

Manuale Utente

20-05-2017

Versione 1.0.1

Informationi

Copyright and third-party information as required

Revisioni

Data	Versione	Modifiche al documento
11/03/2017	1.0	Bozza
09/05/2017	1.0.1	Rilascio in lingua italiana

Table of Contents

1	Precauzioni generali di sicurezza.....	5
	5
2	Panoramica su SmartPID SPC1000.....	6
2.1	Ambito e Finalità.....	6
2.2	Panoramica SmartPID.....	6
3	Applicazione SmartPID per homebrewing.....	8
4	Applicazione software Smart HomeBrewing.....	11
4.1	Principi base del controllo.....	11
4.2	Principi generali Applicazione Homebrewing.....	12
5	Menu di navigazione.....	15
5.1	Menu Principale.....	15
5.2	Status Mode (Modalità Stato).....	16
5.3	Configuration (Configurazione).....	16
4.3.1	HW setup (Hardware setup).....	17
4.3.2	Unit Parameter (Parametri dell'unità).....	19
4.3.3	Process parameter (Parametri di processo).....	20
4.3.4	PID auto tuning.....	23
5.4	Recipe Management (Gestione ricetta).....	24
5.5	Run mode (Esecuzione).....	26
6	Esecuzione del processo.....	29
7	Appendice.....	31
7.1	Gestione ciclo pompa.....	31
7.2	Metodo PID “auto tuning” Zeigler-Nichols.....	32
7.3	Struttura del Data Logging.....	33

1 Precauzioni generali di sicurezza

Assicurarsi che il prodotto sia sempre utilizzato come da specifiche

Non utilizzare il prodotto vicino a gas infiammabili e/o esplosivi onde evitare spiacevoli incidenti

Non smontare, modificare e toccare le parti interne del prodotto onde evitare folgorazioni o malfunzionamenti dello stesso

Non superare il carico nominale delle uscite e non utilizzare i relè oltre il loro ciclo di vita

Non toccare i terminali durante il funzionamento onde evitare lesioni dovute a folgorazioni

Non lasciar entrare nel prodotto pezzi di metallo, pezzi di cavi elettrici, trucioli o limatura di ferro

Non lasciar entrare nel prodotto acqua o altri liquidi. Il prodotto non è protetto dai getti e dagli spruzzi.

Il prodotto viene venduto singolarmente. Chi lo compra ha la responsabilità nel connetterlo al proprio sistema. Nel manuale sono presenti brevi spiegazioni sul collegamento. E' fortemente necessaria una minima competenza nel settore elettrico.

Il prodotto viene alimentato a **tensione di rete 230V**. Fare molta attenzione nel realizzare le connessioni. Se non si ha familiarità nel settore elettrico, chiedere informazioni dettagliate a persone competenti.

Il produttore non si assume nessuna responsabilità dai danni provocati da terzi.



2 Panoramica su SmartPID SPC1000

2.1 Ambito e Finalità

Lo scopo di questo documento è quello di descrivere in dettaglio il software applicativo chiamato Smart homerewing app. Il documento fornisce il supporto per configurare l'applicazione software e gestire tutti i diversi casi di utilizzo.

Per l'installazione hardware e la configurazione di base (WiFi incluso) si prega di fare riferimento ai manuali appropriati.

2.2 Panoramica SmartPID

Il controller SmartPID è stato progettato per sostituire un termoregolatore semplice a basso costo con un controller intelligente che può essere programmato e adattato a qualsiasi processo. Nel caso specifico il processo di produzione del mosto di birra è stato completamente automatizzato.

Utilizzando lo stesso contenitore DIN, il microcontrollore SmartPID può sostituire un termostato standard nell'applicazione della birra, fornendo le seguenti funzionalità:

- Miglioramento del processo e piena automazione (step di mash/profilo/gestione della ricetta)
- Programmazione flessibile (fase di mash/bollitura, set up differenti)
- Alta precisione (Controllo PID)
- Ampia varietà di hardware (Riscaldamento elettrico/GAS con uso Relè meccanici/SSR)
- Controllo remoto tramite app su smartphone (android) dedicata o web browser

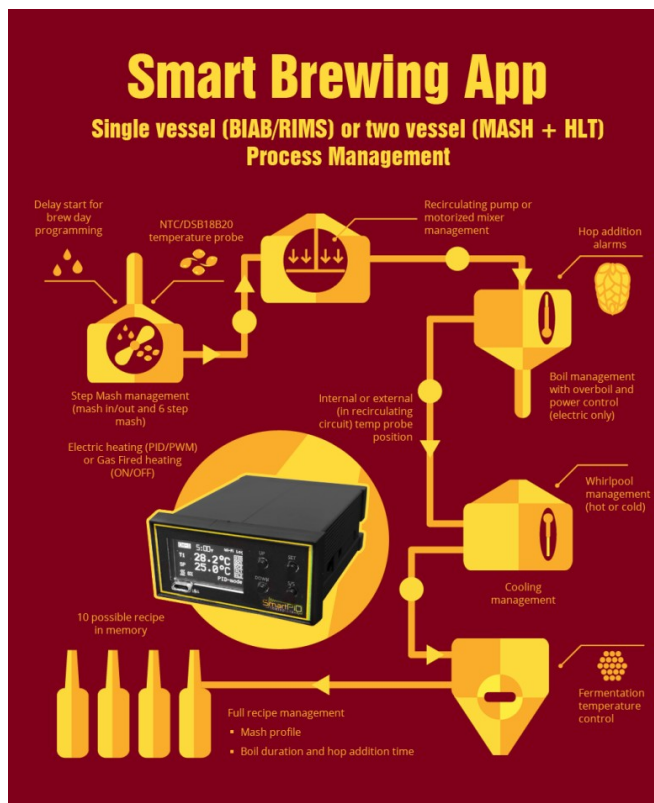
In termini di caratteristiche tecniche SmartPID supporta



- Due canali indipendenti
- Controllo PID e controllo ON/OFF con isteresi
- 2 uscite a relè meccanici 10A 220v
- 1 uscita SSR (rele' stato solido per carichi resistivi elevati)
- 2 uscite a 12V 2A per pilotaggio diretto pompe, mescolatori, elettrovalvole
- 2 ingressi per sonde di temperatura digitali oppure NTC (configurabili)
- Display grafico OLED
- EEPROM su scheda per data logging e configurazione parametri/archivio ricette
- Processo di data logging
- Software update e caricamento tramite USB
- Connessione WiFi al server remoto
- Buzzer per indicazione sonora di eventi
- 4 pulsanti per le interazioni
- Alimentazione di rete 230V

Il controller SmartPID è integrato **all'applicazione smartphone dedicata** che consente all'utente di controllare a distanza il processo di produzione.

Per ulteriori informazioni su come associare SmartPID con l'applicazione e configurare il servizio WiFi e Thingspeak, fare riferimento al manuale di installazione e configurazione



3 Applicazione SmartPID per homebrewing

La configurazione SmartPID può essere adattata per gestire differenti impianti e tecniche di produzione birra, la configurazione hardware consente di assegnare diversi processi o canali logici a diverse risorse fisiche. Questo fornisce una grande flessibilità per gestire diversi metodi di riscaldamento (gas o elettrici) e diverse pompe o agitatori (230 AC o 12V DC)

SmartPID supporta due tipi di configurazione

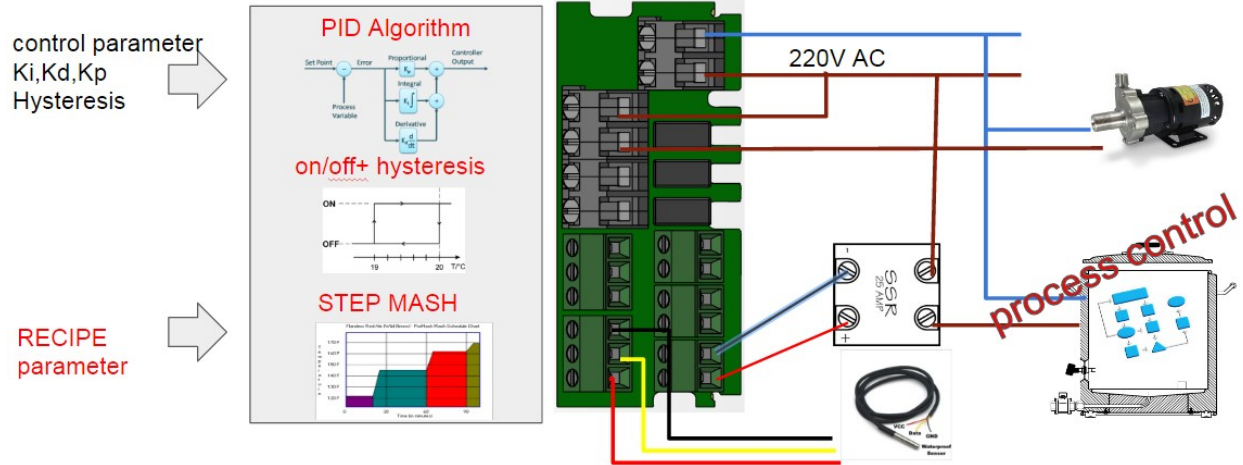
- BIAB/RIMS - PID o ON/OFF, sistema a pentola singola (una sonda temperatura + un elemento riscaldante)
- BIAB/RIMS + gestione di riscaldamento acqua di sparge. Sistema a due pentole e doppio controllo PID (2 sonde di temperatura + 2 elementi riscaldanti)

Di seguito qualche esempio per illustrare la flessibilità e le configurazioni possibili

BIAB/RIMS controllo singolo PID (on/off) - riscaldamento (gas o elettrico) + pompa

SmartPID legge la temperatura da una sonda e gestisce l'elemento riscaldante tramite SSR per automatizzare tutti i passaggi mediante controllo di processo.

Durante tutto il processo, la pompa di ricircolo o un motore con agitatore può essere gestito manualmente o automaticamente.



Possibili configurazioni in uscita per il riscaldamento

- SSR per riscaldamento elettrico [Algoritmo di controllo PID+PWM]
- Relè 230V AC per riscaldamento elettrico [Algoritmo ON/OFF]
- Uscita diretta per valvola GAS [Algoritmo ON/OFF]

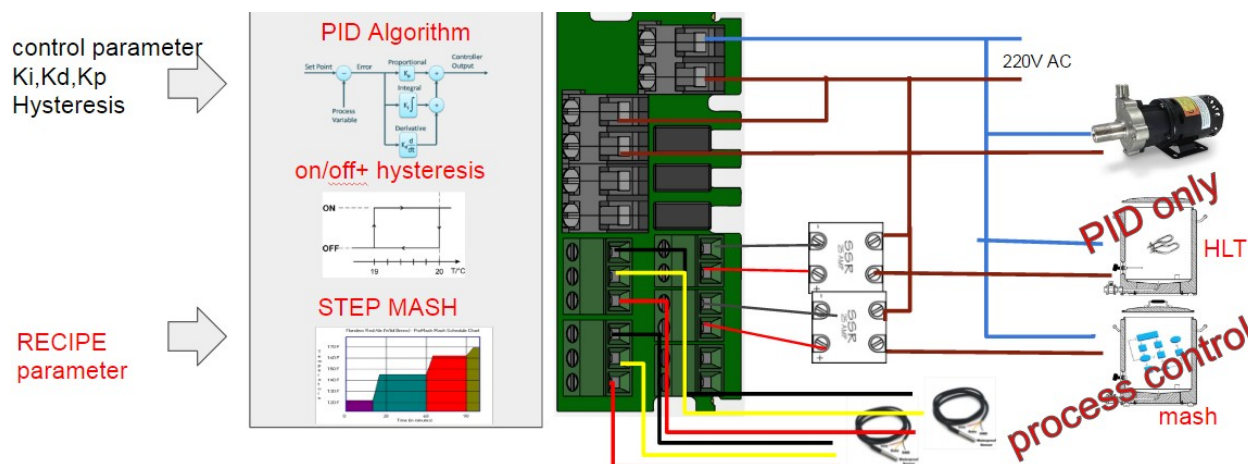
Gestione della pompa automatica o manuale (con pulsante) a due possibili configurazioni

- Relè 230V AC per gestione mediante relè
- 12V DC per gestione diretta (max 1A)

BIAB/RIMS doppio controllo PID (on/off) - riscaldamento (gas o elettrico) - pompa

SmartPID legge la temperatura da 2 sonde e gestisce 2 elementi riscaldanti indipendentemente ossia il mash con l'automazione di step completa e il boiler per l'acqua di sparge m

La pompa/agitatore può essere controllata automaticamente o manualmente come nel processo singolo



Possibili configurazioni in uscita per il riscaldamento

- 2 uscite SSR per riscaldamento elettrico [Algoritmo di controllo PID+PWM]
- 2 uscite relè a 220V AC o collegamento diretto alla valvola GAS [ON/OFF]

Gestione della pompa automatica o manuale (con pulsante) a due possibili configurazioni

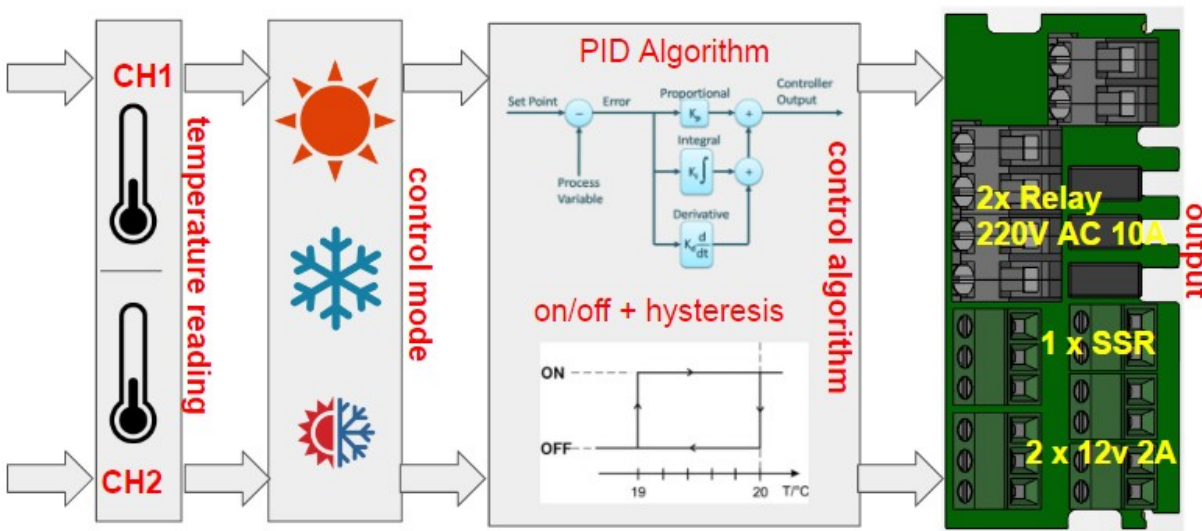
- Relè 230V AC per gestione mediante relè
- 12V DC per gestione diretta (max 1A)

4 Applicazione software Smart HomeBrewing

In questo capitolo viene descritta l'applicazione software installata e in esecuzione sul controller per fornire all'utente finale la piena comprensione di come è stata implementata l'automazione del processo di produzione birra.

4.1 Principi base del controllo

Il nucleo di questa applicazione è quello di implementare una logica di controllo della temperatura per pilotare l'elemento riscaldante (elettrico o a gas) in un processo di riscaldamento o per azionare un sistema di raffreddamento (in genere un frigorifero) in un processo di raffreddamento.



La variabile principale è la temperatura del setpoint selezionata dai pulsanti la quale rappresenta la variabile in ingresso per l'algorithm di controllo che può essere:

1. Controllo PID + PWM [Riscaldamento elettrico]

Il set point viene confrontato con la temperatura rilevata eseguendo i calcoli del algoritmo PID (proporzionali integrativi derivati)

Devono essere configurati K_i, K_p, K_d o avviare un processo di sintonizzazione automatica durante la fase di installazione (opzionale)

L'uscita PID aziona un blocco di controllo di potenza PWM che varia il "duty cycle" di un segnale a frequenza fissa da 0 a 100%. L'uscita PWM guiderà il carico tramite SSR. In questo modo è possibile eseguire un ottimo controllo della potenza dell'elemento riscaldante elettrico

Due altri parametri rilevanti possono essere configurati ed influenzano il comportamento PID

n) Ampiezza --> Periodo del segnale PWM

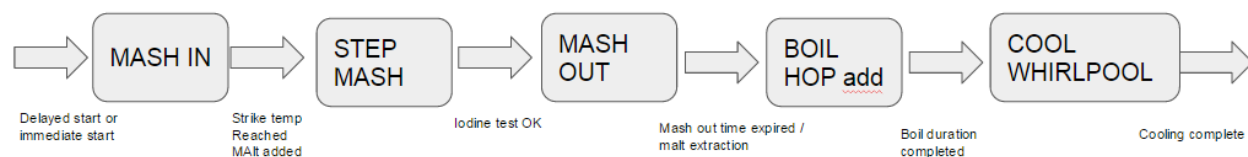
o) Tempo di campionamento --> Campionamento del tempo PID

2. Algoritmo ON/OFF [Riscaldamento GAS e raffreddamento (frigo)]

In questo caso il setpoint viene confrontato con la temperatura rilevata dalla sonda e, a seconda del valore (superiore o inferiore il target), l'uscita viene pilotata in stato ON o OFF la quale guida il relè o SSR. Al fine di evitare oscillazioni vicino al set point, occorre implementare un isteresi / zona morta. Il valore di isteresi e' configurabile nei parametri di processo. Il controllo ON / OFF verrà applicato direttamente nei sistemi di riscaldamento gas pilotato tramite una valvola gas.

4.2 Principi generali Applicazione Homebrewing

L'applicazione per il home brewing implementa un flusso di lavoro completo per consentire un ciclo di birrificazione completamente automatico (o semiautomatica)



Il processo è tipicamente "lineare" nel tempo con l'esecuzione di sotto-processi passo passo condizionati da un determinato parametro definito dall'utente che rappresenta la "ricetta"

Il processo generale può essere scomposto nei seguenti sottoprocessi

1. Caricamento ricetta / impostazioni

Prima di iniziare il processo, smartPID necessita di caricare una ricetta / o configurare. Viene richiesto per la prima volta di definire una nuova ricetta o caricarla tramite la memoria EEPROM. In caso di nuova ricetta viene richiamata la "gestione delle ricette".

Una volta selezionata la ricetta, viene richiesto di avviare immediatamente il processo o attivare un "inizio ritardato".

Nel secondo caso è possibile configurare un adeguato ritardo (fino a 12h) con i pulsanti su / giù in minuti. Dopo la scadenza del ritardo, il processo di mash si avvia normalmente.

2. MASH-IN

Durante questa fase obbligatoria l'acqua viene riscaldata al fine di raggiungere la temperatura di mash-in (parametro della ricetta) mentre la pompa di ricircolo, a seconda del parametro di impostazione appropriato, viene attivata per avere un riscaldamento uniforme dell'acqua. Prima di avviare il processo, viene richiesta una conferma obbligatoria sull'aggiunta dell'acqua per non avviare il riscaldamento a secco. All'avvio un primo processo avvia la pompa con 3 cicli brevi ON→OFF→ON per eliminare le bolle d'aria del circuito.

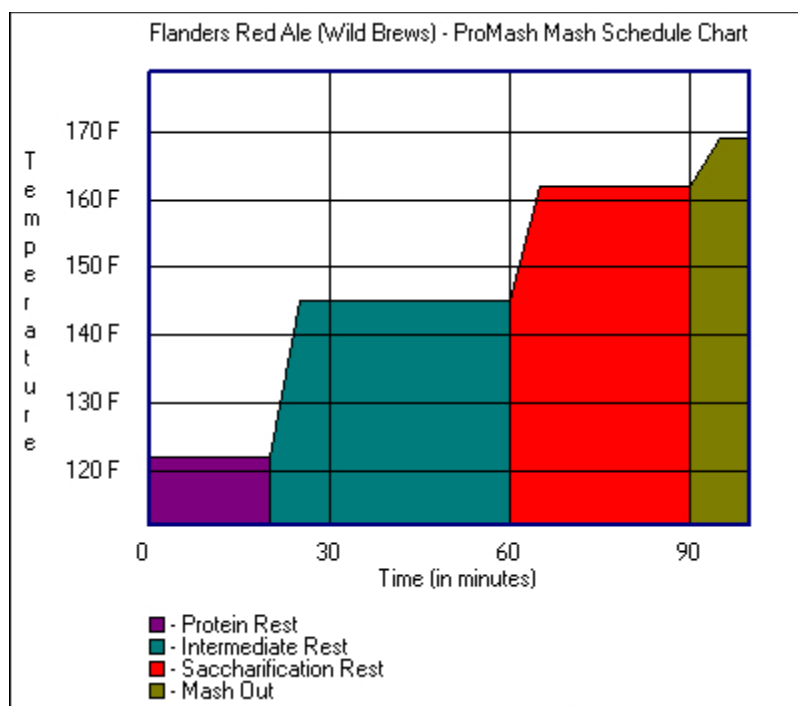
Durante l'esecuzione del processo il set point predefinito (temp. Mash IN) può essere modificato in qualsiasi momento con i pulsanti su / giù.

Il controllo del riscaldamento viene eseguito in base alle unità e al parametro hardware impostato (algoritmo PID o ON / OFF). Quando si raggiunge la temperatura di Mash-IN, un segnale acustico viene riprodotto tramite un buzzer, la pompa viene arrestata e il sistema entra in "standby" in attesa della conferma della fase successiva.

NB durante il tempo di attesa la temperatura viene mantenuta costante controllando l'elemento riscaldante

3. STEP DI MASH

Questo è il nucleo del processo, l'acqua viene miscelata con i grani e viene riscaldata con un processo passo-passo con temperatura e durata definiti nella ricetta per consentire la conversione di amidi in zuccheri.



Dal punto di vista del controllore, l'elemento riscaldante viene gestito in base all'algoritmo selezionato (PID o ON / OFF) per raggiungere la temperatura corretta, mantenerlo stabile per la durata del ciclo e quindi passare alla fase successiva.

Prima di iniziare il ciclo di mash, l'utente deve confermare che il malto è stato aggiunto all'acqua.

Secondo il parametro di configurazione della pompa, il ciclo ON / OFF della stessa funziona in background indipendentemente dalla temperatura e dalla fase di mash.

La modifica manuale del set point della temperatura della ricetta può essere eseguita in qualsiasi momento con il pulsante Su / Giù

All'inizio (temperatura di destinazione raggiunta) e fine (tempo scaduto) di ogni ciclo viene emesso un segnale acustico tramite il buzzer.

Una volta completato l'ultimo ciclo, il sistema entra in modalità "standby" in attesa di conferma della cottura e mantenendo costante l'ultima temperatura.

Il ciclo A-Amilasi2 è obbligatorio, mentre il ciclo A-Amilasi 1 può essere ignorato durante l'impostazione iniziale della ricetta impostando un valore del tempo = 0.

Il programma esegue un controllo di integrità e cerca di evitare gli errori dell'utente nella configurazione: se alcuni valori di input non sono coerenti (cioè un ciclo con SetPoint inferiore rispetto a quello precedente), il passaggio viene automaticamente ignorato.

4. MASH-OUT

In questo ciclo obbligatorio la temperatura viene innalzata velocemente alla temperatura di mash-out definita nella ricetta. Questa temperatura viene mantenuta per la durata inserita nella ricetta.

Prima di entrare in questa fase, l'utente è tenuto a confermare l'esecuzione del test di iodio o test di conversione che fornisce la prova di conversione dell'amido.

Durante questo passaggio la pompa viene gestita in base alla configurazione dei parametri OFF o con il ciclo ON / OFF come nei cicli di mash.

Una volta scaduto il tempo, un segnale acustico viene emesso tramite il buzzer e il sistema entra in standby fino alla conferma della fase di ebollizione. La temperatura viene mantenuta costante per tutto il tempo.

5. BOLLITURA E AGGIUNTA DEI LUPPOLI

Dopo la fase di MASH-OUT il mosto viene riscaldato fino ad al punto di ebollizione continuando per un periodo definito nella ricetta. Durante la fase di ebollizione vengono eseguiti le fasi di aggiunta del luppolo.

Prima di entrare nel metodo di ebollizione, l'utente è tenuto a confermare se le trebbie sono state rimosse ed il mosto filtrato.

Poiché non c'è bisogno di un controllo di temperatura scrupoloso, dopo le fasi di Mash, l'elemento riscaldante viene alimentato completamente fino a raggiungere la temperatura del punto di ebollizione (definito nella ricetta). Al raggiungimento della temperatura viene emesso un segnale acustico e viene avviato il timer per la durata della bollitura.

L'elemento riscaldante in questa fase è controllato manualmente e staticamente (senza controllo di temperatura) utilizzando l'algoritmo PWM che consente di dosare la potenza da 0% a 100%.

La pompa viene controllata in base alle impostazioni di configurazione o completamente OFF o ON su determinata temperatura (temperatura limite di sicurezza per la pompa).

Il processo di aggiunta del luppolo avviene in contemporanea e fornisce un suono acustico ed una visualizzazione sul controllore. La quantità di luppolo da aggiungere e il tempo fanno parte dei parametri della ricetta. Il parametro del tempo viene utilizzato come conto alla rovescia e il valore fornisce esattamente il tempo rimanente alla fine dell'ebollizione.

Dopo la scadenza del tempo di ebollizione l'elemento riscaldante viene disattivato, così come la pompa e il sistema entrano in modalità di raffreddamento.

6. RAFFREDDAMENTO/WHIRPOOL

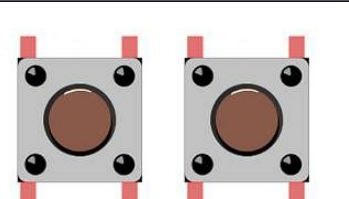
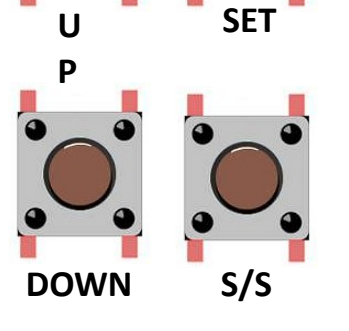
Dopo il termine di ebollizione l'elemento riscaldante viene spento e la birra viene raffreddata fino alla temperatura definita nel parametro di processo la quale viene riportata sul display. In questa fase la pompa viene accesa o spenta in base al parametro di whirlpool nella impostazione dei parametri di processo.

E' possibile eseguire whirlpool in caldo o in freddo

5 Menu di navigazione

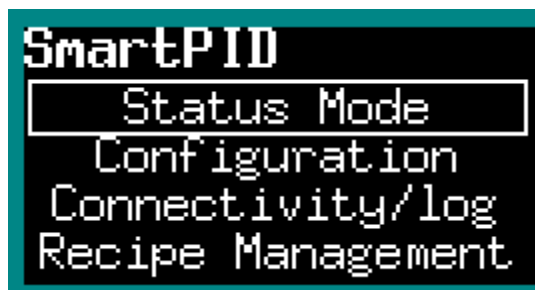
Nel capitolo seguente viene riportata la struttura dei menu e la navigazione, il menu di navigazione e la selezione vengono eseguiti tramite pulsanti sul pannello anteriore.

Ogni pulsante ha le proprie funzioni in base al contesto appropriato.

	<p>a) SU/GIU'</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Scorrere nel menu di configurazione b. Aumentare/diminuire il valore di temperatura c. Scorrere i valori nel menu di configurazione
	<p>a) SET</p> <ul style="list-style-type: none"> d. Selezionare/confermare un menu specifico e. Selezionare/confermare un valore specifico f. Confermare l'azione dopo la richiesta <p>b) Start/Stop</p> <ul style="list-style-type: none"> g. Start processo h. Stop processo i. Premere a lungo per uscire dal menu corrente

5.1 Menu Principale

Dopo l'avvio, SmartPID entrare in modalità standby con tutte le uscite disattivate e l'utente può selezionare le voci dal menu principale.



Nel menu principale sono presenti le funzioni principali di SmartPID

1. Status Mode (Modalità Stato) -> è un semplice stato in cui viene riportata la temperatura dei due canali e l'utente può attivare / disattivare manualmente tutte le uscite (funzione soft switch)
2. Configuration (Configurazione) -> in questo menu viene eseguita tutta la configurazione specifica del parametro smartPID e del processo
3. Connectivity/Log (Connessione e Log) -> in questo menu l'utente può configurare tutti i parametri wifi, vedere lo stato della connessione, configurare il server remoto per la registrazione dei dati. Queste funzioni vengono eseguite in collaborazione con l'applicazione smartphone [per dettagli vedere manuale di installazione e configurazione]
4. Recipe Management (Gestione Ricette) -> questo menu consente all'utente di immettere / modificare / visualizzare la ricetta per il processo di preparazione della birra sia per il profilo di Mash che per la fase di bollitura e aggiunta del luppolo.
5. Run Mode (Esecuzione) -> attraverso questo menu, l'utente inizia il processo sia in modalità manuale che in modalità completamente automatizzata

5.2 Status Mode (Modalità Stato)

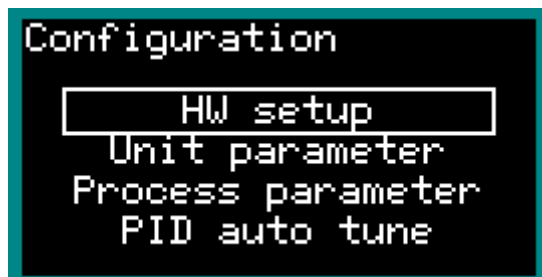


In Status Mode viene riportata la temperatura delle porte T1 e T2 nonché il tempo dall'avvio dell'applicazione. Se non è collegata alcuna sonda di temperatura, viene segnalato un errore.

Muovendosi con i pulsanti UP / DOWN l'utente può selezionare qualsiasi uscita e premendo SET può attivarla o disattivarla. Sul display l'etichetta relativa sarà contrassegnata tramite la modifica del colore.

Per uscire da Status Mode, premere il pulsante S / S

5.3 Configuration (Configurazione)

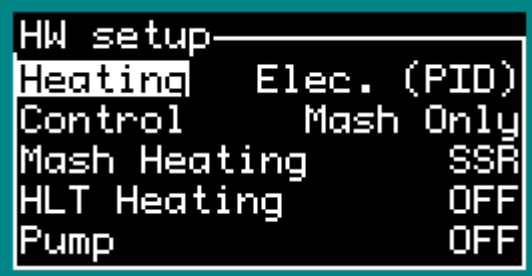

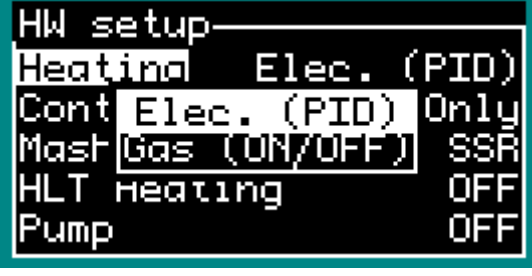
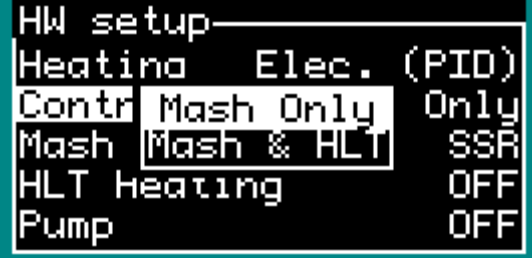



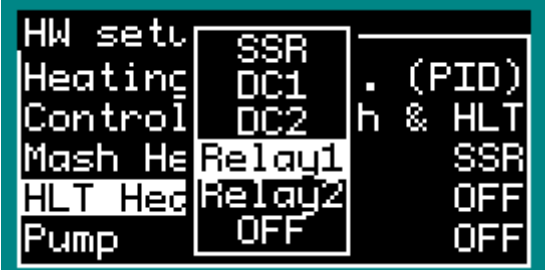
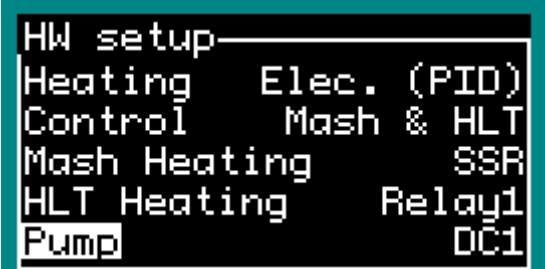
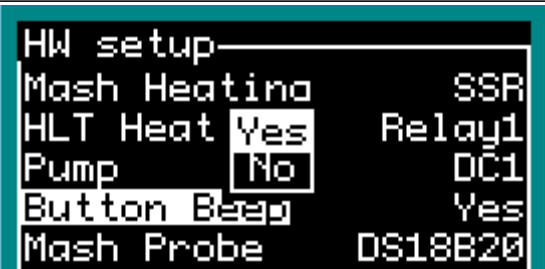

Questo menu è dedicato a tutte le operazioni di configurazione che vengono eseguite una sola volta durante l'inizializzazione / setup


1. HW Setup (Impostazione Hardware) -> le risorse hardware sono configurate e assegnate al processo di I / O
2. Unit Parameter (Parametri dell'unità) -> I parametri principali utili al processo PID sono configurato in questo menu
3. Process parameter (Parametri di Processo) -> In questo menu vengono configurati i parametri specifici del processo di homebrewing
4. PID auto tune -> Questa è una sezione speciale per configurare ed eseguire il processo di auto tune per aiutare l'utente a calcolare i parametri critici Kp, Ki, Kd che regolano il comportamento del PID

4.3.1 HW setup (Hardware setup)

Questa sezione consente di configurare le risorse fisiche e di assegnarle correttamente ai processi / canali

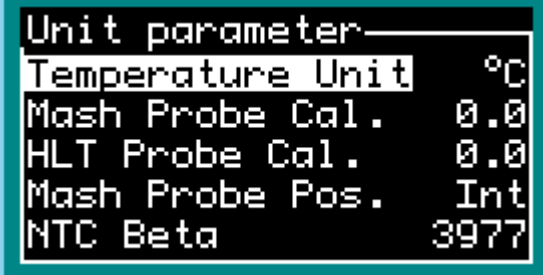
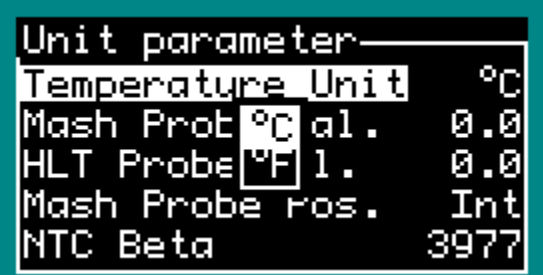
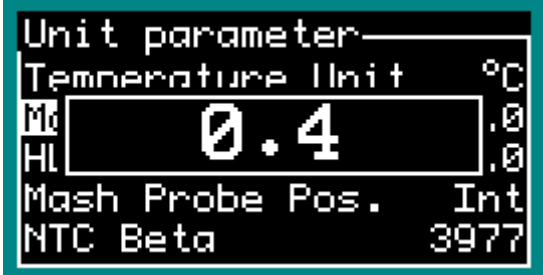
	
<p>Heating Mode (Modalità di Riscaldamento)</p> <p>L'utente può selezionare la modalità di controllo dell'elemento riscaldante</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elettrico (Algoritmo PID) - Gas (Algoritmo ON/OFF) 	
<p>Control Mode (Modalità di controllo)</p> <p>L'utente può scegliere l'impostazione corretta del suo sistema selezionando uno o due canali</p> <ul style="list-style-type: none"> - Singolo Recipiente - Solo Mash - Doppio Recipiente - Mash + HLT 	

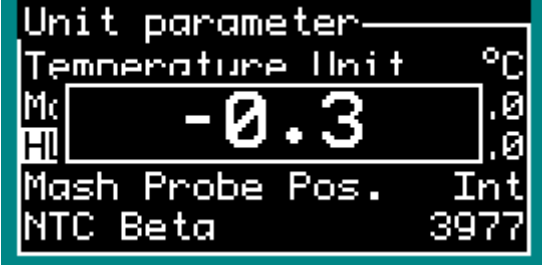
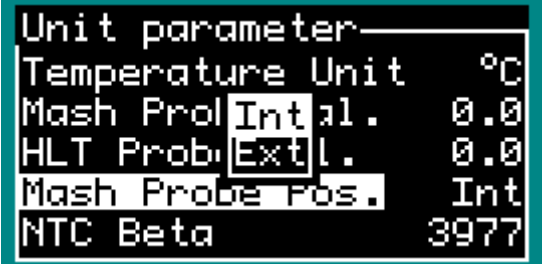

<p>Mash Heating (Riscaldamento del Mash)</p> <p>Attraverso questo menu è possibile assegnare al canale di mash l'uscita di controllo piu' appropriata</p>	
<p>HLT Heating (Riscaldamento del Boil)</p> <p>Attraverso questo menu è possibile assegnare al canale di gestione acqua di sparge l'uscita di controllo piu' appropriata</p> <p>Notare che questo è possibile se la modalità di controllo è stata selezionata MASH + HLT</p>	
<p>POMPA (o agitatore)</p> <p>attraverso questo menu l'uscita della pompa dovrebbe essere assegnata a risorse fisiche</p> <p>Si noti che per evitare conflitti non è possibile selezionare le risorse/canali già assegnati</p>	
<p>Suono Pulsanti</p> <p>Premendo il pulsante del pannello frontale viene generato un breve "beep", tramite questa opzione è possibile attivarla o disattivarla</p> <p>Comunque, vengono generati i suoni di processo</p>	
<p>Sonda Mash</p> <p>Per il processo di Mash selezionare il giusto sensore di temperatura</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensore digitale DS18B20 - Sensore analogico NTC da 10K 	

<p>Sonda HLT</p> <p>Per il processo di gestione acqua di sparge selezionare il giusto sensore di temperatura</p> <p>Il tipo di sensore può essere diverso da quello di mash poiché i due canali sono indipendenti</p>	 <pre> HW setup HLT Her Relay1 Pump OFF DC1 Button DS18B20 Yes Mash Pi NTC DS18B20 HLT Probe OFF </pre>
--	---

4.3.2 Unit Parameter (Parametri dell'unità)

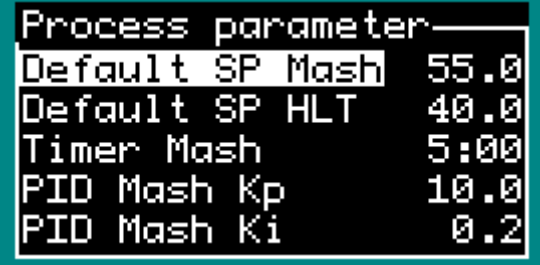
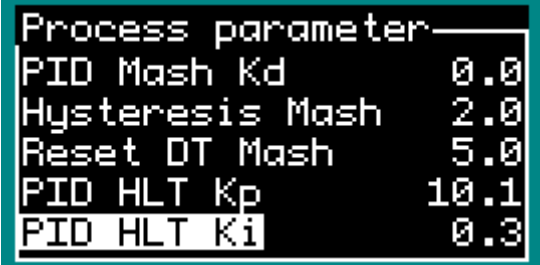
Questa sezione consente all'utente di configurare il parametro globale che regola il comportamento complessivo di SmartpPID

	 <pre> Unit parameter Temperature Unit °C Mash Probe Cal. 0.0 HLT Probe Cal. 0.0 Mash Probe Pos. Int NTC Beta 3977 </pre>
<p>Unità misura temperatura</p> <p>Questo menu consente all'utente di selezionare l'unità di misura corretta</p> <ul style="list-style-type: none"> - Celsius - Fahrenheit <p>La stessa configurazione deve essere riportata sull'applicazione smartphone</p>	 <pre> Unit parameter Temperature Unit °C Mash Prob °C al. 0.0 HLT Probe °F l. 0.0 Mash Probe Pos. Int NTC Beta 3977 </pre>
<p>Calibrazione della sonda di Mash</p> <p>È possibile aggiungere un offset di $\pm 5^{\circ}\text{C}$ alla lettura della sonda di temperatura del mash per compensare eventuali errori di misura</p>	 <pre> Unit parameter Temperature Unit °C M Mash 0.4 .0 HL Mash 0.4 .0 Mash Probe Pos. Int NTC Beta 3977 </pre>

<p>Calibrazione della sonda HLT</p> <p>È possibile aggiungere un offset di $\pm 5^{\circ}\text{C}$ alla lettura della sonda di temperatura dell'acqua di sparge per compensare eventuali errori di misura</p>	
<p>Posizione della sonda di Mash</p> <p>Questo è un parametro importante che definisce dove si trova la sonda di temperatura del mash</p> <ul style="list-style-type: none"> - internamente al recipiente di Mash - esternamente sul circuito di ricircolo <p>Vedi l'appendice per la descrizione del ciclo della pompa</p>	
<p>NTC beta</p> <p>L'utente può selezionare il coefficiente Beta per il sensore NTC, vengono riportati i valori più comuni.</p> <p>Il coefficiente influenzerà la lettura della temperatura e quindi la precisione, cercare di trovare quella corretta secondo le specifiche del NTC</p>	

4.3.3 Process parameter (Parametri di processo)

Questa sezione consente all'utente di configurare tutti i parametri specifici per il processo di produzione, ciascuno dei quali influenza il flusso di lavoro e l'esecuzione complessiva del processo.

	
---	--

<pre> Process parameter PID HLT Kd 0.1 Hysteresis HLT 2.5 SAMPLE time 1500 PWM Period 3500 Boiling Point 100.0 </pre>	<pre> Process parameter Boiling PWM Perc. 100 Pump Cycle 10:00 Pump Rest 2:00 Mash In Pump Yes Step Mash Pump Yes </pre>
<pre> Process parameter Mash Out Pump Yes Boil Pump Yes Malt Add Prompt Yes Iodine Prompt Yes Malt Extr. Prompt Yes </pre>	<pre> Process parameter Iodine Prompt Yes Malt Extr. Prompt Yes Whirlpool OFF Whirlpool Time 0:00 Cooling Temp 25 </pre>

Nella tabella sottostante sono riportati i vari parametri , la loro funzione e il range di valori valido

Tipo Parametro	Parametro	Descrizione	Range	default
Parametri STANDARD e BIAB	Boiling Point	Definisce la temperatura considerata come inizio del processo di ebollizione	95°C - 105°C	100°C
	PWM% @ Boilnig	Definisce l'output % PWM da applicare quando la temperatura raggiunge il punto di ebollizione	70% - 100%	100%
	PUMP cycle	Definisce la durata in minuti per la pompa in ON	5m - 20m	10 m
	PUMP rest	Definisce la durata in minuti per la pompa in OFF	1m - 5m	2 m
	Pump stage	Definisce in quale fase la pompa deve essere utilizzata. Per ogni fase è necessario impostare il flag Y / N	Mash In Y/N Step Mash Y/N Mash Out Y/N Boil Y/N	Si per tutte le fasi
	User Prompt	Definisce in che fase la transizione entri nel sistema e richiede	Malt Addition Y/N Iodine test Y/N	Si per tutte le

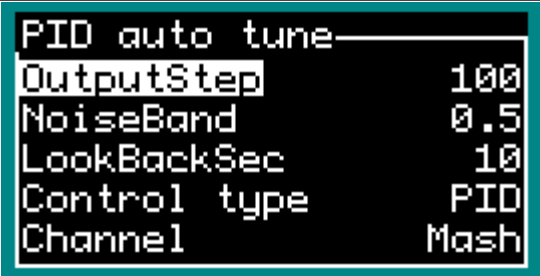
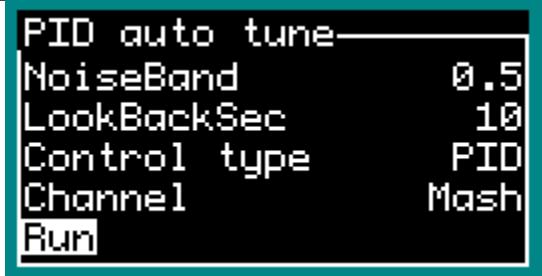
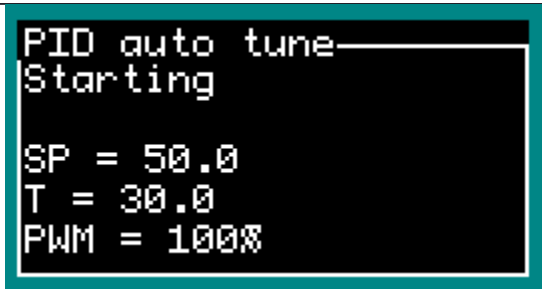
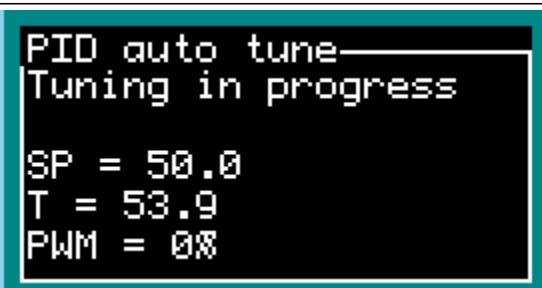
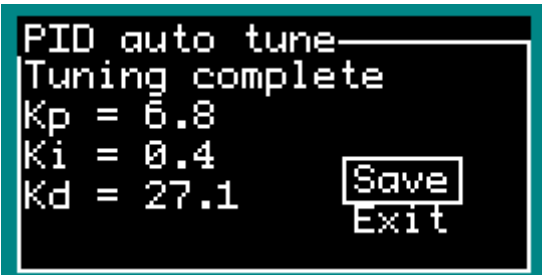
		<p>conferma esplicita per continuare</p> <p>Y → chiedi conferma</p> <p>N → procedere senza conferma</p>	Malt Extraction Y/N	fasi
	Whirlpool	Definisce se applicare o meno il whirlpool e nel caso in cui si tratti di whirlpool caldo o freddo	OFF Cold Hot	OFF
	Whirlpool duration	Definisce la durata del whirlpool in minuti	0m - 30m	5 m
	Cooling Temperature	Definisce la temperatura in per il processo di raffreddamento.	10°C - 30°C	25°C
Parametri Processo	Kp/Ki/Kd Per MASH e BOIL	Definisce il valore costante appropriato per l'algoritmo PID	Kp x—y Ki x—y Kd x—y	
	SAMPLE time	Definisce il tempo di campionamento della temperatura in ms	1000ms 4000ms	1500ms
	PWM Frequency	Definisce il periodo / ampiezza per il controllo PWM in ms	500ms 7000ms	3500ms
	Hysteresis Per MASH e BOIL	Definisce l'isteresi nel controllo ON / OFF in C / F	0°C 5°C	2°C
	Default SP Per MASH e HLT	Setpoint di temperatura predefinito	0°C-100°C	50°C

4.3.4 PID auto tuning

Questo è un menu avanzato speciale che consente di avviare un algoritmo specifico che cerca di stimare il miglior valore della costante Kp/Ki/Kd considerando la configurazione specifica.

In questa sezione non viene riportata la teoria completa dietro questo algoritmo ma solo come configurare e avviare il processo Ci sono molte risorse su Internet che spiegano il metodo Ziegler-Nichols implementato, come punti di partenza si faccia riferimento alla pagina su Wikipedia

https://en.wikipedia.org/wiki/PID_controller

	
<p>Esecuzione del PID auto tune</p> <p>Una volta lanciato l'auto tuning il PID cerca prima di raggiungere il setpoint utilizzando i parametri predefiniti</p>	
<p>Progresso del PID auto tune</p> <p>Una volta raggiunto il set point, l'auto tuning inizia un ciclo di controllo incrementando e diminuendo la temperatura e calcolando il tempo per raggiungere il valore della temperatura $SP \pm NoiseBand$. In questo modo viene valutata la reazione del sistema</p>	
<p>Completamento del PID auto tune</p> <p>Se l'algoritmo converge (può richiedere anche un'ora) vengono calcolati i valori Kp, Ki, Kd e l'utente può salvarli come valori predefiniti</p> <p>Si noti che il processo di autotune lavora sul singolo canale</p>	

5.4 Recipe Management (Gestione ricetta)

L'automazione del processo di produzione di birra si basa su un concetto di "ricetta" che definisce i parametri di ingresso al controllore

Attraverso questa sezione è possibile



VIEW → Ricaricare la ricetta dall'EEPROM selezionando il numero di indice e consentire di visualizzare il set completo di parametri in ciascun sotto-menu

EDIT /DELETE → Caricare la ricetta dall'EEPROM selezionando il numero di indice e cambiare / modificare / eliminare tutti i parametri in ogni sottomenu. Al termine della modifica l'utente può salvare sullo stesso indice (sostituire) o con un nuovo indice (clone).

NEW → Consentire all'utente di definire una nuova ricetta da zero e di aggiungere tutti i parametri suddivisi in due sottomenu. Per l'elenco dei parametri consultare il 3.3.3

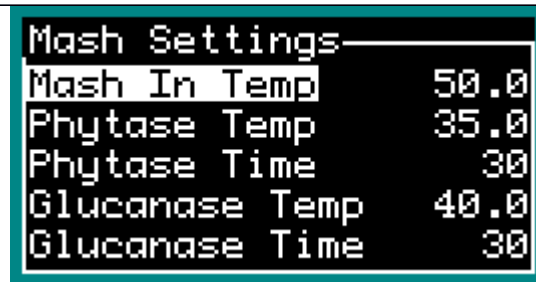
Al termine della definizione della ricetta, la stessa può essere salvata nella EEPROM con un indice appropriato

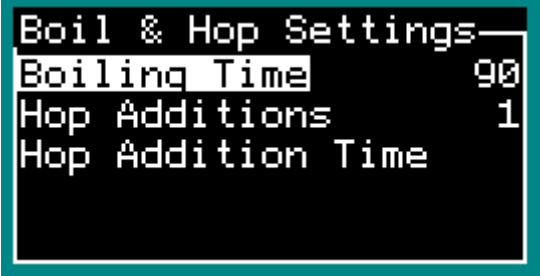
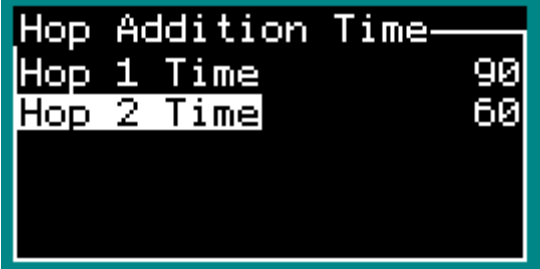
Quando viene inserita una nuova ricetta bisogna modificare due sezioni principali



Mashing

Per ogni fase del programma di mash occorre immettere due valori: temperatura / tempo
 Se il tempo è impostato su 0, la fase viene ignorata
 Vedere sotto la tabella per maggiori dettagli



<p>Boil & Hop Settings</p> <p>È necessario specificare la durata totale di bollitura e il numero di aggiunte del luppolo</p>	
<p>Hop Addition Time</p> <p>Per ogni aggiunta di luppolo definita nel menù precedente viene configurata la durata totale di bollitura</p>	

La tabella di seguito riporta la struttura passo passo di una ricetta generica. Ogni ricetta è fatta dal set completo di parametri.

In rosso il parametro obbligatorio

Tipo Parametero	Parametero	Descrizione	Range	default
Mash	Temperatura di Mash IN	Definisce la temperatura per la fase di Mash IN	20°C - 78°C	50°C
	Fitasi Temperatura/Durata	Definisce la temperatura e il tempo in minuti	25°C - 55°C	35°C
	Glucanasi Temperatura/Durata	Definisce la temperatura e il tempo in minuti	35°C - 50°C	40°C
	Protesi Temperatura/Durata	Definisce la temperatura e il tempo in minuti	45°C - 60°C	50°C
	B-Amilasi Temperatura/Durata	Definisce la temperatura e il tempo in minuti	50°C - 70°C	63°C
	A-Amilasi1 Temperatura/Durata	Definisce la temperatura e il tempo in minuti	60°C - 76°C	67°C
	A-Amilasi2	Definisce la temperatura e	60°C - 76°C	73°C

	Temperatura/Durata	il tempo in minuti		
	Mash Out Temperatura	Definisce la temperatura per la fase di Mash OUT	70°C - 80°C	77°C
Bollitura e aggiunta luppolo	Durata della Bollitura	Definisce la durata per la fase di bollitura in minuti	30m - 180m	90m
	Numero di aggiunte di luppolo	Definisce il numero di aggiunto di luppoli	0 - 10	1
	Luppolo(x) minuti	Definisce il tempo quando occorre aggiungere il luppolo numero x	0m - Durata di bollitura	Durata di bollitura

Durante l'immissione dei parametri vengono eseguiti alcuni controlli di coerenza

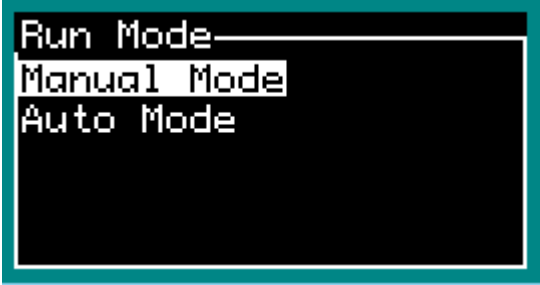
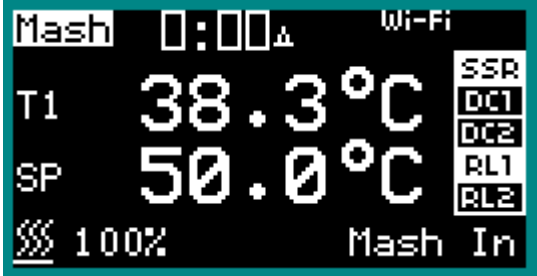
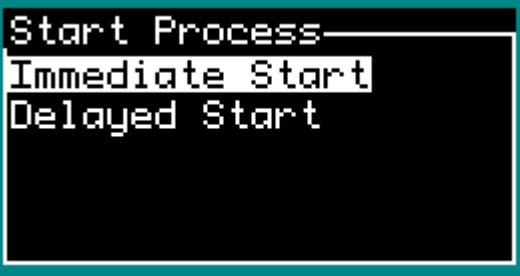

- Controllo coerenza della temperatura → ogni passo deve avere una temperatura di partenza > temperatura finale della fase precedente. Esempio: se la proteasi è impostata su 55°C la fase successiva come B-amilasi può iniziare oltre 55°C.
Le uniche eccezioni sono la fase di Mash-IN che può superare di 4°C la temperatura del passo successivo
- Controllo coerenza del tempo → nella fase di aggiunta luppolo in ebollizione, il tempo di totale deve essere diviso in base al numero di aggiunte. Ogni tempo di aggiunta deve essere < tempo precedente. Esempio: durata bollitura 120 min, 3 aggiunte di luppolo, prima aggiunta a 60min → la seconda dovrebbe essere < 60min

5.5 Run mode (Esecuzione)

La modalita` di esecuzione consente all'utente di avviare il processo di birrificazione. Sono possibili due modalità di funzionamento

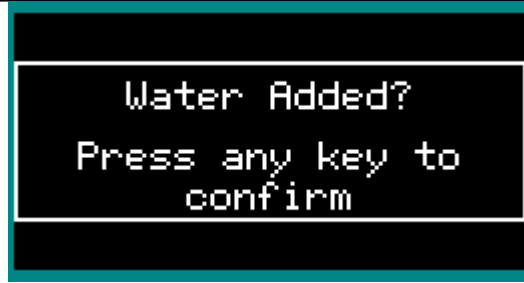
MANUAL MODE (Modalità manuale) --> Non viene eseguita alcuna fase di utomazione di processo, la temperatura viene controllata per raggiungere il set point mentre la pompa può essere attivata manualmente premendo a lungo il tasto SET

AUTO MODE (Modalità automatica) --> Una ricetta viene caricata ed eseguita passo per passo

	
<p>Manual Mode (Modalità manuale)</p> <p>Il sistema entra in modalità di funzionamento e inizia a controllare gli elementi riscaldanti / pompa Vedere il capitolo di esecuzione del processo per i dettagli delle informazioni riportate sul display</p>	
<p>Auto Mode (Modalità automatica)</p> <p>Prima di entrare nel modo automatico è richiesto di caricare una ricetta dalla memoria o di definirne una nuova</p>	
<p>Delay Start (Partenza ritardata)</p> <p>Il passaggio successivo consentire all'utente di definire un avvio ritardato o di avviarlo immediatamente</p>	
<p>Delay start setting (Impostazioni iniziali sul ritardo)</p> <p>Immettere i minuti per l'avvio ritardato con i tasti UP / DOWN</p>	

Water Added prompt (Controllo di aggiunta acqua)

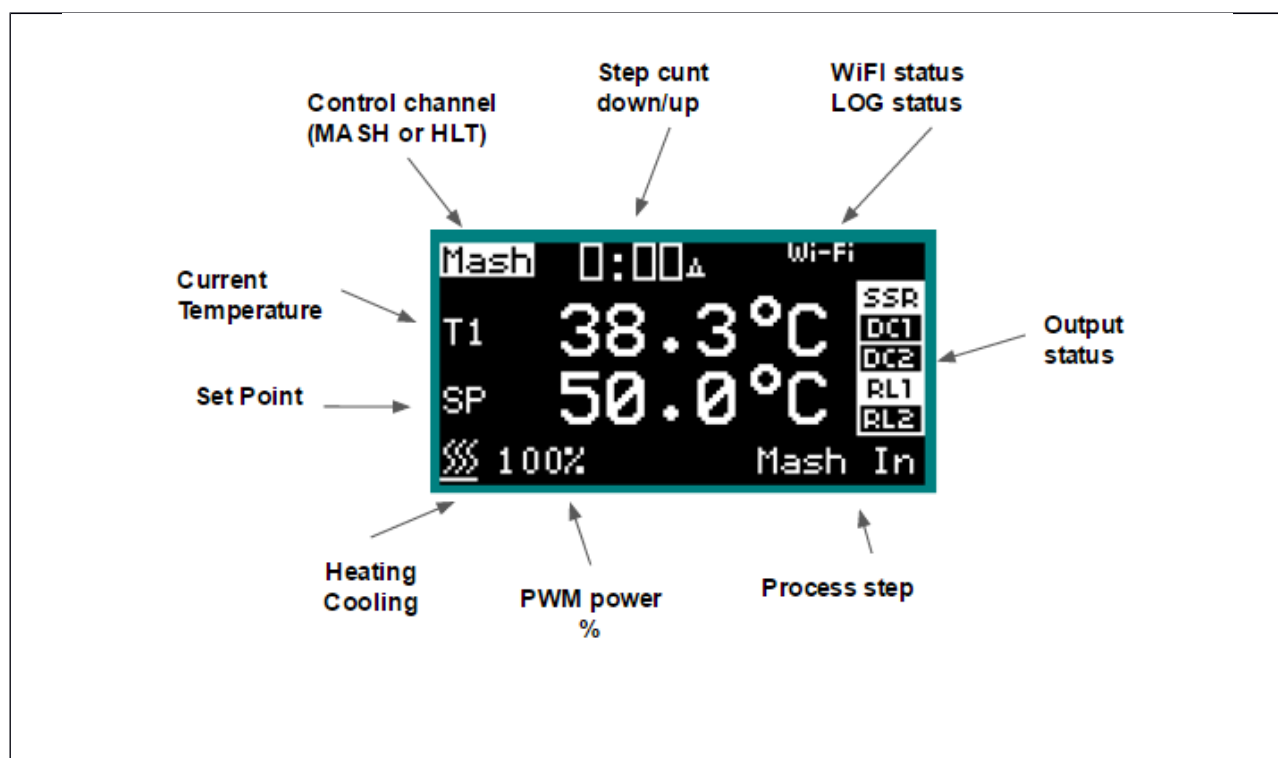
Prima di avviare il processo viene eseguito un controllo finale per assicurarsi che sia stata aggiunta l'acqua per evitare di danneggiare l'elemento riscaldante.



6 Esecuzione del processo

Una volta che il controller ha avviato la modalità di esecuzione automatica tutte le fasi descritte in 3.2 vengono eseguite in sequenza. A seconda del parametro configurato nella sezione, ogni passo viene richiesto all'utente oppure il processo può essere eseguito senza alcun intervento.

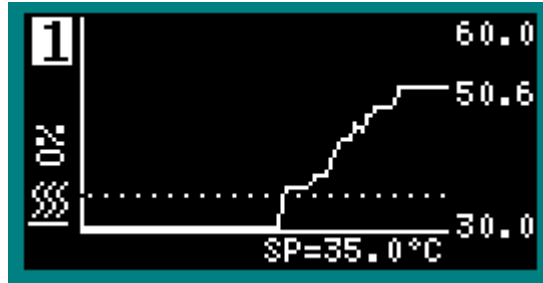
La schermata principale in modalità di funzionamento visualizza le seguenti informazioni



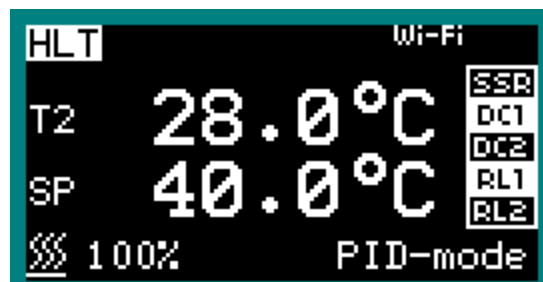
attraverso la pressione dei pulsanti è possibile

- Passare alla modalità grafica --> premere SET
- Passare tra tempo rimanente e tempo trascorso --> premere S/S
- Modificare il set point della temperatura --> pulsanti UP/DOWN
- Terminare il processo --> pressione lunga sul pulsante S/S

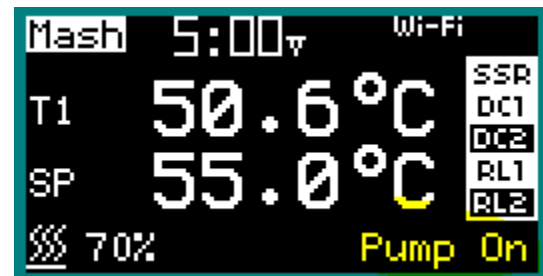
La modalità grafica riporta la temperatura in tempo reale e il set point, il grafico viene automaticamente aggiornato



Premendo il pulsante SET è possibile passare alla schermata HLT (se è stato configurato MASH + HLT), le informazioni fornite sono abbastanza simili a quelle del mash fatta eccezione che il conteggio in incremento e in decremento non è presente la notifica in massa a destra della fase è sostituito dalla indicazione della modalità di controllo



In modalità manuale (**manual mode**) sul display saranno visualizzate le stesse informazioni ed è possibile attivare e disattivare manualmente la pompa o l'agitatore premendo a lungo il pulsante SET, lo stato della pompa viene riportato nell'angolo in basso a destra



7 Appendice

7.1 Gestione ciclo pompa

La seguente tabella riporta lo stato PUMP nella fase diversa del processo considerando la posizione del sensore di temperatura.

Fase	Posizione del sensore	
	INTERNO	ESTERNO
Caricamento ricetta	pompa off	pompa off
Partenza ritardata	pompa off	pompa off
Attivazione della pompa	Avviare sempre la pompa prima di iniziare	Avviare sempre la pompa prima di iniziare
Mash IN	Stato pompa in mash IN = Y pompa attivata continuamente (nessun ciclo) Stato pompa in mash IN = N Pompa OFF	Pompa attiva fino al raggiungimento della temperatura di Mash-IN
Aggiunta del malto	La pompa è disattivata per tutta la durata dell'aggiunta di malto	La pompa è disattivata per tutta la durata dell'aggiunta di malto
Fasi di Mash	Stato pompa fase di mash = Y avvia la pompa ed esegue il ciclo / pump rest Stato pompa fase di mash = N Pompa OFF	Esegue sempre il ciclo della pompa e il pump rest Durante il pump rest l'elemento riscaldante del mash è spento (non invocato il PID)
Test iodio	Pompa in OFF per tutta la durata del test	Pompa in OFF per tutta la durata del test
Mash OUT	Stato pompa fase di mash out = Y avvia la pompa ed esegue il ciclo / pump rest Stato pompa fase di mash = N Pompa OFF	Pompa attiva fino al raggiungimento della temperatura di Mash-OUT
Rimozione delle trebbie	Pompa in OFF per tutta la durata del ciclo	Pompa in OFF per tutta la durata del ciclo
Bollitura	Stato pompa fase di Boil = Y Attiva la pompa in modo continuo fino alla temperatura di STOP Pompa Stato pompa fase di Boil = N Pompa OFF	POMPA sempre accesa fino a raggiungere la temperatura di ebollizione (temperatura di STOP Pompa ignorata)

Raffreddamento	La pompa può essere attivata o disattivata manualmente Premere il pulsante come in modalità manuale	Pompa sempre attiva fino alla temperatura di raffreddamento
Whirlpool	La pompa viene attivata per tutta la durata del whirlpool (durata fino al parametro impostato di whirlpool) E' possibile arrestare la pompa (e quindi del whirlpool) e ripristinare il conteggio	La pompa viene attivata per tutta la durata del whirlpool (durata fino al parametro impostato di whirlpool) E' possibile arrestare la pompa (e quindi del whirlpool) e ripristinare il conteggio

7.2 Metodo PID “auto tuning” Zeigler-Nichols

Un metodo di taratura euristica del algoritmo PID e' noto con il metodo [Ziegler-Nichols method](#), introdotto da by [John G. Ziegler](#) e [Nathaniel B. Nichols](#) negli anni '40. Il metodo si basa su questo principio i guadagni K_i e K_d vengono prima impostati a zero. Il guadagno proporzionale è aumentato fino a un valore K_u in cui l'uscita del loop comincia a oscillare. Viene calcolato il periodo di oscillazione T_u e vengono calcolati i rimanenti parametri

Ziegler-Nichols method

Control Type	K_p	K_i	K_d
<i>P</i>	$0.50K_u$	-	-
<i>PI</i>	$0.45K_u$	$0.54K_u/T_u$	-
<i>PID</i>	$0.60K_u$	$1.2K_u/T_u$	$3K_u T_u/40$

Questi guadagni si applicano alla forma PI del controller PID. Quando si utilizza il controllo nella forma PID standard, i parametri di tempo integrali e derivati T_i e T_d vengono calcolati e dipendono solo dal periodo di oscillazione T_u

7.3 Struttura del Data Logging

Il parametro di processo principale viene registrato sulla EEPROM o spostato sul server esterno tramite wifi (attualmente utilizzando il servizio thingspeak)

Le informazioni memorizzate sono le seguenti per ogni canale

- a) Data (formato Epoch, ISO 8601, MySQL)
- b) Numero del canale (CH1 o CH2)
- c) Modo di controllo (riscaldamento o raffreddamento)
- d) Modo di riscaldamento o raffreddamento (PID o ON-OFF)
- e) Set point temperatura
- f) Temperatura corrente
- g) Percentuale PWM
- h) Funzionamento del PID (raffreddamento/riscaldamento o ON/OFF)