240	2,799	72,756	0,516	0,714
706,900	70,690	2,736	71,356	0,666	0,942
690,800	69,080	2,675	70,000	0,920	1,332
673,200	67,320	2,610	68,556	1,236	1,835
659,000	65,900	2,555	67,333	1,433	2,175
640,800	64,080	2,490	65,889	1,809	2,823
626,600	62,660	2,434	64,644	1,984	3,167

1.1 Příklad výpočtu

Hodnoty z přístroje ALMEMO převedeme na kPa.

Vyjdeme ze vztahu z katalogového listu senzoru MPX4115A:

$$U_{out} = V_S \cdot (p_{out} \cdot 0,009 - 0,095) \pm (PressureError \cdot TempErrorFactor \cdot 0,009 \cdot V_S)$$

Pro běžné teploty platí $TempErrorFactor = 1$. Pro námi měřené tlaky pak platí $PressureError(max) = 1,5$ kPa

Jednoduchou úpravou získáme vztah:

$$p_{out} = \frac{\frac{U_{out}}{V_S} + 0,095}{0,009} \pm PressureError$$

Po dosazení prvního řádku tabulky vychází:

$$p_{out} = \frac{\frac{3,657}{5} + 0,095}{0,009} \pm 1,5$$

$$p_{out} = (91,8 \pm 1,5) \text{ kPa}$$

Výpočet chyb měření:

$$\Delta_p = p_{out} - p_{ref}$$

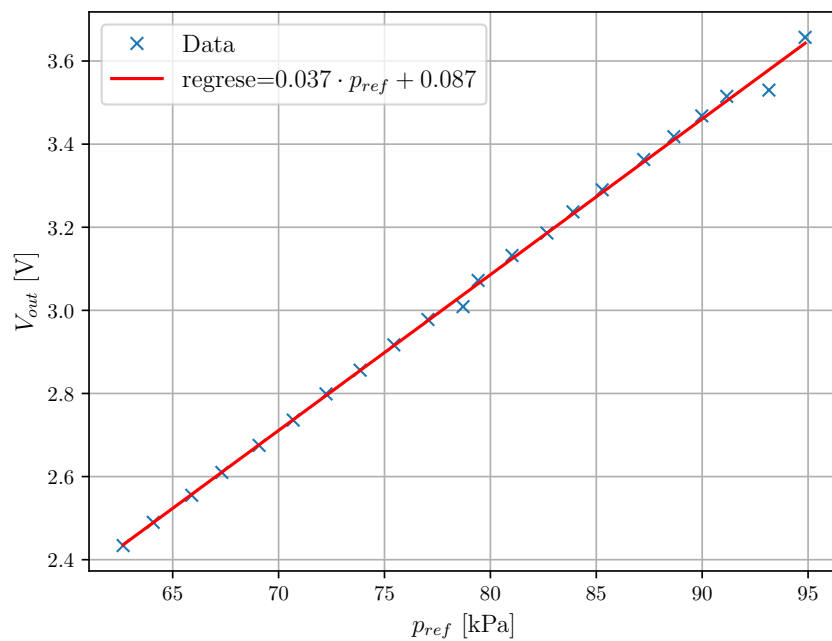
$$\Delta_p = 91,822 - 94,86$$

$$\Delta_p = -3,038 \text{ kPa}$$

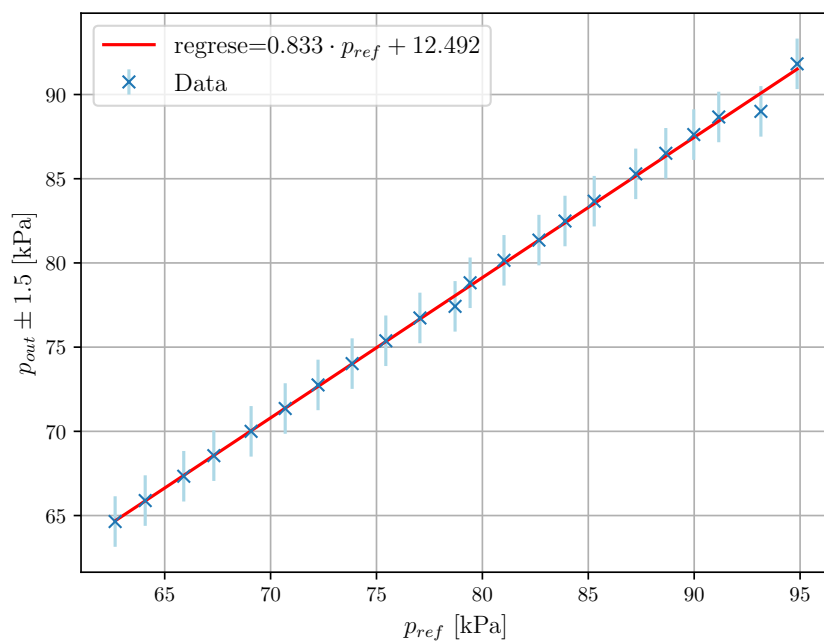
$$\delta_p = \frac{\Delta_p}{p_{ref}} \cdot 100$$

$$\delta_p = \frac{-3,038}{94,86} \cdot 100$$

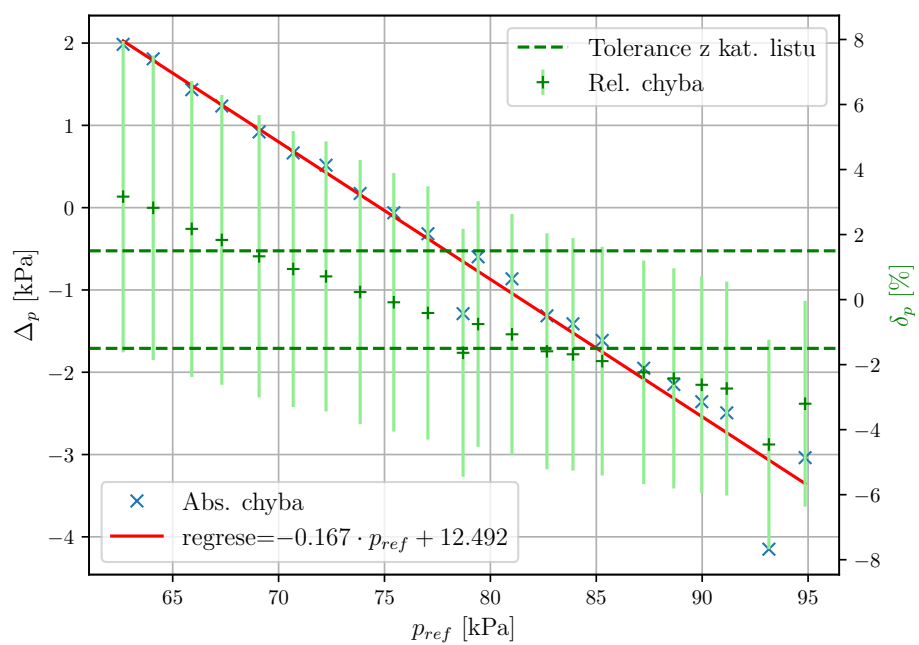
$$\delta_p = -3,2\%$$



Obr. 1: Závislost výstupního napětí na referenčním tlaku.



Obr. 2: Závislost vypočítaného tlaku na referenčním tlaku.



Obr. 3: Závislost chyby měření na referenčním tlaku.

Závěr

V této úloze jsme pracovali s čidlem tlaku MPX4115A a prováděli jsme referenční měření přístrojem ALMEMO na základě kterého jsme vytvořili kalibrační křivku.

Výrobce uvádí vzorec pro výpočet tlaku z výstupního napětí senzoru s maximální abs. chybou 1,5 kPa a garantuje také maximální relativní chybu 1,5 % napříč měřícím rozsahem 15 až 115 kPa. Přesnost přístroje ALMEMO je nám neznámá, proto ho budeme v tuto chvíli považovat za dokonale přesný a poslouží jako přístroj referenční.

Z hodnot získaných ze senzoru jsme stanovili absolutní chybu vůči přístroji ALMEMO a z ní pak také relativní chybu, pokud vezmeme v potaz absolutní chybu danou katalogovým listem, ověřili jsme, že se všechny měřené hodnoty nacházejí v intervalu $\pm 1,5\%$ definovaném výrobcem.

Pro stanovení přesnosti provedené kalibrace by bylo potřeba měření opakovat vícekrát (pro stanovení stability měřené hodnoty) a také definovat přesnost přístroje ALMEMO.