

PID regelaar voor hobbybrouwen

Specificatie voor een PID regelaar voor hobbybrouwen

Deze specificatie is geschreven om een basisdocument te hebben voor dit project.

De doelstelling van dit project is om een PID regelaar te ontwerpen die specifieke taken kan uitvoeren voor een hobbybrouwer. Na discussie met hobbybrouwers werden de volgende scenario's geschetst:

1. Heating scenario: er is 1 temperatuursensor aanwezig en 1 output (gasbrander of elektrisch verwarmingselement). Hiermee wordt de temperatuur van een warmwaterketel of een maischketel geregeld. Er moeten meerdere temperaturen ingesteld kunnen worden, die elkaar in de tijd opvolgen.
2. Cooling scenario: er is 1 temperatuursensor aanwezig en 1 output (compressor van koelkast of diepvries). Hiermee wordt de temperatuur van een ruimte / koelkast geregeld. Er moeten meerdere temperaturen ingesteld kunnen worden, die elkaar in de tijd opvolgen.
3. Climate control scenario: er is 1 temperatuursensor aanwezig en 2 outputs. Met output 1 kan een verwarming aangezet worden, met output 2 kan een koeling aangezet worden. Een gistvat kan hiermee heel gedefinieerd in een paar dagen tijd een aantal graden omlaag gebracht worden, om vervolgens die temperatuur vast te houden.
4. HERMS scenario: er zijn 2 temperatuursensoren aanwezig (1 in de warmwaterketel en 1 in de maischketel) en er is 1 output (gasbrander of elektrisch verwarmingselement) aanwezig, waarmee de warmwaterketel geregeld wordt. Via een warmtewisselaar in de warmwaterketel wordt de temperatuur van de maischketel (indirect) geregeld.

Inleiding

Het project is voortgekomen na discussies op het hobbybrouwen forum (<http://www.hobbybrouwen.nl/forum/>).

Het is de bedoeling dat alle resultaten van het project beschikbaar worden gesteld. Hiermee is iedere geïnteresseerde in staat het project na te bouwen. Alle hardware schema's, ontwerp documenten, software source code e.d. komen gratis beschikbaar.

Om een interessant alternatief te kunnen bieden voor commerciële regelaars, moet aan de volgende voorwaarden voldaan worden:

- Meer functionaliteit dan een commerciële regelaar
- Een hogere nauwkeurigheid dan een commerciële regelaar
- Een lagere prijs dan een commerciële regelaar (in concreto: maximaal 100 euro aan materiaalkosten)
- Te realiseren met goed verkrijgbare onderdelen

Op te leveren deelproducten

De belangrijkste deelproducten zijn:

- Deze specificatie
- Een ontwerpdocument
- Een gebruikershandleiding, incl. een bouwbeschrijving
- Hardware schema's, print-layout en componentenlijst
- Source code van de software EN firmware/executable/hex-file
- Acceptatie Test

PID regelaar voor hobbybrouwen

Specificaties

Basisfunctionaliteit

De PID regelaar kan voor diverse toepassingen gebruikt worden. Zo moet het mogelijk zijn een verwarmingselement aan te sturen die in een warmwaterketel gemonteerd is.

R1: Het systeem moet in staat zijn om de referentietemperatuur via een (instelbare) helling omhoog te laten lopen (i.p.v. ineens een nieuwe waarde), de zogenaamde ramp functie.

R2: Het systeem moet meerdere temperatuur-tijd paren af kunnen handelen (max. 8 paren). Een voorbeeld hiervan is 20 min. op 53 °C, dan 30 min. op 63 °C, dan 20 min. op 72 °C, dan temperatuur vasthouden 78 °C. Alle temperaturen en tijden moeten instelbaar zijn.

R3: Indien het systeem uitgevallen is (bijv. door een stroomstoring), dan dient het systeem weer verder te gaan met het temperatuur-tijd traject, daar waar het gebleven was. Er mag dus niet weer opnieuw begonnen worden met het temperatuur-tijd traject.

R4: Het systeem moet een Auto tuning functie hebben, waarmee de optimale instellingen van de PID regelaar (periodetijd, Kp, Ki, Kd waarde) automatisch bepaald worden.

R5: Het systeem moet alle instellingen (parameters e.d.) bewaren, ook al staat het systeem uit. Het moet mogelijk zijn om de default instellingen weer terug te kunnen zetten.

R6a: Alle parameters van het systeem moeten ook via de PC ingesteld kunnen worden

R6b: De belangrijkste variabelen van het systeem (gemeten temperaturen, regelaaroutput en referentietemperatuur) moeten via de PC uitgelezen kunnen worden en (voor test en debuggen) handmatig op een vaste waarde ingesteld kunnen worden.

Voor hobbybrouwers die gebruik maken van een zogeheten HERMS installatie, is het noodzakelijk om het startmoment van een temperatuur-tijd paar (zie **R2**) nauwkeurig in te stellen. Pas als de temperatuur in de maischketel de ingestelde temperatuur bereikt heeft, moet de tijd gaan lopen.

R7: Voor het HERMS scenario (zie **R13b**) gelden de volgende aanvullende requirements:

R7a: Het systeem moet een mogelijkheid hebben om een 2^e temperatuursensor te kunnen uitlezen. Deze bepaalt de starttijden voor de genoemde temperaturen in **R2**.

R7b: Het systeem moet een compensatiemogelijkheid hebben voor het temperatuurverlies dat optreedt tussen warmwaterketel en maischketel. Voorbeeld: indien de maischketel op 63 °C ingesteld moet worden en het temperatuurverlies is ingesteld op 1 °C, dan dient de warmwaterketel geregeld te worden op 64 °C.

R7c: Het systeem moet de mogelijkheid bieden om tijdens opwarmen van de warmwaterketel naar de volgende temperatuur een tijdelijke verhoging van de referentietemperatuur in te kunnen stellen. Voorbeeld: het systeem is aan het opwarmen naar 72 °C en deze tijdelijke verhoging is ingesteld op 1 °C. De temperatuur referentie (voor de warmwaterketel) wordt dan gelijk aan 74 °C (+1 °C vanwege **R7b**). Nadat de gewenste temperatuur bereikt is, dient deze tijdelijke verhoging NIET meer meegenomen te worden en wordt de temperatuur referentie gelijk aan 73 °C (+1 °C vanwege **R7b**).

PID regelaar voor hobbybrouwen

Sensoren / Inputs

Er blijkt behoefte te bestaan om een scala aan temperatuursensoren aan te kunnen sluiten. Commerciële regelaars gebruiken vaak Pt100 of thermokoppels, terwijl moderne digitale temperatuursensoren ook goede resultaten geven.

R8: Het systeem moet om kunnen gaan met de volgende temperatuur sensoren

- **R8a:** DS18S20 1-wire digitale temperatuursensor (max. 2)
- **R8b:** LM75 en LM92 I²C digitale temperatuursensor (max. 2)
- **R8c:** PT100 Resistive Temperature Detector (RTD) sensoren (max. 1)
- **R8d:** thermokoppel van type K (-50~+1300°C) (max. 1)

R9: Het systeem moet in staat zijn om de gewenste temperatuur binnen + en - 0.5 °C vast te kunnen houden.

Actuatoren / Outputs:

Een standaard commerciële regelaar kent vrijwel altijd een Solid State Relay (SSR) waarmee gebruikers (vaak tot 6 A; 900 W) aan en uitgeschakeld kunnen worden.

R10a: Het systeem moet een elektrisch verwarmingselement kunnen aansturen (aan/uit) met een maximaal vermogen van 3000 Watt (230 VAC).

R10b: Het systeem moet een koeling van een diepvries / koelkast kunnen aansturen (aan/uit) met een maximaal vermogen van 1000 Watt (230 VAC).

R11: Het systeem moet een elektrische gebruiker (modulerende gasklep) kunnen aansturen tussen 0 % en 100 % met een maximaal vermogen van 10 Watt (24 VDC)

Gebruikersinterface

R12: Het systeem moet stand-alone kunnen werken, een PC hoeft dus niet aangesloten te zijn voor een correcte werking.

R13a: Het systeem moet ook in "manual mode" gezet kunnen worden, waarbij de gebruiker zelf de output (-100%, +100%) kan instellen. Hierbij staat een negatief getal voor koelen, en een positief getal voor verwarmen.

R13b: Het systeem moet de mogelijkheid bieden te kunnen kiezen uit de hiervoor beschreven scenario's (heating, cooling, climate-control, Herms).

R14: Het systeem moet de volgende analoge informatie kunnen weergeven:

R14a: De ingestelde temperatuur

R14b: De werkelijke temperatuur

R14c: De werkelijke temperatuur van sensor 2 indien aangesloten

R14d: De huidige output van de PID regelaar (-100%..100%)

R14e: De resterende tijd van een temperatuur-tijd paar

Deze instellingen hoeven niet allemaal tegelijk zichtbaar te zijn.

R14e: Het systeem moet 2 van bovenstaande instellingen tegelijk zichtbaar kunnen maken

R14f: De default instellingen zijn de ingestelde temperatuur en de werkelijke temperatuur. Het instellen van andere te tonen informatie dient via de PC ingesteld te kunnen worden.

PID regelaar voor hobbybrouwen

R15: Het systeem moet de volgende digitale informatie kunnen weergeven

R15a: Het systeem staat in Auto / Manual / Auto-Tuning mode

R15b: Als een elektrische gebruiker wordt ingeschakeld (zie R10a en R10b), dan dient dit zichtbaar gemaakt te zijn (bijv. d.m.v. een visuele indicator)

Het instellen van andere te tonen informatie dient via de PC ingesteld te kunnen worden.

Onderhoudsfuncties / Veiligheid / Overig

R16: Het systeem moet een log-functie hebben, die de belangrijkste waarden (temperaturen, regelaaroutput e.d.) naar de PC stuurt. Deze moeten via een PC weer uit te lezen zijn

R16a: Optioneel: Het systeem moet de gemeten waarden opslaan op een SD-card.

R17: er moet een galvanische scheiding zijn tussen de PC en het systeem, zodat ongelukken in het systeem niet leiden tot een kapotte PC

R18: alle ontwerp informatie (hardware, software) moet openbaar gemaakt worden, zodat iedere hobbybrouwer in staat gesteld wordt om dit systeem na te kunnen bouwen.

Versiehistorie

Datum	Versie	Omschrijving:
10-2006	V0.1	Eerste opzet gemaakt, 14 requirements
11-2006	V0.2	- Aangevuld met Inleiding en op te leveren deelproducten - Requirements onderverdeeld in diverse categorieën
06-2007	V0.3	- Requirement R8c aangepast: alleen PT100 (PT1000 verwijderd). - Requirement R8d aangepast: alleen type K thermokoppel i.p.v. alle mogelijke thermokoppels.
04-2009	V0.4	- Beschrijving van 4 scenario's toegevoegd (climate-control en cooling zijn nieuw) - Requirement R2: 8 paren i.p.v. 30 paren - Requirement R6 gesplitst in R6a en R6b + beter omschreven - Requirement R7 uitgebreid met R7a, R7b en R7c (HERMS scenario) - Requirement R8 afgebakend met max. aantal sensoren per type - Requirement R10 gesplitst in R10a en R10b (R10b is nieuw) - Requirement R13 gesplitst in R13a en R13b (R13b is nieuw) - Requirement R16 gesplitst en R16a optioneel toegevoegd