

# A Study and Design on Fuzzy Control Application to Energy-Saving of the Cooling System

陳煥卿、胡永柵

E-mail: 9314894@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

Nowadays refrigeration equipment, including refrigerators, cold storage machines, and air conditioners, etc, has been extensively applied on people's livelihood and industry, brings much comfort for people and promotes of the products quality. But all the refrigeration equipment is high-electricity-consuming, and its requirements for electric power will be enhanced. In view of this, in order to ameliorate the efficiency of this kind of system, this research proposes refrigeration equipment cooling system controlled by the Fuzzy Theory to adjust the removing heat capacity of the cooling system virtually for the purpose of saving energy. Therefore, the purpose of this study design is to explore how to save energy with the cooling system of the refrigeration equipment. Based on the cooling water temperature at the entrance of the condenser, the main approach adopts Fuzzy Theory and uses the Programmable Logical Controller (PLC) to drive the inverter for changing the rotational speed of the cooling water pump and the cooling tower. According to the actual condition of the load operation in order to make the cooling system adjust the removing heat capacity of the cooling system. In order to save the energy, we can improve the fast-pace problem from the cooling water pump and the cooling tower of the traditional cooling system. The experiment mentioned in this article intends to improve the cooling system we already have. After the actual experiment, under the operation at the intermediate-high speed (frequency 57Hz), this cooling system can save 10% of the energy at least.

Keywords : Cooling System ; Fuzzy Theory ; Programmable Logical Controller

## Table of Contents

封面內頁 簽名頁 授權書 .....	iii	中文摘要 .....	iv	英文摘要 .....	iv	
.....v	誌謝 .....	vii	目錄 .....	viii	圖目錄 .....	x
錄 .....	xi	表目錄 .....	xiii	第一章 緒論 1.1 研究背景與動機 .....	1	
.....1	1.2 研究步驟 .....	7	1.3 系統架構 .....	8	第二章 物理模式分析 2.1 空調系統熱能傳遞之簡介 .....	9
.....9	2.2 冷卻水塔之簡介 .....	11	2.2.1 冷卻水塔之種類 .....	11	2.2.2 冷卻水塔的散熱原理 .....	15
.....11	2.3 冷卻系統熱能傳遞的數值分析 .....	19	第三章 模糊理論的應用 3.1 模糊理論 .....	22	3.1.1 模糊理論的簡介 .....	22
.....22	3.1.2 傳統集合 .....	26	3.1.3 模糊集合 .....	27	3.1.4 歸屬函數 .....	29
.....29	3.1.5 模糊邏輯推論 .....	32	3.1.6 模糊邏輯控制器 .....	33	3.2 可程式控制器 .....	36
.....33	3.2 可程式控制器的特點 .....	39	3.2.1 可程式控制器簡介 .....	37	3.2.2 可程式控制器構成元件 .....	38
.....38	3.2.2 可程式控制器的特點 .....	39	3.3 感應電動機與變頻器 .....	40	3.2.1 感應電動機 .....	40
.....40	3.2.2 變頻器 .....	41	第四章 實驗測試 4.1 實驗設備 .....	43	4.2 實驗方法 .....	45
.....43	4.2 實驗方法 .....	45	4.2.1 冷卻水泵及冷卻水塔的控制方法 .....	45	4.2.2 模糊控制器的設計 .....	46
.....45	4.2.3 實驗動力配線 .....	49	4.3 節能驗證 .....	51	4.3.1 理論節能 .....	51
.....51	4.3.2 實際運轉結果與理論驗證的比較 .....	52	第五章 結論與未來展望 .....	56	5.1 結論 .....	56
.....56	5.1 未來展望 .....	56	參考文獻 .....	58		

## REFERENCES

- [1] 經濟部能源委員會, "能源白皮書", 經濟部, 2002。
- [2] 聯鴻科技公司網頁, "www.es-tech.com.tw"。
- [3] 臺灣電力公司網頁, www.taipower.com.tw/home.php。
- [4] 經濟部能源委員會網頁, "www.moeaec.gov.tw/"。
- [5] 王吉一, "節能之冷卻水塔研究", 國立交通大學產業安全與防災學程碩士論文, 2002。
- [6] 光堡冷凍空調技術網, "www.hvacr.com.tw/index.htm"。
- [7] Althous、Turnquist、Bracciano, "Modern Refrigeration and Air Conditioning", GOODHEART WILLCOX。

- [8] 陳銘章, " 冷凍工程 ", 長諾資訊圖書公司, 1997。
- [9] 臺灣日立股份有限公司, " 日立冷卻塔 " 型錄。
- [10] Zadeh, L.A., " Fuzzy sets ", Information and Control, 1965。
- [11] 孫宗瀛、楊英魁, " Fuzzy 控制理論、實作與應用 ", 全華科技圖書股份有限公司, 2001。
- [12] 廖添文, " GA-PID模糊控制器應用於灰訊號源之追蹤與設計 ", 大葉大學電機工程學系碩士論文, 2002。
- [13] 楊克勤, " 設計直流馬達轉速遠端模糊監控系統 ", 國立海洋大學機械與輪機工程學系碩士論文, 2000。
- [14] 張得隆、洪兆慶, " FUZZY產品基礎與實例 ", 全華科技圖書股份有限公司, 1995。
- [15] C.C.Lee, " Fuzzy Logic in Control System:Fuzzy Logic Controller Part I, II ", IEEE Trans. Syst.Man, 1990。
- [16] 陳建宏, " 應用灰色理論與模糊控制建構即時電力需量控制系統 ", 國立臺北科技大學電機工程學系碩士論文, 2001。
- [17] R.M.Tong., " A retrospective view of fuzzy control system ", FSS 14, 1984。
- [17] 王木俊, " 認識FUZZY ", 全華科技圖書股份有限公司, 1994。
- [18] 謝進發, " 可程控制實習 ", 台科大圖書股份有限公司, 2003。
- [19] 中教開發部, " PLC基礎實習 ", 中教工業有限公司。
- [20] " FX2N操作說明書 ", 象貿易股份有限公司。
- [21] 胡健峰, " 三相波寬調變變頻器驅動感應馬達之長導線與共模電壓問題之探討 ", 國立臺灣科技大學電機工程學系碩士論文, 1999。
- [22] 范兆龍, " 殺菌設備監控系統之建立與功能提昇 ", 國立屏東科技大學食品科學系碩士論文, 2001。
- [23] James B Rishel,P.E " HVAC Pump handbook ", Systecon Inc West Chester, 1996。