



www.bunacafe.eu

Elektronika pro kávovar Rancilio Silvia



Tento manuál je pouze pro elektroniku a doplňuje manuál neupraveného kávovaru Rancilio Silvia, který je dodáván jako součást originálního balení.

Obsah:

Elektronika pro kávovar Rancilio Silvia.....	4
Verze elektroniky.....	5
Ovládání elektroniky.....	6
Jednotlivé obrazovky displeje elektroniky	6
Ovládání hlavní obrazovky	8
Ovládání Menu	8
Menu (FirmWare verze 2.5)	10
1. Budík (verze M, L).....	10
1.1. Spánek (verze M, L)	10
1.2. Aktivace (verze M, L)	10
1.3. Buzení (verze M, L)	10
1.4. Usínání (verze M, L).....	11
2. Profil (verze S, M, L).....	11
2.1. Aktivace (verze S, M, L).....	11
2.2. Profil 1 (verze S, M, L).....	12
2.2.1. Teplota vody (verze S, M, L)	12
2.2.2. Teplota páry (verze S, M, L).....	12
2.2.3. Tlakový profil (verze L).....	12
2.2.4. Odpuštění (verze M, L)	12
2.2.5. Předspaření (verze M, L).....	13
2.2.6. PID (verze S, M, L).....	13
2.3. Profil 2 (verze S, M, L).....	13
3. Displej (verze S, M, L)	13
3.1. Jas (verze S, M, L).....	13
3.2. Kontrast (verze S, M, L)	13
3.3. Čas (verze S, M, L).....	13
3.4. Datum (verze M, L).....	13
3.5. Svit tl. (verze S, M, L)	13
3.6. Hl. vody (volitelná funkce).....	14
3.7. Teplota hlavy (verze L).....	14
3.8. Verze FW (verze S, M, L).....	14
4. LED (volitelná funkce).....	14
4.1. Varování.....	14

4.2. Podsvícení.....	15
4.2.1. Aktivace	15
4.2.2. Barva.....	15
Regulace teploty vody v bojleru PID regulátorem a regulace El.termostatem.....	15
Příloha	16
PID regulace – důvody proč uvažovat o PID regulaci	16
Vliv použitých termostatů v praxi.....	18
PID regulace.....	19
Co je PID regulace.....	19
Vliv jednotlivých složek	19
Jak působí jednotlivé složky	20

Elektronika pro kávovar Rancilio Silvia.

Děkujeme za zájem o elektroniku pro oblíbený kávovar Rancilio Silvia. Navrhli jsme a vyvinuli tuto elektroniku, abychom tak rozšířili možnosti a zlepšili komfort obsluhy pro náročné uživatele.

Elektronika je dostupná v několika verzích s možností upgrade a aktualizací softwarového vybavení elektroniky.

Hlavní přidané hodnoty (funkce):

- Regulace teploty vody v bojleru při vaření a provozu kávovaru PID regulátorem – vyřazení mechanického termostatu. Podrobněji str. 15.
- Regulace teploty vody pro výrobu páry pomocí elektronického termostatu – vyřazení mechanického termostatu. Podrobněji str. 15.
- Dva snímače teploty – snímání teploty bojleru a snímání teploty hlavy kávovaru.
- Přehledný displej pro zobrazení a nastavení funkcí kávovaru.
- Zobrazení doby extrakce.
- Regulace výkonu čerpadla.
- Dva programovatelné uživatelské profily.
- Možnost volby předspaření.
- Automatické usínání a probouzení kávovaru.
- LED barevné osvětlení pracovního prostoru.
- Snímání nízké hladiny vody.
- Manometr.

Verze elektroniky

Verze S

- Dva uživatelské (modifikovatelné profily), jeden předdefinovaný. Možnost nastavení teploty vody na vaření a teploty pro přípravu páry.
- Nastavení PID regulace-konstanty.
- Zobrazení času (hodiny).
- Podsvícení tlačítek.
- Zobrazení doby extrakce.
- Zobrazení aktuální teploty vody v bojleru.

Verze M

- Verze S
- Automatické probouzení a usínání kávovaru. Denně až tři časy, týdenní a víkendový cyklus, dle data.
- Možnost volby předspaření definované v uživatelských profilech (délka, výkon, zpoždění).

Verze L

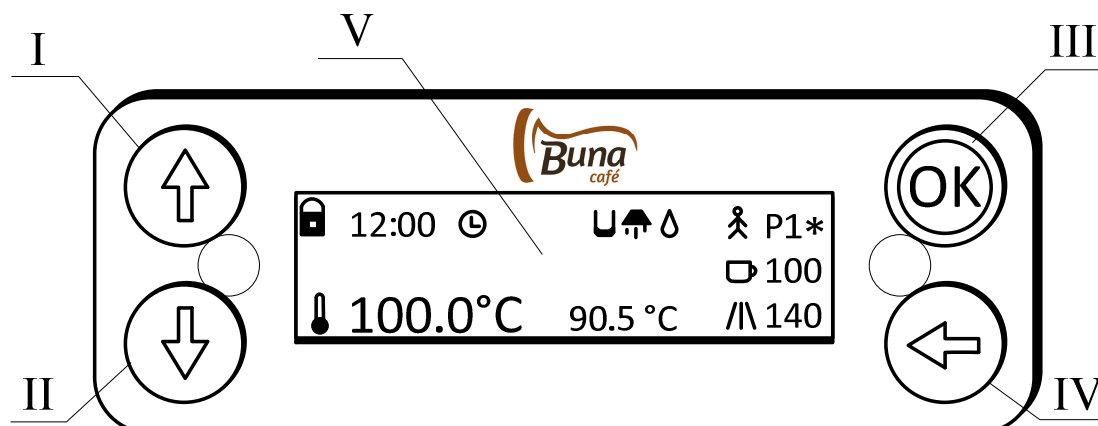
- Verze S a M.
- Druhá teplota snímaná na hlavě kávovaru.
- Regulace výkonu čerpadla při extrakci v jednotlivých uživatelských profilech.

Volitelné:

- Senzor hladiny vody – pro hlídání nízké hladiny vody je do nádržky zabudován snímač hladiny, který podle nastavení umožňuje tento stav na displeji regulace indikovat. Při vyjímání nádržky z kávovaru je nutné rozpojit konektor tohoto snímače. Následně zapojit při vkládání nádržky do kávovaru.
- LED – slouží pro osvětlení pracovního prostoru pod pákou kávovaru a případnou indikaci nízké hladiny vody spolu se snímačem hladiny. LED jsou typu RGB, je tedy možné nastavit libovolnou barvu a intenzitu svitu. LED jsou instalovány ve vlhku odolném pouzdře.
- Manometr
Kávovar je možné doplnit manometrem zabudovaným v čelním panelu. Slouží k zobrazení tlaku vody v cestě od čerpadla až k páce, tedy tlak vody při extrakci a při přípravě páry. Ručička manometru je v glycerinové lázni sloužící jako tlumič vibrací čerpadla.

Ovládání elektroniky

K ovládání slouží čtyři tlačítka na panelu regulace, dvě navigační, jedno potvrzovací a tlačítko zpět.



Obrázek 1. ovládací panel regulace, hlavní obrazovka displeje.

I – Tlačítko pohyb nahoru/zvyšování hodnoty – slouží pro nastavování hodnot (zvyšování) a pro pohyb v menu nahoru.

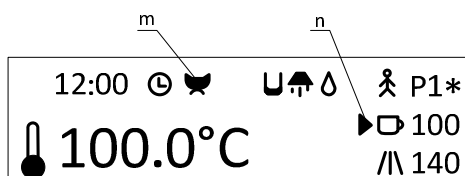
II – Tlačítko pohyb dolů/snižování hodnoty – slouží pro nastavování hodnot (snížování) a pro pohyb v menu dolů.

III – Tlačítko OK – slouží pro potvrzení nastavených hodnot a pro vstup do menu, dále při usnutém kávovaru k jeho probuzení.

IV – Tlačítko zpět – slouží k odemknutí a zamknutí displeje a vybírání nastavitelných položek na hlavní obrazovce, dále v menu jako funkce zpět.

V – Displej elektroniky.

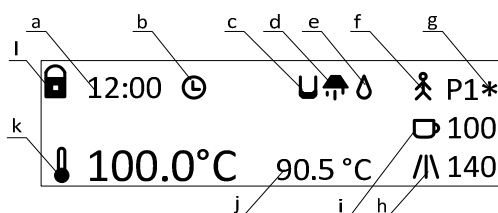
Jednotlivé obrazovky displeje elektroniky



Obrázek 2. Hlavní obrazovka displeje, verze L – odemknuto.

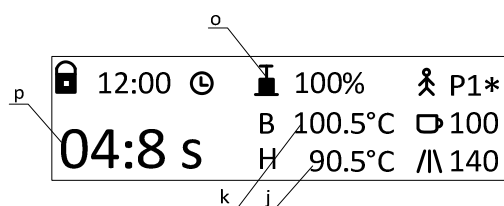
(m) – piktogram nahřáté hlavy kávovaru na provozní teplotu – informace o nahřátém kávovaru. Pouze ve variantě L.

(n) - piktogram možnosti změny jednotlivých položek při odemknuté klávesnici na hlavní obrazovce displeje.



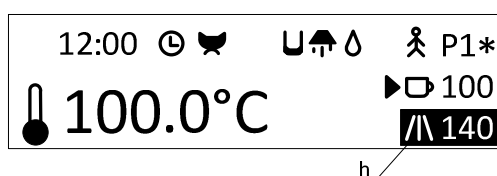
Obrázek 3. Hlavní obrazovka displeje, verze L – zamknuto.

- (a) – ukazatel nastaveného času
- (b) – piktogram aktivního režimu probouzení a usínání kávovaru
- (c) – piktogram nízké hladiny vody (hladina dosáhla pod horní mez snímače nízké hladiny vody)
- (d) – piktogram aktivního odpuštění
- (e) - piktogram aktivního předspaření
- (f) – piktogram aktivního profilu
- (g) – indikátor zmodifikovaného profilu, takto změněný profil není uložen v paměti
- (h) – piktogram nastavené cílové teploty pro nahřívání vody v bojleru při přípravě páry – nastavená hodnota teploty, na kterou se reguluje
- (i) – piktogram nastavené cílové teploty pro nahřívání vody v bojleru pro vaření – běžný stav při zapnutém kávovaru – nastavená hodnota teploty, na kterou se reguluje
- (j) – teplota snímaná na hlavě kávovaru pouze verze L
- (k) – teplota snímaná na vrcholu bojleru – hlavní informace o aktuální teplotě vody/páry na vrcholu bojleru - výsledek regulace. Ve variantě L je tato hodnota zmenšená
- (l) – piktogram zámku – indikuje uzamčenou klávesnici



Obrázek 4. Obrazovka displeje při spuštění vaření, verze L.

- (j) – teplota snímaná na hlavě kávovaru (pouze verze L)
- (k) - teplota snímaná na vrcholu bojleru – hlavní informace o aktuální teplotě vody/páry na vrcholu bojleru - výsledek regulace
- (o) – piktogram ukazatele aktuální hodnoty výkonu čerpadla
- (p) - informace o uplynulém čase od zapnutí vypínače vaření





Obrázek 5. Obrazovka displeje při spuštění přípravě páry.




Při zapnutí vypínače pro přípravu páry, kávovar nahřívá vodu v bojleru na nastavenou teplotu u piktogramu (h). Dále je tento stav pro přípravu páry indikován zvýrazněním této nastavené teploty.

Ovládání hlavní obrazovky

Hlavní obrazovka je ve výchozím stavu zamknutá a slouží k zobrazení aktuálních a nastavených hodnot. Pro rychlé dočasné změny těchto hodnot je možné je měnit přímo z hlavní obrazovky.

Odemknutí hlavní obrazovky – provedeme dlouhým stiskem tlačítka zpět (IV) cca 3s. Odemknutí je signalizováno schováním zámečku (I)  dále se objeví piktogram šipky (n)  u položky, kterou je možné měnit.

Změny je možné provádět u položek:

- Aktivní profil (f)  - rychlé přepínání mezi výchozím a uživatelskými profily bez nutnosti vstupovat do menu pro jejich aktivaci.
- Teplota vody v bojleru pro vaření (i)  - rychlá dočasná změna teploty, na kterou se reguluje.
- Teplota vody v bojleru pro přípravu páry (h)  - rychlá dočasná změna teploty, na kterou se reguluje.

Výběr jednotlivých položek (posun piktogramu šipky na jednotlivé položky) provádíme tlačítkem zpět (IV). Cyklicky se posouvá piktogram šipky na jednotlivé položky. Změnu hodnot jednotlivých položek provádíme tlačítky nahoru/dolů (I a II).

Veškeré změny na hlavní obrazovce jsou pouze dočasné po dobu zapnutí kávovaru a neukládají se do paměti. Pokud změna nekoresponduje s uloženým aktivním profilem v paměti, je vedle zvoleného profilu zobrazena hvězdička (g), která znamená, že vybraný aktivní profil je dočasně zmodifikovaný. Po vypnutí a zapnutí kávovaru je aktivní profil ten, který je navolen jako aktivní v menu regulace.

Opětovné zamknutí hlavní obrazovky je možné dlouhým stiskem tlačítka zpět (IV) po dobu cca 3s.

Ovládání Menu

Pro vstup do menu slouží tlačítko OK (III) dlouhý stisk cca 3 s z hlavní obrazovky. Pro pohyb jsou využity všechny čtyři tlačítka na panelu regulace.

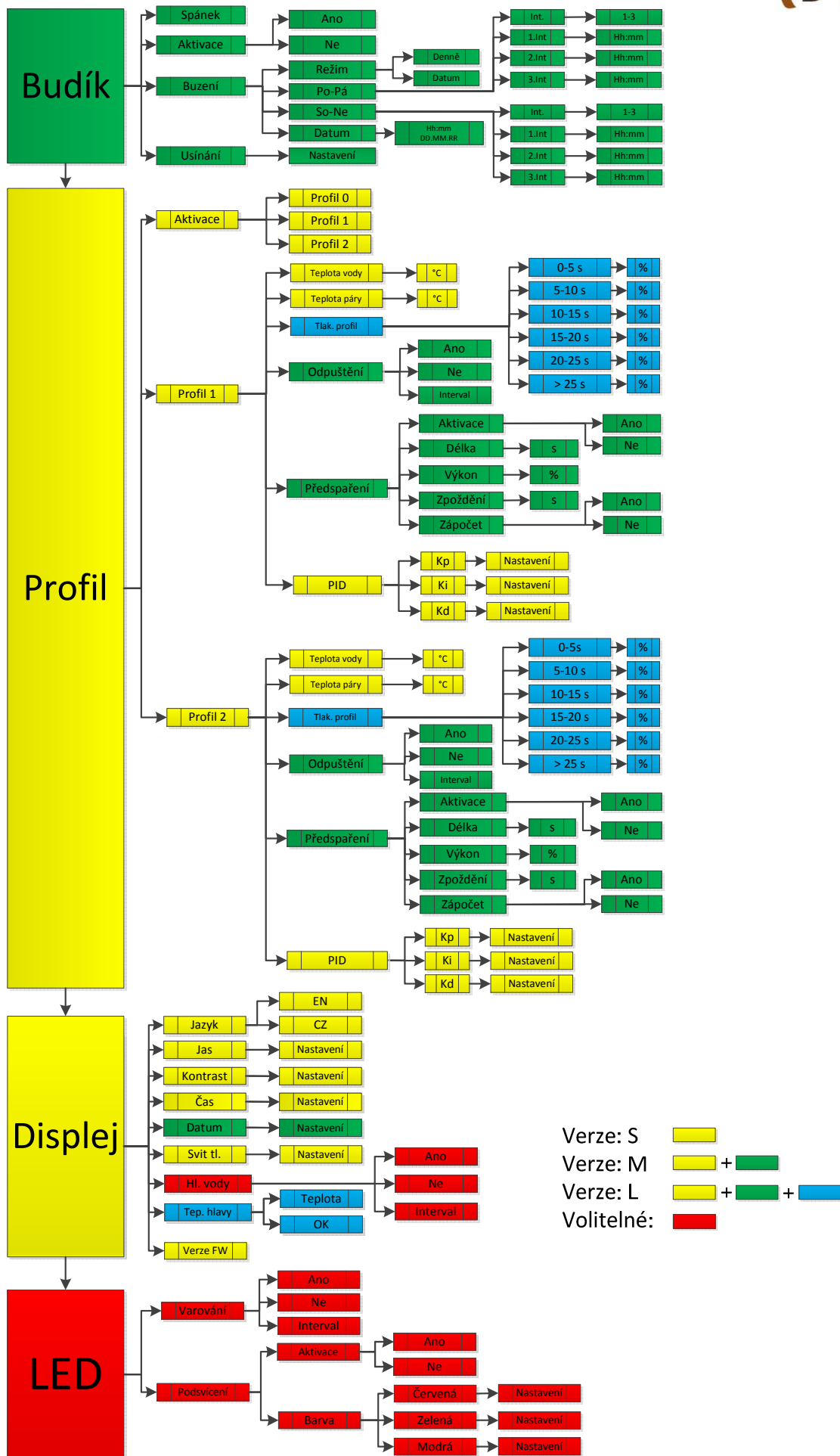
Obrazovky Menu

MENU	LED	MENU	Interval:	1
	Budík	Budík	1. Int	13:30
	Profil	Po-Pá	2. Int	--:--

MENU	> 25 s	80%
Profil	0 - 05 s	100%
P1/Tlak	5 - 10 s	100%

Obrázek 6. Varianty obrazovek Menu

Levá strana obrazovky menu slouží k navigaci – ukazuje, jak hluboko v menu se nacházíme, pravá strana slouží k volbě a nastavování jednotlivých položek. Aktivní položka menu, kterou je možné nastavovat či potvrdit je zvýrazněná.



Menu (FirmWare verze 2.5)

1. Budík (verze M, L)

Tato volba menu slouží k nastavení automatického usínání a probouzení kávovaru ve stanovených časech, případně ve stanoveném datu. Možné je i kávovar manuálně uspat.


1.1. Spánek (verze M, L)

Okamžité aktivování režimu spánku kávovaru. Je to stav, při kterém je zapnutý hlavní vypínač kávovaru, ale kávovar nenahřívá. Podsvícení displeje, tlačítka ovládání elektroniky a přídatné LED jsou vypnuté. Tento režim je dále indikován pojízdným logem BunaCafé na ztmaveném displeji. V tomto režimu kávovar odebírá max. 3W z el. sítě. Při krátkém stisku jakéhokoliv tlačítka na ovládacím panelu je na 2 sekundy zobrazen aktuální čas.

K probuzení kávovaru dojde po dlouhém stisku tlačítka OK, nebo pokud je aktivováno buzení na příslušný čas, který v budoucnu nastane (kávovar se probudí v tomto nastaveném čase). Veškeré dočasně nastavené hodnoty v aktivním profilu se nezachovávají.

Další možností probuzení je vypnutí hlavního vypínače, kdy dojde k úplnému vypnutí i elektroniky (restart) a po následném zapnutí již režim spánku nebude aktivní. Dočasně nastavené hodnoty u aktivního profilu se neukládají, dojde tedy k nastavení dle uložených hodnot v jednotlivých profilech, viz. Menu/Profil.

1.2. Aktivace (verze M, L)

Aktivování režimu spánku. Zvolený stav je indikován hvězdičkou u příslušné volby. Na základní obrazovce regulace je tento aktivní stav indikován piktogramem hodin (b). 

Volba ANO – kávovar bude přecházet do režimu spánku a následně se probouzet dle nastavených časů.

Volba NE – režim spánku není aktivní, kávovar nebude automaticky přecházet do režimu spánku ani se probouzet dle nastavených časů. V tomto nastavení je možné kávovar přepnout do režimu spánku pouze manuálně.

1.3. Buzení (verze M, L)

Režim

Volba způsobu usínání a probouzení kávovaru. Příslušná aktivní volba je indikována hvězdičkou u příslušné volby. Aby automatické usínání a probouzení bylo funkční, musí být nastaveno ANO v Menu Budík/Aktivace/Ano.

Volba Denně – kávovar usíná a probouzí se každý den dle nastavených časů v jednotlivých denních intervalech Po-Pá a So-Ne. Volba nastavení probouzení na konkrétní Datum v tomto případě nebude aktivní, v menu do ní nebude možné vstoupit.

Volba Datum – kávovar usíná a probouzí se dle data. Denní intervaly jsou v tomto případě ignorovány. Nebude možné v menu vstoupit do nastavování denních intervalů (po-pá a so-ne).

Nutná podmínka pro správnou funkci tohoto režimu je správně nastavený čas a datum v Menu Displej/Čas a Displej/Datum.

Po-Pá / So-Ne

Tyto položky menu jsou aktivní pouze v případě, že je zvoleno v Menu Budík/Režim/Denně. Jinak do nich není možné vstoupit.

Je možné nastavit až tři různé časy probouzení za den. A to v pracovních dnech Po-Pá, a jiné tři časy denně o víkendech (So-Ne). Výhodné je to například v týdenním pracovním režimu, kdy je vhodné mít kávovar nahřátý pro brzkou ranní kávu, následně celý den kávovar může spát a probudí se na odpolední kávu před příchodem z práce apod. Naopak o víkendu časy probouzení je možné nastavit jinak.

Počet časů – intervalů probouzení za den volíme v položce menu „interval:“, v jednotlivých cyklech Po-Pá (So-Ne). Následně je možné nastavit čas jen u vybraného počtu intervalů.

Ke správné funkci denního probouzení kávovaru je nutné mít správně nastaven čas a datum, včetně dne v týdnu v Menu Displej/Datum a Displej/Čas.

Datum

Nastavení probouzení dle data je aktivní pouze v případě, že je zvolen režim Datum v Menu Budík/Režim/Datum. V tomto případě jsou ignorovány časy probouzení nastavené v intervalech Po-Pá a So-Ne. Kávovar je probuzen jen na konkrétní čas a datum.

Ke správné funkci probouzení kávovaru je nutné mít správně nastaven čas a datum, včetně dne v týdnu v Menu Displej/Datum a Displej/Čas.


1.4. Usínání (verze M, L)

Nastavení času usínání kávovaru. Toto nastavení funguje denně.

2. Profil (verze S, M, L)

Tato volba menu slouží k vybírání a definování uživatelských profilů.

2.1. Aktivace (verze S, M, L)

Volba aktivního uživatelského profilu. Příslušný zvolený profil je indikován hvězdičkou. Na hlavní obrazovce je aktivní zvolený profil zobrazován za piktogramem panáčka  (f).

Profil P0 – profil definovaný z výroby, který nelze modifikovat. Jen dočasně upravovat hodnoty teplot na hlavní obrazovce.

Nastavení:

Teplota vody: 105 °C

Teplota páry: 140 °C

Regulace vody: PID

Regulace páry: El. termostat

Předspaření: NE

Konstanty pro regulaci PID vody: Kp = 100, Ki = 0.01, Kd = 1400.

Pomocí tohoto profilu je vhodné provádět zpětný oplach (BackFlush) a případně také odvápnování.

Profil P1 – uživatelsky definovatelný profil 1.

Profil P2 - uživatelsky definovatelný profil 2.

2.2. Profil 1 (verze S, M, L)


2.2.1. Teplota vody (verze S, M, L)

Nastavení teploty vody v bojleru. Tedy cílová teplota, na kterou kávovar reguluje – nahřívá vodu v bojleru. Hodnota zůstává uložena i při vypnutém kávovaru. Hodnotu je možné nastavit v rozsahu 80°C – 120°C v kroku po 1 °C.


2.2.2. Teplota páry (verze S, M, L)

Nastavení teploty vody v bojleru. Tedy cílová teplota, na kterou kávovar reguluje – nahřívá vodu v bojleru v režimu přípravy páry (zapnutý spínač přípravy páry). Hodnotu je možné nastavit v rozsahu 130 °C – 155 °C v kroku po 1 °C.

2.2.3. Tlakový profil (verze L)

Tato volba v menu slouží k nastavení výkonu čerpadla v průběhu extrakce v šesti časových intervalech. Nastavení probíhá v % výkonu od 10 % do 100 % (v kroku po 10 %). Příslušným nastavením je možné ovlivňovat tlak při extrakci kávy. Použité vibrační čerpadlo při 100% výkonu v jedné sekundě 50x přitáhne a 50x oddálí píst, kterým čerpá vodu do bojleru. V tomto systému máme možnost ovlivňovat tlak extrakce nastavením výkonu čerpadla. Výkon čerpadla ovlivňujeme nastavováním počtu přitahů a oddálení pístu za 1 sekundu. Při 100% výkonu je to poměr přitah/oddálení 50:50. Při 90 % je to 45:45 atd. Je třeba počítat s tím, že tlak při extrakci je také ovlivněn překážkou v páce (hrubost a množství kávy, pěchování). Nelze tedy jednoznačně určit, jaká velikost výkonu bude odpovídat jakému tlaku. Aktuální výkon čerpadla je zobrazován při provozu čerpadla piktogramem (o)  a hodnotou v %.


2.2.4. Odpuštění (verze M, L)

Volba odpuštění je indikována hvězdou u příslušné volby. Na hlavní obrazovce je v aktivním stavu odpuštění indikováno piktogramem (d) .

Tato funkce slouží k odpuštění vody hlavou kávovaru před vlastní extrakcí, kdy čerpadlo pracuje na 100 % výkonu. Spouští se zapnutím vypínače pro extrakci kávy a je v tomto režimu po dobu zapnutého vypínače. Po vypnutí je tento režim deaktivován po nastavenou dobu 5 - 10 sekund v poloze interval. Pokud v této době spustím opět vypínačem extrakci, tak kávovar pracuje dle nastaveného profilu.

Vhodné použít u profilů, kde je nastavené předspaření nebo nižší výkon čerpadla na začátku extrakce (protože v tomto případě by odpuštění nebylo možné provést).

2.2.5. Předspaření (verze M, L)

- **Aktivace** – vlastní aktivace předspaření je indikována hvězdičkou u příslušné položky. Na hlavní obrazovce je aktivní předspaření indikováno piktogramem (e) .
- **Délka** – nastavení délky trvání předspaření (v sekundách) v rozsahu od 0,5 s – 10 s v kroku po 0,5 s.
- **Výkon** – nastavení výkonu čerpadla při předspaření od 10 % do 100 % v kroku po 10 %. Ovlivňování výkonu čerpadla je popsáno v bodu 2.2.3.
- **Zpoždění** – nastavení časové pomlky mezi předspařením a vlastní extrakcí (v sekundách) v rozsahu od 0 s – 5 s v kroku po 0,5 s.
- **Zápočet** – volba zahrnutí času předspaření do celkového času extrakce. Čas extrakce je zobrazován na hlavní obrazovce. Pokud tato volba není aktivní, čas předspaření není zahrnut do času extrakce a čas extrakce běží od nuly. V opačném případě je čas extrakce počítán po skončení předspaření.

2.2.6. PID (verze S, M, L)

Nastavení hodnot PID regulačních konstant. Více informací o PID regulaci a významu jednotlivých konstant je v příloze „PID regulace“.

2.3. Profil 2 (verze S, M, L)

Pro profil 2 platí stejné možnosti nastavení jako pro profil 1 (kapitola 2.2.).

3. Displej (verze S, M, L)

Tato položka menu slouží k nastavování chování displeje a možností zobrazování jednotlivých nastavených funkcí.

3.1. Jas (verze S, M, L)

Nastavení intenzity podsvícení displeje.

3.2. Kontrast (verze S, M, L)

Nastavení kontrastu displeje.

3.3. Čas (verze S, M, L)

Nastavení aktuálního času zobrazovaného na hlavní obrazovce. Od tohoto času se odvíjí případné probouzení a usínání kávovaru.

3.4. Datum (verze M, L)


Nastavení aktuálního data. Od tohoto data se odvíjí případné probouzení a usínání kávovaru.


3.5. Svit tl. (verze S, M, L)

Nastavení podsvícení ovládacích tlačítek. Tlačítka jsou vybaveny bílou LED pro jejich podsvícení.

3.6. Hl. vody (volitelná funkce)

Nastavení typu varování nízké hladiny vody v nádržce. Příslušná volba je indikována hvězdičkou.


Pokud je zvoleno ANO, tak při dosažení nízké hladiny vody se rozblíká ovládací tlačítka u displeje a na displeji se zároveň zobrazí nápis „Málo Vody“ na cca 3 s. Dále je stav nízké hladiny indikován blikajícím piktogramem (c)  na hlavní obrazovce do té doby, dokud nedojde k dolití vody do nádržky nad indikační úroveň. Varovný signál se opakuje v nastaveném intervalu (jako v 4.1.). Ten je možné nastavit od 10 s do 250 s (v kroku po 10 s).

Pokud je zvoleno NE, tak při dosažení nízké hladiny vody je tento stav indikován blikajícím piktogramem (c)  na hlavní obrazovce do té doby, dokud nedojde k dolití vody do nádržky nad indikační úroveň.

3.7. Teplota hlavy (verze L)

Volba způsobu zobrazení druhé teploty – teplota hlavy na displeji. Příslušná volba je indikována hvězdičkou.

Pokud je zvolena Teplota, na hlavní obrazovce displeje se spolu s teplotou bojleru zobrazuje i teplota hlavy, tedy teplota vody, která poteče z hlavy do páky. Tato teplota je zobrazena i na obrazovce při extrakci. Umožňuje mít plně pod kontrolou extrakci a díky této informaci plně kontrolovat teplotu vody. Dále je tato informace vhodná k určení, zda je kávovar už celý prohřátý a připravený.

Pokud je zvoleno OK, teplota se nezobrazuje na displeji ve °C, ale po dosažení 86 °C a více (teplota hlavy), je na hlavní obrazovce zobrazen piktogram (m)  (nahřátý kávovar).

3.8. Verze FW (verze S, M, L)

Zobrazení aktuální SW verze elektroniky (FW - FirmWare). Zobrazí se i sériové číslo kávovaru, na které je navázána verze FW a datum uvedení verze FW. Opuštění tohoto zobrazení je možné stiskem jakéhokoliv tlačítka.

4. LED (volitelná funkce)

RGB LED podsvícení kávovaru je volitelná funkce a slouží k osvětlení pracovního prostoru pod pákou a po zvolení i jako varování nízké hladiny vody v nádržce.

4.1. Varování

Volba je indikována hvězdičkou u příslušné položky.

Pokud je zvoleno ANO, tak při dosažení nízké hladiny vody zabliká osvětlení LED varovnou červenou barvou (bez ohledu na jiné nastavení LED). Varovný signál trvá 3 s. Pokud hladina bude stále pod úrovní indikace nízké hladiny vody, varovný signál se opakuje v nastaveném intervalu (jako v 3.6.). Ten je možné nastavit od 10 s do 250 s (v kroku po 10 s).

Aktivované varování je funkční bez ohledu na aktivované či deaktivované podsvícení v položce menu 4.2.1.

4.2. Podsvícení

Možnosti nastavení barvy a intenzity osvětlení.

4.2.1. Aktivace

V této volbě aktivujeme nebo vypneme podsvícení. Volba je zobrazena hvězdičkou u příslušné položky. Volba NE nemá vliv na aktivované varování v položce menu 4.1.

4.2.2. Barva

V této položce menu je možné volit intenzitu svitu jednotlivé RGB barvy v rozsahu 0 % - 100 % (v kroku po 10 %). Intenzitou svitu jednotlivých barev a jejich kombinací je možné dosáhnout barevné škály 1331 barev.

Regulace teploty vody v bojleru PID regulátorem a regulace El.termostatem.

Elektronický termostat je rychlejší v dosažení nastavené teploty než PID regulace, ale vždy více přereguluje. Elektronický termostat - topí neustále dokud nedosáhne nastavené teploty, kdy vypne, setrvačnost topného tělesa ale topí dále – přeregulace. Následně sepne, pokud teplota vody v bojleru dosáhne teploty o jeden °C nižší než je nastavená cílová teplota. (hystereze termostatu 1 °C).

Příklad: Pokud je teplota nastavena na 140°C, tak el. termostat vypne topné těleso při teplotě vody 140°C, ale setrvačnost tělesa, které je dostatečně nahřáto předchozím topením, touto naakumulovanou energií topí dále. Výsledná teplota může dosáhnout až 150°C, záleží na místních teplotních podmínkách. Následně dochází k ochlazení vody v boileru (tedy i vyvinuté páry) a pokud teplota dosáhne 139°C el. termostat opět sepne.

PID regulátor cílové teploty dosáhne pomaleji než el. termostat, ale nepřereguluje a dále udržuje teplotu konstantní na hodnotě požadované.

Regulaci teploty vody v bojleru při zapnutém kávovaru a při spuštěné extrakci vypínačem vaření (3) zajišťuje PID regulátor. Konstanty PID regulace je možné měnit v profilech P1 a P2. Pro profil P0 jsou konstanty PID regulace nastavené z výroby, tedy neměnné.

Regulaci teploty vody v bojleru při zapnutém vypínači pro přípravu páry (5) zajišťuje el. termostat. Pro tento režim výroby páry je tato regulace efektivnější. Rychleji se dosáhne požadované teploty, přeregulace není nežádoucí.

Příloha

PID regulace – důvody proč uvažovat o PID regulaci

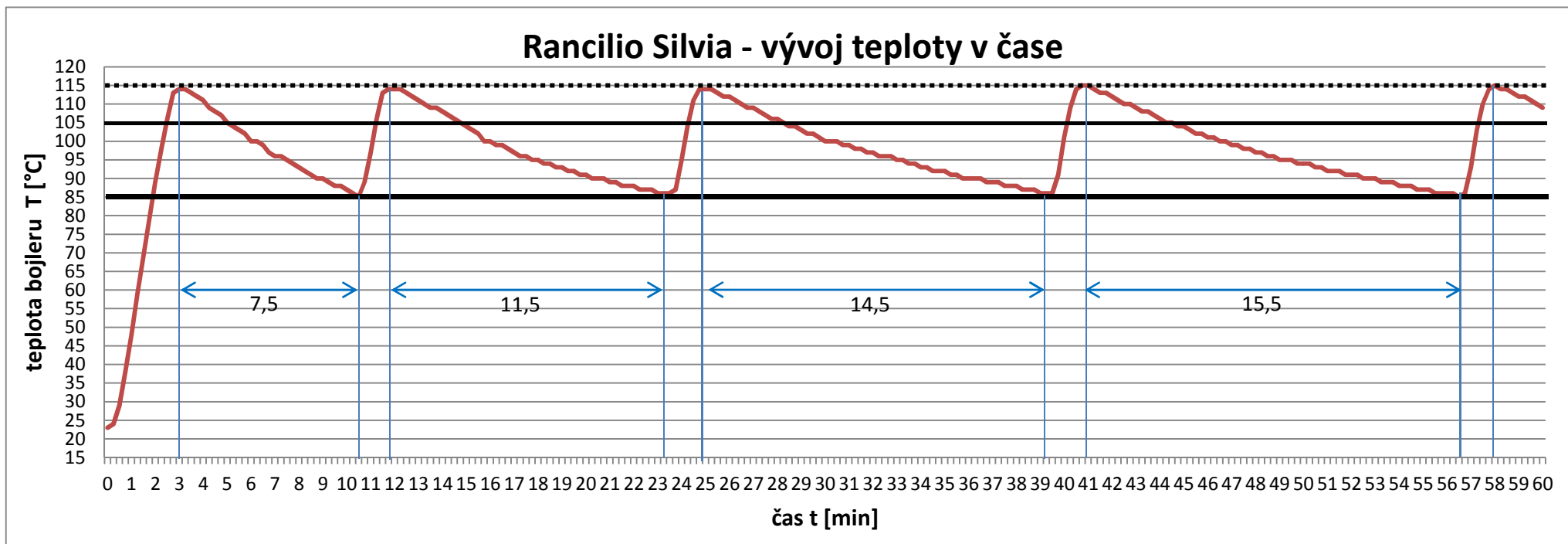
Nejprve by bylo dobré uvést důvody, proč došlo k rozhodnutí nahradit stávající regulaci teploty bojleru PID regulací a dalšími funkcemi.

Standardní kávovar Rancilio Silvia je z výroby vybaven dvěma termostaty pro regulaci teploty vody v bojleru. Jedním na teplotu vody při extrakci a druhým pro přípravu páry. Termostat pro přípravu vody pro extrakci (tedy teplota, na kterou reguluje za normálního stavu po zapnutí hlavního vypínače) je naladěn na 100 °C. Termostat pro přípravu páry je naladěn na 140 °C. Při zapnutí vypínače páry je termostat pro extrakci přemostěn termostatem na přípravu páry.

Použité termostaty jsou vyrobeny z dvojkovu – bimetal. Tento dvojkov, zpravidla tenký plíšek, je tvořen ze dvou vrstev různých kovů, jeden z kovů má větší tepelnou roztažnost. Tento dvojkov tvoří zároveň elektrický kontakt, který je sepnutý při teplotě nižší než, na kterou je termostat naladěn. Při působení vzrůstající teploty na tento materiál se jeden z kovů začne roztahovat více než druhý a celý bimetalový plíšek se tímto působením začíná deformovat – ohýbat. Jelikož plíšek je součástí uzavřeného el. obvodu, kterým teče el. proud (zároveň i přes topné těleso v bojleru), tak při teplotě vyšší než na kterou je naladěn, se vlivem deformace plíšek oddálí od kontaktu a rozezne el. obvod a topné těleso přestává nahřívat. Po ochlazení termostatu se bimetalový plíšek vrací do své původní polohy a spíná opět el. obvod a topné těleso začíná topit.

Ideálně termostat funguje tak, že při teplotě nižší, než je teplota žádaná, je sepnutý a při teplotě vyšší než žádaná je rozeznutý. V praxi vlivem setrvačnosti hmot a jiných vlivů mluvíme o mezi necitlivosti – hysterezi. Při ochlazování bimetalového plíšku nějaký čas trvá, než se vrátí do své původní polohy a sepne obvod. Tedy tato teplota je nižší než žádaná. Malá hystereze je prospěšná, aby nedošlo k zakmitání termostatu kolem žádané teploty.

V použitém termostatu u kávovaru Rancilio Silvia je tato hystereze (naměřená) 20 °C. Reálný průběh vývoje teploty v bojleru kávovaru je zaznamenán v příloženém grafu – obrázek 8, (Zapnutý studený kávovar). Termostat ač naladěn na 100°C vypíná topné těleso při 105°C, dále vlivem setrvačnosti topného tělesa se teplota zvyšuje až do cca 115°C. Teplota vlivem ochlazování od okolního prostředí klesá do doby, než opět sepne termostat topné těleso. To vzhledem k hysterezi nastane v cca 85°C. Termostat tedy vypíná topné těleso při cca 105°C a opět spíná při 85°C. Ovšem teplota v bojleru se pohybuje v rozmezí 85°C – 115 °C vlivem setrvačnosti topného tělesa a hystereze termostatu. V průběhu času tedy teplota vody v bojleru kolísá v intervalu +-30°C. Dále je z grafu patrné, že čas chladnutí kávovaru (dosažení teploty pro opětovné sepnutí termostatu) se s časem prodlužuje – efekt prohřívání kávovaru. Jednotlivé komponenty dosahují provozní teploty, tím se teplota vody v boileru ochlazuje za delší čas. Cca po 40 minutách od zapnutí je kávovar nahřátý do své správné provozní teploty – stává se teplotně stabilnější.



Obrázek 7 – Graf vývoje teploty vody v bojleru studeného kávovaru Rancilio Silvia – regulační prvek – termostat 100°C

Popis grafu: Bimetalový termostat pro ohřev vody v bojleru vypíná topné těleso ve 105 °C, setrvačnost topného tělesa ohřeje vodu na cca 115 °C, termostat s hysterezí 20 °C spíná opět topné těleso při 85 °C. Z grafu je patrné postupné prohřívání kávovaru prodlužujícím se ochlazováním. Kávovar je plně prohřátý po cca 40 minutách od zapnutí. Měřeno při okolní teplotě 23 °C.

Vliv použitých termostatů v praxi.

Pro správně připravené espresso potřebujeme po dobu extrakce stabilní teplotu vody, která by se měla pohybovat ideálně v rozmezí $88^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Jak je výše popsáno, teplota vody v bojleru kolísá v rozmezí $85^{\circ}\text{C} - 115^{\circ}\text{C}$. Záleží tedy, v jaký okamžik je spuštěna extrakce. To má výrazný vliv na průběh teploty vytékající vody z hlavy do páky během extrakce. Pokud uživatel neví v jaký okamžik fáze regulace termostatem spouští extrakci, nemůže stejné podmínky extrakce kávy nastavovat opakovaně. Výsledná chuť kávy může být při spuštění extrakce v různých fázích regulace teploty odlišná. Teplota se výrazným vlivem podílí na chuti výsledného produktu. Proto obsluha kávovaru s touto regulací není úplně uživatelsky pohodlná a obtížně se dají simulovat stejné podmínky pro každou extrakci.

Vztah teploty vody v bojleru s vytékající vodou z hlavy kávovaru:

Velký výkyv teplot při regulaci teploty vody v bojleru nemá v takovém rozsahu vliv na výslednou teplotu vody vytékající z hlavy do páky. Je to dáno tepelnou energií hlavy kávovaru. Hlava je vyrobena stejně jako bojler ze silné mosazi. Hlava je neustále nahřívána bojlerem respektive vodou v bojleru. Tímto v sobě akumuluje dostatečné množství tepelné energie, která napomáhá tepelné stabilitě vody během extrakce. Při plně prohřátém kávovaru (cca 40 minut od zapnutí) teplota hlavy dosahuje cca 90°C , v závislosti na okolní teplotě. Pokud spustíme extrakci i v krajních hodnotách vody v bojleru při regulaci termostatem, voda protékající hlavou bude ohřívána (případně chlazena) nahromaděnou tepelnou energií v hlavě. Výsledná teplota vody vytékající z hlavy nebude tedy kolísat v takovém rozsahu jako v bojleru. Je potřeba si také uvědomit, že při probíhající extrakci proudí čerpadlem studená voda z nádržky do bojleru a tím dochází k ochlazení stávající vody v bojleru. Velmi tedy záleží, v jaké fázi regulace spustím extrakci. Při spuštění v krajních hodnotách tedy bude tento průběh teploty vody během extrakce rozdílný.

Pokud budeme uvažovat krajní hodnoty a extrakce by byla spuštěna při 88°C teploty vody v bojleru, tak vlivem přítékání chladné vody do bojleru bude výsledná teplota vody pod 88°C a v závislosti na okolních podmínkách může voda dosahovat hodnot až okolo 80°C na konci extrakce. Samozřejmě je v podstatě ihned sepnut termostat a topné těleso začne nahřívát, ale i tak nestačí dohřívát čerstvou vodu přítékající do bojleru na teplotu vhodnou pro extrakci, výsledný nápoj bude chladnější než by bylo v ideálním případě.

Naopak při druhé krajní hodnotě tedy 115°C nestačí na začátku extrakce hlava ochlazenou protékající vodu a káva bude spařována vyšší teplotou než by bylo ideální.

Stejný vliv jako má hlava na výslednou teplotu vody, má také páka kávovaru, i ta by měla být vložena v hlavě a nahřátá pro zvýšení tepelné stability.

Výslednou teplotu vody na výstupu tedy ovlivňuje:

- Teplota kávovaru (prohřátá hlava, páka) zhruba po 30- 40 minutách od zapnutí.
- V jaké fázi regulace je zapnuta extrakce.
- Dodržení objemu protékající vody během extrakce.

Příprava páry – jak je to s regulací teploty páry.

Regulace teploty páry probíhá na stejném principu jako regulace vody. Použit je termostat se žádanou hodnotou 140 °C s podobnou hysterezí jako má termostat na vodu. To je velice nepříjemné při používání páry. Pro šlehání mléka potřebujeme nejlépe suchou a silnou páru s konstantní silou v průběhu celého šlehání. Pro splnění těchto kritérií je třeba postupovat tak, abychom zajistili neustálý ohřev vody v bojleru pro vývoj páry během šlehání. Pokud bychom začali šlehat hned potom, co přestane topné těleso nahřívat, pára bude rychle slábnout a než sepne termostat a topné těleso začne nahřívat, pára nebude příliš použitelná (dostatečně silná). Proto zde po nahřátí bojleru pro použití páry odпустíme kondenzát vody z trysky a zatím páru nepoužíváme. Počkáme na druhý cyklus nahřívání a páru používáme pokud možno ve chvíli, kdy je topné těleso v chodu a zajišťuje tím silnou páru po celou dobu šlehání.

PID regulace

Jeden z hlavních důvodů proč jsme se rozhodli upravovat tento kávovar, je mít plně pod kontrolou teplotu vody vytékající z hlavy kávovaru (tedy i vlastní extrakci) a mít tím pádem možnost teplotu extrakce modifikovat. Odstranit vliv nepříjemných vlastností mechanických termostatů a v každý okamžik vědět, kde se s teplotou nacházíme a kdy je kávovar připraven ke správné extrakci. Máme tedy možnost měnit teplotu extrakce i na různé druhy káv a tím mít plně pod kontrolou chuťové vlastnosti výsledného produktu.

Stejně tak úpravou – použitím elektronického termostatu - zvyšujeme uživatelský komfort při použití páry, kdy teplotu páry máme plně pod kontrolou a máme zajištěnou stálou tvorbu páry při jejím použití. Nemusím tedy čekat na druhý cyklus nahřívání, hned po dosažení nastavené teploty mohu šlehat mléko a po celou dobu šlehání mi bude topné těleso zajišťovat silnou páru. Samozřejmě i zde platí pravidlo maximální doby použití páry 4-5 minut a následná nutnost doplnění vody do bojleru.

Co je PID regulace

Je to jeden z nejpoužívanějších algoritmů pro přesné řízení regulované veličiny. Jelikož vysvětlení tohoto algoritmu je složitější a je hojně popsáno v odborných literaturách, nabízíme velice stručný popis principu pro nastínění problematiky.

PID regulace je zkratka složek regulátoru: P - Proporcionální, I - Integrační a D- Derivační.

Vliv jednotlivých složek

P – proporcionální: určité změně na vstupu regulace odpovídá určitá změna na výstupu.

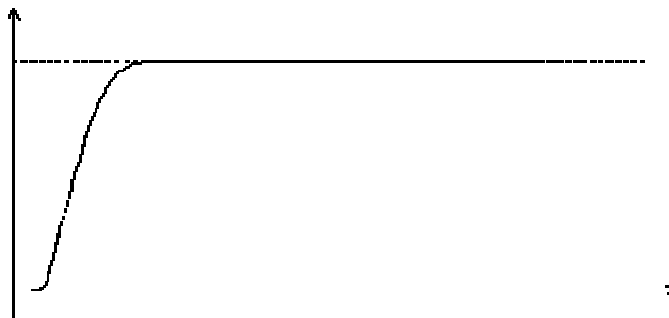
I – integrační: určité změně na vstupu odpovídá určitá rychlost na výstupu

D – derivační: určité rychlosti změny na vstupu odpovídá určitá poloha (velikost) regulačního členu

Tyto tři principy se kombinují. Nalezení jejich optimálních poměrů pro danou regulovanou soustavu je klíčem k úspěšné aplikaci PID regulace. Každá ze tří složek je zastoupena jedním parametrem: P – pásmem proporcionality, I – integračním časem, D – derivačním časem. Parametry se udávají buď v konkrétních jednotkách, nebo relativně, tedy jako bezrozměrné veličiny a vztahené

k nějaké referenční hodnotě, stejně jako v našem případě. Pak mluvíme o regulačních konstantách K_p , K_i , K_d .

Cílem PID regulace použité v kávovaru je za co nejkratší čas dosáhnout žádané hodnoty a tu nadále udržovat konstantní s minimálním překročením žádané hodnoty nebo kolísáním kolem žádané hodnoty.



Obrázek 8 - Optimální nastavení PID regulátoru

Soustava veličin regulace se skládá z:

Žádaná hodnota – teplota, na kterou regulujeme.

Aktuální hodnota – aktuální teplota, informace pro regulátor v jaké fázi se nachází.

Akční člen – ovládání topného tělesa regulátorem.

PID regulátor tedy musí zohlednit vlastnosti regulované soustavy, chování akčního členu, jeho setrvačnost, okolní vlivy atd. Aby teplota nepřekročila žádanou hodnotu musí včas vypínat dodávku el. energie do akčního členu a spínat ji jen po určitý čas, čím více se blíží k žádané hodnotě. Tak aby aktuální hodnota se blížila (rovnala) hodnotě žádané a udržovala ji konstantní. Je zřejmé, že k dosažení žádané hodnoty bude třeba více času než v případě použití bimetalového termostatu, ale nedojde zde k překmitu a následnému velkému kolísání teploty kolem žádané hodnoty.

PID regulace může probíhat spojitě nebo nespojitě. Spojitě probíhá dodávkou určitého výkonu do akčního členu (topné těleso může topit méně nebo více). Nespojitá regulace probíhá vypínáním a zapínáním akčního členu po určitou dobu. Zapnutí je myšlená dodávka 100% výkonu do akčního členu.

V našem případě používáme nespojitou regulaci vztaženou na určitý časový interval, časové okno. Tedy výstupem regulátoru je čas sepnutí akčního členu v určitém časovém intervalu - okně.

Jak působí jednotlivé složky

Proporcionální složka - Proporcionální regulátor odečte aktuální hodnotu od požadované a rozdíl - budeme mu říkat odchylka - vynásobí konstantou. Výsledek je výkon, jaký bude dodávat do topného tělesa, v našem případě doba sepnutí tělesa v časovém okně.

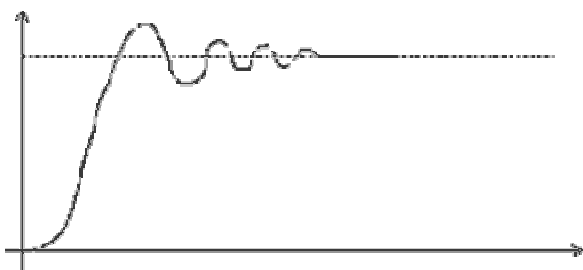
Integrační složka – integrační regulátor vezme odchylku, vynásobí ji konstantou a přičte si ji ke své složce. Znamená to, že pokud bude změřená hodnota nižší než požadovaná, integrační složka se bude zvyšovat. Pokud změřená teplota bude vyšší než požadovaná, bude se integrační složka snižovat. Čím bude odchylka vyšší, tím rychleji se integrační složka bude měnit. Pokud bude regulátor pouze integrační, bude topit nejdříve málo, výkon se bude zvyšovat a po dosažení požadované teploty a

jejím překročení se bude výkon snižovat. Po ustálení teploty na požadované hodnotě bude integrační složka nastavená na výkon, který je třeba pro udržení ustálené teploty (dodáváme stejný výkon, jakým se bojler ochlazuje). Pokud bude konstanta nulová, neprojeví se integrační složka v regulátoru vůbec. Pokud bude moc velká, výkon po dosažení požadované teploty bude velký a teplota příliš překročí požadovanou hodnotu. Pokud bude nastavená optimálně, překročí teplotu, ale překmit bude jen jeden.

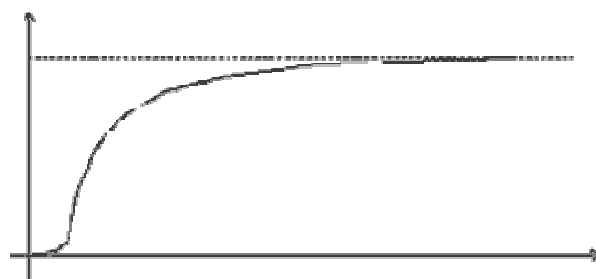
Derivační složka - Derivační regulátor vezme rychlost změny odchylky a vynásobí ji konstantou. Když tedy teplota klesá, derivační složka zvyšuje výkon. Čím rychleji teplota klesá, tím vyšším výkonem bude derivační regulátor topit. Pokud bude teplota stoupat, derivační regulátor bude výkon snižovat. To se projeví velmi dobře právě v okamžiku, když začneme extrahovat. Teplota se najednou začne snižovat a derivační složka na to může okamžitě reagovat zvýšením výkonu. Na druhou stranu, když teplota začne růst příliš rychle, výkon bude snižovat. Pokud bude konstanta pro derivační složku moc velká, bude se teplota dostávat na požadovanou hodnotu celkem pomalu, zato reakce na změnu se projeví velmi prudce na výkonu. Pokud bude konstanta pro derivační složku nízká, bude regulátor pomaleji reagovat na změny teploty.

Nalezení optimálního nastavení konstant pro regulaci není úplně triviální a metoda pokus omyl není úplně na místě. Vždy se doporučuje nejprve postupovat od složky P (I a D vyřadit). Následně složka I a D zapojovat a dle chování regulátoru upravovat. Z výroby je regulátor nastaven optimálně pro daný typ soustavy, ale nabízí se tu možnost experimentovat a upravovat PID regulaci v jednotlivých profilech jak pro regulaci při extrakci, tak při přípravě páry.

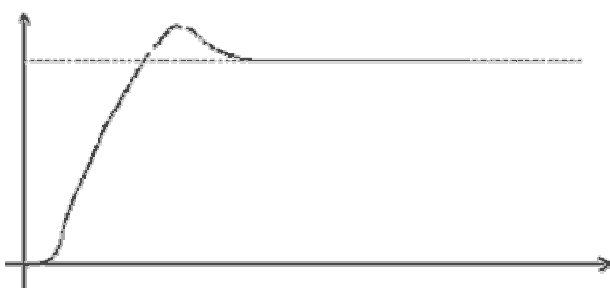
Chování PID regulátoru v určitých situacích nastavení.



Obrázek 10 - Konstanta K_i je příliš velká a K_d je malá



Obrázek 9 - Konstanta K_i je příliš malá a K_d velká



Obrázek 11 - Konstanta K_p je velká