

PENGEMBANGAN METODE PENGONTROLAN TEMPERATUR ALIRAN UDARA DENGAN MENGGUNAKAN ANALOG VOLTAGE-CONTROLLED PHASE-ANGLE-FIRED POWER INTERFACE

Oleh:

Asmara Yanto*, Syafrul Hadi

Jurusan Teknik Mesin – Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Padang (ITP)

Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo Padang, 25143, Indonesia

* Email: asmarayanto@gmail.com

Abstrak

Alat-alat pengontrol temperatur aliran udara pada alat pengering udara buatan untuk proses pengeringan hasil-hasil pertanian, perkebunan, dan perikanan hanya dapat digunakan pada satu saluran udara. Permasalahan ini dapat dipecahkan dengan melakukan suatu inovasi alat pengontrol temperatur aliran udara. Pada makalah ini dikembangkan suatu metode dan membuat sebuah alat pengontrol temperatur aliran udara dengan menggunakan *analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface method*. Disini, pengontrolan temperatur aliran udara dikembangkan untuk mengontrol tiga macam temperatur aliran udara pada sistem saluran udara. Pada setiap saluran udara ditempatkan pemanas dan sensor temperatur. Diharapkan, metode dan produk dari alat pengontrol ini dapat digunakan pada alat pengering buatan untuk proses pengeringan hasil-hasil pertanian, perkebunan, dan perikanan.

Kata kunci: aliran udara, pengontrol temperatur, *analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface method*, saluran udara, pemanas, LM35DZ.

Abstract

Air Flow Temperature Controllers at artificial dryer for drying agriculture, horticultural, or fishery productions can be used only in one dryer air duct. This fact can be solved by performing the innovation of Air Flow Temperature Controller. In this paper is developed a method and making an Air Flow Temperature Controller by using analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface method. Here, air flow temperature control is developed to control the three air ducts where one of air ducts has difference air flow temperature than another. Each of the air ducts contain heater and LM35DZ temperature sensor. Hopefully, the developed method and product of the controller can be used in artificial dryer for drying agriculture, horticultural, or fishery productions.

Kata kunci: *Air Flow, Temperature Controllers, analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface method, air duct, heater, LM35DZ.*

1. Pendahuluan

Hasil pertanian, perkebunan, dan perikanan di Indonesia sangat beragam. Hampir semua hasil pertanian, perkebunan, dan perikanan harus dikeringkan sebelum dimanfaatkan ataupun dipasarkan. Ada beberapa metode pengeringan yang dapat dilakukan, diantaranya yaitu pengeringan tradisional dengan sinar matahari dan pengeringan buatan dengan alat pengering [1].

Saat sekarang ini, pengeringan buatan dengan alat pengering lebih banyak digunakan karena memiliki keuntungan diantaranya tidak

bergantung terhadap cuaca, kebebasan dalam memilih kapasitas pengeringan, tidak membutuhkan area pengeringan yang luas, dan kondisi proses pengeringan dapat dikontrol [2]. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses pengeringan, salah satu diantaranya adalah temperatur udara [3].

Proses pengeringan yang baik pada alat pengering membutuhkan temperatur udara pengeringan yang terkontrol [4][5]. Temperatur udara pengeringan ini bergantung kepada temperatur aliran udara yang masuk ke ruang pengeringan.

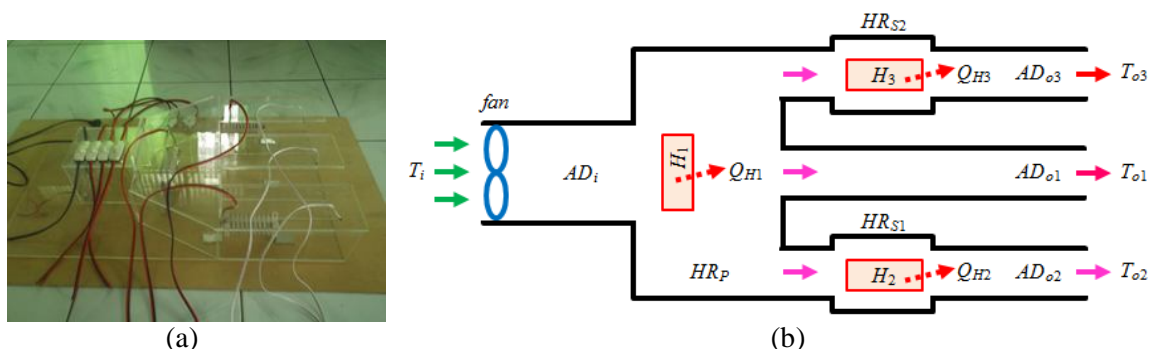
Produk-produk untuk mengontrol temperatur aliran udara telah banyak diproduksi oleh perusahaan-perusahaan yang bergerak dibidang instrumentasi dan kendali (Siemens [6], Chromalox [7], CAP [8], Danfoss [9], WPI [10], Belimo [11], dan Omega [12]). Umumnya, produk-produk ini hanya dapat digunakan untuk satu sensor temperatur. Metode pengontrolan yang terdapat pada produk-produk ini biasanya menggunakan pengontrolan *on-off*. Produk-produk ini juga telah dilengkapi dengan set point temperatur yang digital. Meskipun demikian, apabila diperlukan pengontrolan terhadap beberapa temperatur aliran udara yang bervariasi pada setiap salurannya dalam waktu yang bersamaan, maka satu produk tidak dapat digunakan. Dengan kata lain, setiap saluran membutuhkan satu produk.

Berdasarkan uraian diatas, perlu dilakukan suatu inovasi untuk menghasilkan produk pengontrol aliran udara yang dapat mengatasi permasalahan ini. Sebagai langkah awal untuk menghasilkan produk ini, perlu dikembangkan terlebih dahulu suatu metode

pengontrolan temperatur aliran udara. Pada penelitian ini dikembangkan suatu metode pengontrolan yang dapat mengontrol tiga macam temperatur aliran udara. Disini digunakan metode pengontrolan dengan analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface untuk mengontrol panas yang dihasilkan oleh pemanas yang ditempatkan pada sistem saluran udara.

2. Metodologi

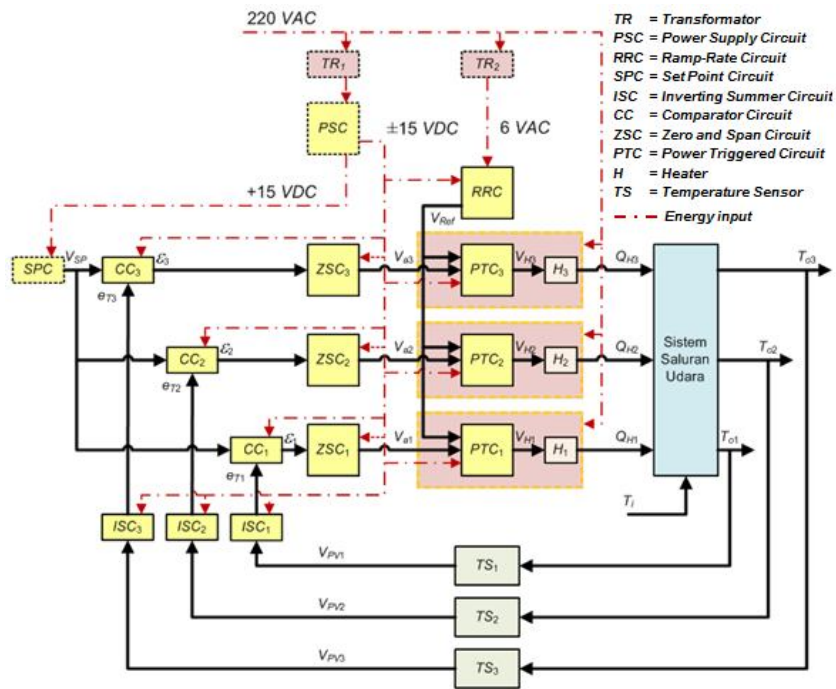
Sistem saluran udara pada penelitian ini merupakan sebuah *prototype* saluran udara seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1(a). Sistem ini terdiri atas satu saluran udara masuk (AD_i), satu ruang pemanas utama (HR_P), dan tiga saluran udara keluar yaitu AD_{o1} , AD_{o2} dengan satu ruang pemanas tambahan (HRS_1) dan AD_{o3} dengan satu ruang pemanas tambahan (HRS_2) seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1(b).



Gambar 1. Model sistem saluran udara dengan tiga macam temperatur aliran udara keluar. (a) *Prototype* sistem saluran udara, (b) Skema sistem saluran udara.

Model pengontrolan ketiga temperatur aliran udara keluar (T_{o1} , T_{o2} , dan T_{o3}) dapat diilustrasikan dengan diagram blok sistem kontrol seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2. Masing-masing tegangan beban

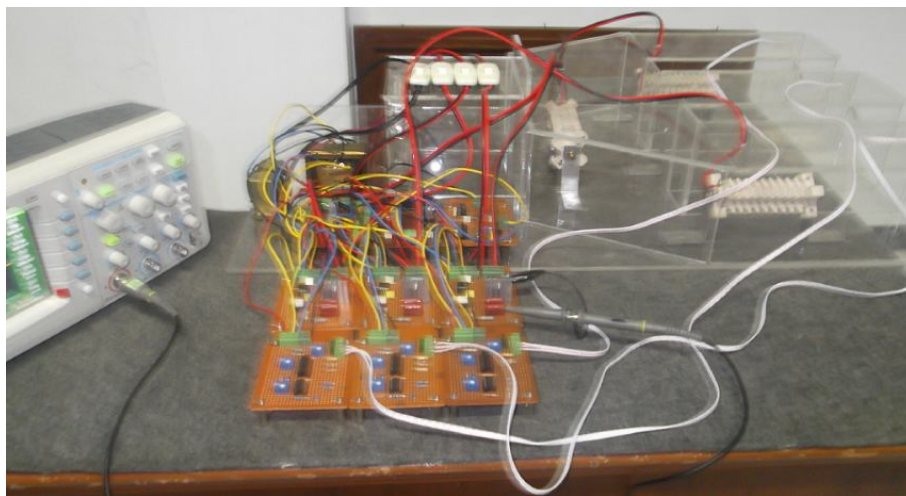
pemanas V_{H1} , V_{H2} , dan V_{H3} untuk masing-masing pemanas H_1 , H_2 , dan H_3 dikontrol dengan menggunakan *analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface*.



Gambar 2. Diagram blok sistem kontrol untuk tiga macam temperatur aliran udara pada *prototype* sistem saluran udara.

Kontroler untuk H_1 adalah *analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface* yang pertama ($RRC + ZSC_1 + PTC_1$), kontroler untuk H_2 adalah *analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface* yang kedua ($RRC + ZSC_2 + PTC_2$), dan kontroler untuk H_3 adalah *analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface* yang ketiga ($RRC + ZSC_3 + PTC_3$). Pengontrolan masing-masing tegangan beban pemanas V_{H1} , V_{H2} , dan V_{H3} bertujuan untuk mengatur masing-masing laju aliran panas Q_{H1} , Q_{H2} ,

dan Q_{H3} yang dihasilkan oleh masing-masing pemanas H_1 , H_2 , dan H_3 secara berturut-turut, agar didapatkan aliran udara keluar dari sistem saluran udara dengan tiga macam temperatur T_{o1} , T_{o2} , dan T_{o3} . Skema validasi dan pengujian metode pengontrolan temperatur aliran udara pada *prototype* sistem saluran udara dengan tiga *analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface* diperlihatkan pada Gambar 3.

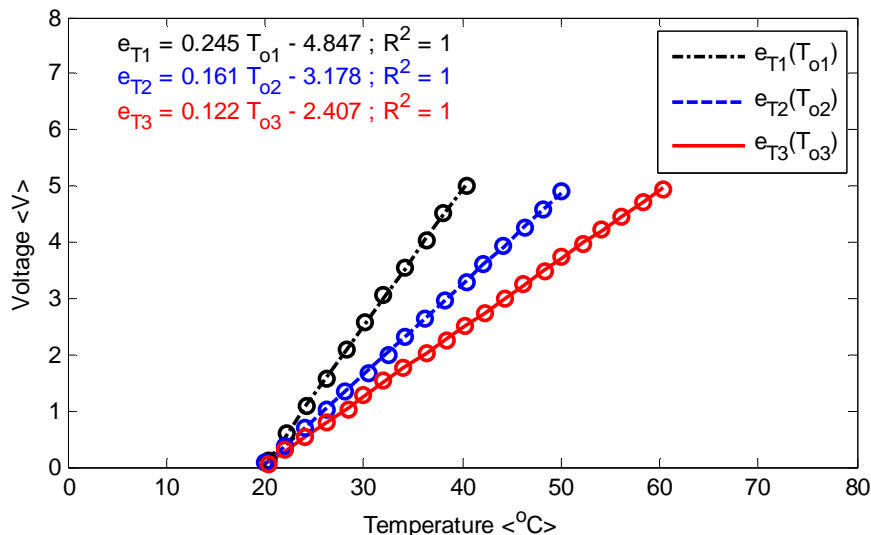


Gambar 3. Skema validasi dan pengujian metode pengontrolan temperatur aliran udara pada *prototype* sistem saluran udara dengan tiga *analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface*.

3. Hasil dan Pembahasan

Tegangan pengukuran oleh TS_1 , TS_2 , dan TS_3 terhadap masing-masing temperatur T_{o1} , T_{o2} , dan T_{o3} , didefinisikan dengan variabel V_{PV1} , V_{PV2} , dan V_{PV3} . Dengan ISC_1 , ISC_2 , dan ISC_3 ,

masing-masing tegangan V_{PV1} , V_{PV2} , dan V_{PV3} diubah menjadi tegangan e_{T1} , e_{T2} , dan e_{T3} . Hubungan temperatur pengukuran dengan tegangan keluaran ISC diperlihatkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan temperatur pengukuran dengan tegangan keluaran ISC .

Tegangan e_{T1} yang merupakan hasil pengkondisian tegangan V_{PV1} oleh ISC_1 dibandingkan dengan tegangan V_{SP} di CC_1 , tegangan e_{T2} yang merupakan hasil pengkondisian tegangan V_{PV2} oleh ISC_2 dibandingkan dengan tegangan V_{SP} di CC_2 , dan tegangan e_{T3} yang merupakan hasil pengkondisian tegangan V_{PV3} oleh ISC_3 dibandingkan dengan tegangan V_{SP} di CC_3 . Tegangan V_{SP} dihasilkan oleh SPC dan mempunyai harga 5.1 V. Sinyal kesalahan dari masing-masing CC_1 , CC_2 , dan CC_3 didefinisikan dengan ε_1 , ε_2 , dan ε_3 .

berharga minimum dikondisikan oleh ZSC (pengaturan Zero) untuk memperoleh *phase-angle-firing* minimum pada tegangan V_{H1} , V_{H2} , dan V_{H3} . Sedangkan masing-masing sinyal ε_1 , ε_2 , dan ε_3 pada saat harga maksimum dikondisikan oleh ZSC untuk memperoleh *phase-angle-firing* maksimum pada tegangan V_{H1} , V_{H2} , dan V_{H3} . Masing-masing harga tegangan V_{a1} , V_{a2} , dan V_{a3} pada saat harga ε minimum (pengkondisian Zero) dan pada saat harga ε maksimum (pengkondisian Span) yang dihasilkan oleh ZSC dapat dilihat pada Tabel 1.

Masing-masing sinyal ε_1 , ε_2 , dan ε_3 menjadi masukan ZSC. Pada saat ε_1 , ε_2 , dan ε_3

Tabel 1. Harga tegangan keluaran ZSC (V_a) pada saat harga ε minimum (pengkondisian Zero) dan harga V_a pada saat harga ε maksimum (pengkondisian Span).

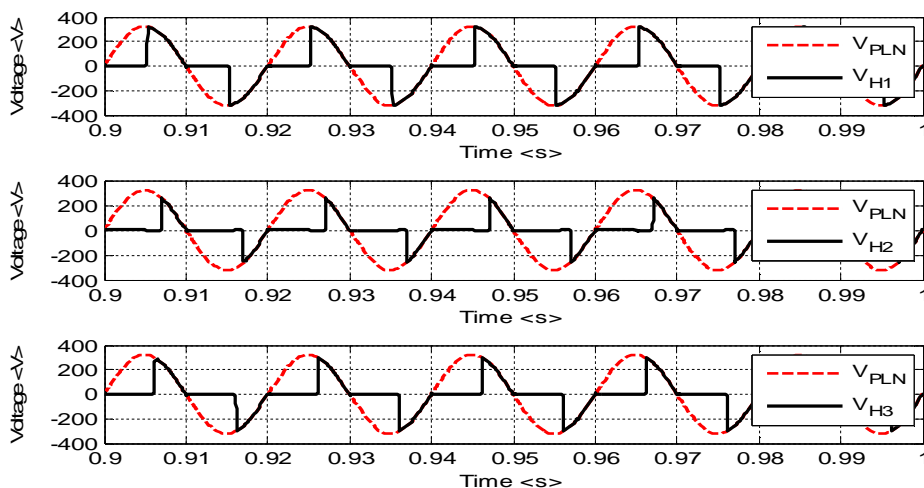
Pengkondisian Zero							
T_o <°C>		e_T <V>		ε <V>		V_a <V>	
T_{o1} <°C>	40.43	e_{T1} <V>	5.012	ε_1 <V>	0.088	V_{a1} <V>	2.520
T_{o2} <°C>	50.12	e_{T2} <V>	4.905	ε_2 <V>	0.195	V_{a2} <V>	3.458
T_{o3} <°C>	60.39	e_{T3} <V>	4.954	ε_3 <V>	0.146	V_{a3} <V>	2.984
Pengkondisian Span							
T_o <°C>		e_T <V>		ε <V>		V_a <V>	
T_{o1} <°C>	20.04	e_{T1} <V>	0.113	ε_1 <V>	4.987	V_{a1} <V>	0.981
T_{o2} <°C>	20.06	e_{T2} <V>	0.066	ε_2 <V>	5.034	V_{a2} <V>	0.799
T_{o3} <°C>	20.29	e_{T3} <V>	0.054	ε_3 <V>	5.046	V_{a3} <V>	0.559

Bentuk gelombang V_{PLN} dengan *phase-angle-firing* pada tegangan beban *Heater* saat harga ε minimum (pengkondisian *Zero*) diperlihatkan oleh Gambar 5 dan bentuk gelombang V_{PLN} dengan *phase-angle-firing* pada tegangan beban *Heater* saat harga ε maksimum (pengkondisian *Span*) diperlihatkan oleh Gambar 6.

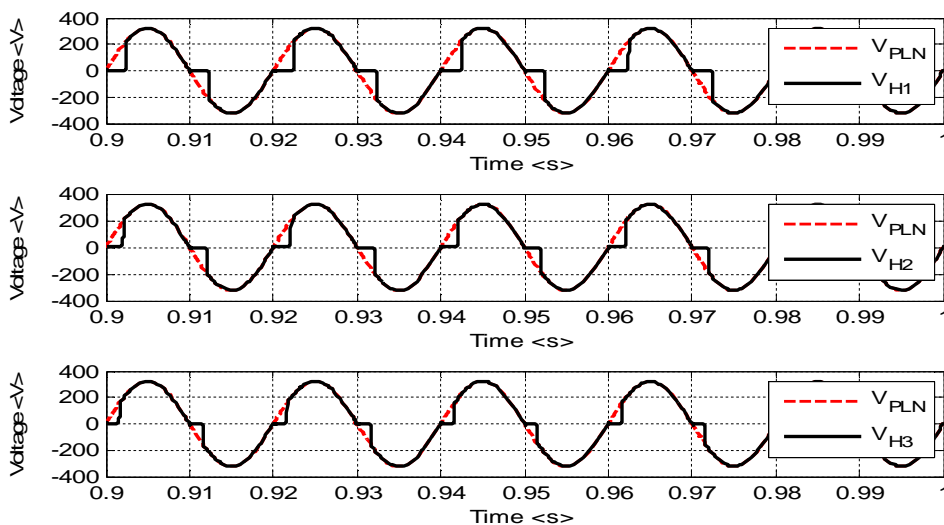
4. Kesimpulan

Kontroler untuk mengatur aliran panas dari pemanas terdiri atas tiga buah *analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface*. Pemanas H_1 dikontrol dengan menggunakan *analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface* yang pertama ($RRC + ZSC_1 + PTC_1$), Pemanas H_2 dikontrol dengan menggunakan *analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface* yang kedua ($RRC + ZSC_2 + PTC_2$),

dan Pemanas H_3 dikontrol dengan menggunakan *analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface* yang ketiga ($RRC + ZSC_3 + PTC_3$). Masing-masing sinyal/tegangan kesalahan ε dari komparator *CC* merupakan kesalahan sinyal/tegangan pengkondisi tegangan pengukuran temperatur keluaran saluran oleh Rangkaian *Inverting Summer ISC* terhadap sinyal/tegangan *set point* dari *SPC*. Sinyal/tegangan kesalahan ε merupakan masukan pada kontroler atau *analog voltage-controlled phase-angle-fired power interface*. Dari pengujian kontroler ini, diperoleh tegangan beban *heater* berupa tegangan PLN yang mempunyai *phase-angle-firing* tertentu untuk harga sinyal/tegangan kesalahan ε yang diterimanya dari komparator *CC*.



Gambar 5. Tegangan beban *Heater* pada saat harga ε minimum (pengkondisian *Zero*).



Gambar 6. Tegangan beban *Heater* pada saat harga ε maksimum (pengkondisian *Span*).

Daftar Pustaka

- [1] Putra, I.E dan Yahya, M. (2009) : Tinjauan Efisiensi Pengeringan Jahe Menggunakan Sistem Pengering Pompa Panas, *Jurnal Menara Ilmu*, Vol. I, No. 15, 17 – 25.
- [2] Argo, B.D. dan Rahayu, C. (2004) : Model Simulasi Pengendalian Suhu Udara pada Mesin Pengering Cabe dengan Kontrol Logika Fuzzy, *J. Tek. Pert.*, Vol. 5, No. 3, 156 – 172.
- [3] Situmorang, Z. (2009) : Rule Suram pada Sistem Pengendali Pengering Kayu Tenaga Panas Surya, *Seminar Nasional Informatika*, UPN "Veteran" Yogyakarta, B-111 – B-120.
- [4] Nogueira, A. (2005) : Simulation and control strategies for an energetically efficient wood drying process, *EFITA/WCCA Joint Congress on IT in Agriculture*, Vila Real Portugal, 244 – 251.
- [5] Laurenzi, W. (2003) : Computer Aided Design Of Drying Schedules In Order To Control The Drying Process, *8th International IUFRO Wood Drying Conference*, 302 – 307.
- [6] Siemens Switzerland Ltd. (2008) : *Air duct temperature controller RLM162*, <http://www.siemens.com/Air Duct Temperature.pdf>, 15 – 3 – 2013.
- [7] Chromalox (2008) : *Air Temperature Control Electric Heating System*, <http://www.chromalox.com/Air Temperature Control Electric Heating System.pdf>, 15 – 3 – 2013.
- [8] Capcontollers (2005) : *AIR-1 Temperature & Humidity Control*, <http://www.capcontollers.com/AIR-1 Temperature & Humidity Control.pdf>, 15 – 3 – 2013.
- [9] Danfoss (2006) : *Controller for Temperature Control*, <http://www.danfoss.com/ Controller for Temperature Control.pdf>, 15 – 3 – 2013.
- [10] WPI (World Precision Instruments) Inc. (2007) : *Precise temperature controlled air heater and humidifier*, <http://www.wpiinc.com/Air-Therm-H.pdf>, 15 – 3 – 2013.
- [11] Belimo (2006) : *Room temperature controller TRC*, <http://www.belimo.com/ Room temperature controller TRC.pdf>, 15 – 3 – 2013.
- [12] Omega (2003) : *Temperature Control Tuning a PID (Three Mode) Controller*, [http://www.omega.com/Temperature Control Tuning a PID \(Three Mode\) Controller.pdf](http://www.omega.com/Temperature Control Tuning a PID (Three Mode) Controller.pdf), 15 – 3 – 2013.