

이중화 무선호출 지구국 변조부 시스템의 수/자동 복합 이중화 제어 방법 구현

正會員 朴 丞 昌*, 金 榮 民*

Implementation of Manual/Automatic Complex Redundancy Control Method for a Modulation System of a Paging Earth Station in Redundancy Structure

Seung Chang Park*, Young Min Kim* *Regular Members*

요 약

본 논문은 이중화된 무선호출 지구국 변조부 시스템의 이중화 제어를 위한 수/자동 복합 이중화 제어 방법의 구현 내용을 기술한다. 기존의 이중화 제어 방식은 대개의 경우 이중화된 시스템의 구성 보드나 모듈 간의 상호 동작에 의하여 시스템의 경보나 이탈에 의한 비정상상태 발생시 가시장치나 가청장치를 통한 표시나 경보음 발생과 함께 정상대기 중인 상대보드로 전환되는 자동 국지제어 방법인데, 여기에 소개되는 제어방식은 이중화 제어 보드와 이중화 절체회로로 구성되는 이중화 제어 시스템의 구현을 통하여, 운용자에 의한 수동제어와 변조시스템 자체에 의한 자동 국지제어와 망관리장치(NMS)에 의한 자동 원격제어 등 세가지 제어방식의 활용이 가능하도록 고안한 것이다.

ABSTRACT

This paper describes implementation contents of manual/automatic complex redundancy control method for control of a modulation system of a Paging earth station in redundancy structure. The existed redundancy control method usually is a automatic local control method in which the redundancy switching, including display or alarm beeping through operation of display devices or audio devices, is performed by the co-action of components or modules when the abnormal status is occurred in a modulation system. However, this method introduced in here is

*전남대학교/전자공학과/Computer & VLSI 실험실
Chonnam National University/Electronic Engineering/Computer & VLSI Lab.
論文番號: 95324-0916
接受日字: 1995年 9月 16日

designed to enable use of three control modes; 1) Manual mode by an operator, 2) Auto_local mode by modulation system, and 3) Auto_remote mode by the Network Management System, through implementation of the redundancy control system composed of the redundancy control board and the redundancy switching circuit.

I. 서 론

무선호출 데이터 전송 지구국 시스템은 무궁화 위성의 500MHz Ku-band 위성링크를 이용하여 기존의 지상망을 통하는 TDX-PS와 LSS(Line Switching System) 사이의 무선호출 데이터 신호를 중계 전송하기 위하여 1대의 중심국과 N대의 단말국으로 형성되는 위성통신시스템으로서 그 중심국의 변조부 시스템이 1:1 이중화 구조하에서 설계되었다. 이러한 구조는 기능과 성능이 동일한 두 시스템을 연관시켜 한쪽 시스템이 동작중(Active)일 때, 다른 한쪽은 대기(Standby)중에 있다가 동작 시스템에 고장이나 이탈에 의한 시스템의 비정상상태가 발생하면 자동으로 대기 중이던 시스템으로 전환이 되는 이중화제어를 수행하며, 기본 이중화개념의 측면에서 보면 1-out-of-2:G 시스템이다[1][3].

본 논문에서 다루어질 구현 시스템은 이러한 시스템 기본구조에 운용자에 의한 수동제어와 망관리장치(NMS: Network Management System)에 의한 자동원격제어의 개념을 부가한 시스템이다. 이것은 1:1로 시스템을 배치하는 이중화 구조 하에서 동적 이중화된 변조부 시스템의 동작을 감시 및 제어하기 위하여, 별도의 이중화 제어시스템을 이중화제어보드와 이중화 절체 회로로 구성한다. 이러한 제어시스템의 구현을 위하여 먼저 시스템 모델링과 신뢰도 분석을 수행하고, 다음으로 시스템의 상태천이와 제어논리를 살펴본 다음, 이중화 제어시스템에 대한 시스템적 요구사항을 간추려 본다. 최종적으로는 각 방식의 제어흐름을 정의하고, 각 방식의 하드웨어와 소프트웨어적 수용을 통한 복합적 구성기준을 보인다.

II. 본 론

2.1 시스템 모델링

변조부 시스템은 1:1의 동적 이중화 개념을 바탕으로 하므로 변조부 시스템 A, B 모두 채널 부의 입력

신호를 받아 변조 동작에 들어갈 수 있도록 변조부 시스템이 필요로 하는 10MHz의 기준 주파수 신호가 항상 공급되도록 설계되고, 시스템의 하드웨어 동작 역시 채널 부의 64Kbps 입력 무선호출 데이터 신호를 받아들여 변조한 다음, 그 출력 버퍼를 특별히 구현된 이중화 절체 회로의 출력; 변조 시스템 활성/비활성(En/Dis)의 제어 신호에 의하여 개폐함으로써 두 변조부 시스템이 한쪽은 동작, 다른 한쪽은 대기의 상태를 유지하도록 한다. 아래의 (그림 1)은 이러한 1:1 구조와 제어 시스템의 동작을 볼 수 있는 시스템 모델링의 결과이다.

여기서 시스템 A와 B는 항상 각 시스템의 정상상태인 경우에 한하여 이중화 구조를 유지한다. 다시 말해서, 비록 동작 중이던 시스템 A가 시스템 고장을 일으켜도 시스템 B가 시스템 고장이나 이탈과 같은 비정상 상태에 놓여 있으면 이중화 절체가 발생할 수 없다는 것이다.

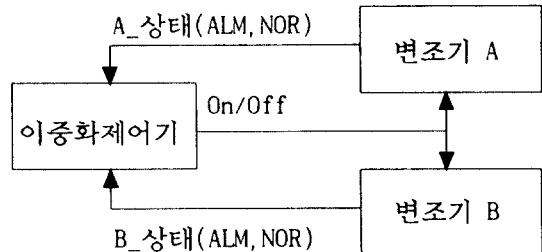


그림 1. 이중화된 변조부시스템 모델링

2.2 신뢰도 분석

이러한 개념에서 자동 국지 제어 방식에서의 시스템 신뢰도 분석을 위한 전제조건들은 다음과 같다.

- 1) 본 시스템은 1-out-of-2:G 시스템이다.
- 2) 두 시스템의 모든 부품들은 동일한 회로로 구성된다.
- 3) 두 시스템은 동일한 고장율을 갖는다.

4) 두 시스템이 동시에 고장나는 확률은 거의 0에 가깝다.

5) 시스템 고장시 수리후 재장착과 함께 그 시스템은 대기 상태에 놓인다.

6) 고장의 감지와 함께 이중화 절체가 순간적으로 완벽하게 수행된다.

이러한 전제조건 하에서 언제 발생할지 모르는 시스템의 비정상상태에 대하여 동작/대기 시스템의 신뢰도는 각각 $R_a(z)$ 와 $R_s(z)$ 로 표현되며, 한 시스템에 대해서는 시스템의 고장율(λ)에 의존하는 관계식으로서

$$R_c(t) = \exp(-\lambda_c t) \quad (1)$$

과 같다. 여기서 (그림 2)에서와 같이 시간 축으로 표시될 수 있는 사건 E1과 E2를 각각,

E1 = 한쪽 시스템 A가 고장 나기까지 z시간 동안 살아있고 dz 동안 고장으로 인하여 죽어 있는 사건.

E2 = 다른쪽 시스템 B가 절체후 t-z 시간동안 안 살아있고, dt 동안 고장으로 인하여 죽어 있는 사건.

이라고 하면, 운용 중 동시에 두 시스템이 고장날 확률이 거의 0에 가깝다고 전제하였으므로 각각 동작 시스템과 대기 시스템의 확률밀도 함수 f_a, f_s 에 대하여

$$\begin{aligned} \Pr\{E1\} &= f_a(z) R_s(z) dz + R_a(z) f_s(z) dz, \\ \Pr\{E2\} &= f_a(t-z) dt \end{aligned} \quad (2)$$

과 같고, 상호 동작에 상관성이 있으므로 조건부 확률밀도 함수를 적용하면 이러한 사건들에 대하여 A, B만의 변조부 전체 시스템의 확률밀도 함수와 신뢰도 $f_i(t), R_i(t)$ 는 각각,

$$f_i(t) = \int_{z=0}^t [f_a(z) R_s(z) + R_a(z) f_s(z)] \times f_a(t-z) dz \quad (3)$$

$$R_i(t) = R_1(t) + R_2(t) \quad (4)$$

이고,

$$R_1(t) = \int_t^\infty \left[\int_{z=0}^t f_a(z) R_s(z) f_a(t-z) dz \right] dt$$

과

$$R_2(t) = \int_t^\infty \left[\int_{z=0}^t f_s(z) R_a(z) f_a(t-z) dz \right] dt \quad (5)$$

이다. 식 (1)을 식 (2), (3), (4), (5)에 대입하여 풀면, 결국 본 시스템의 신뢰도 $R_i(t)$ 는

$$R_i(t) = 2 \exp(-\lambda t) - \exp(-2\lambda t) \quad (6)$$

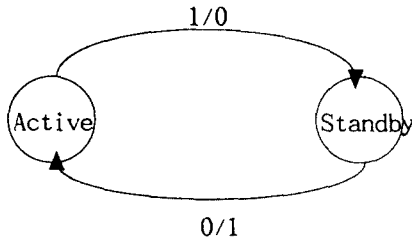
이고[2], 여기서 시스템 고장율은 $\lambda = \lambda_a = \lambda_s$ 로서 전제조건 3)에 따른 결과이다. 따라서, 동일한 고장율을 갖는 변조부 시스템 A, B에 의한 신뢰도 R은 시스템 요구 규격에 규정된 평균 고장주기 시간(MTBF) 30000[hrs]에 대하여 시간당 1/30000일 경우에 0.60(60%)를 갖는다. 이는 고장율이 0.5/30000일 경우에는 0.85(85%)로서 신뢰도가 나아짐을 보인다. 물론 고장율이 0이면, 신뢰도 R은 1(100%)이 되지만, 0.95(95%)이상의 시스템 신뢰도를 얻기 위해서는 변조시스템의 고장율이 $0.25/30000 > \lambda > 0$ 이 된다.



그림 2. 1:1 이중화 시스템의 생존주기

2.3 상태천이와 제어논리

본 제어 방식의 구현을 위한 전제 규격으로서 무선 호출 데이터 전송 지구국 변조부 시스템 A, B 간의 상태천이도는 (그림 3)과 같다. 앞절에서도 살펴본 바와 같은 동적 이중화 시스템의 경우에 더하여 별도의 제어 보드에 의한 제어모드의 설정과 광관리장치(NMS)에 의한 제어관리를 감안해야 하므로, 두 시스템 간의 상태 천이도 보다는 그 방식의 알고리즘이 더욱 복잡해지지만, 제어의 대상체인 변조부 시스템의 상태가 제어의 입력으로 작용하므로, 어느 경우나 이중화 제어 회로에 의한 절체동작을 상태보거나 상태표시에 우선하도록 설계한다.



Input (1: Alarm, 0:Normal)
 Output(0: A->S, 1: S->A)

그림 3. 이중화 시스템 상태천이도

이와 같은 시스템의 구성에 따라 개념적으로는 (그림 4)와 같이 구성될 수 있으나 제어 시스템의 제어 동작이 제어 대상이 되는 변조부 시스템의 운용 상태, 다시 말해서, 동작/대기/경보/이탈 등에 의존적이므로 제어 방식의 알고리즘과 구현할 회로에는 반드시 다음과 같이 정의되는 제어논리와 제어모드 및 신호출력 방정식에 기술되는 시스템 A, B의 상태를 입력 조건으로 하고, 그것들의 논리적 결합을 통하여 70MHz의 주파수를 갖는 채널 데이터 신호의 출력버퍼를 개폐하고 자기 상태를 표시하는 제어신호를 출력하도록 한다.

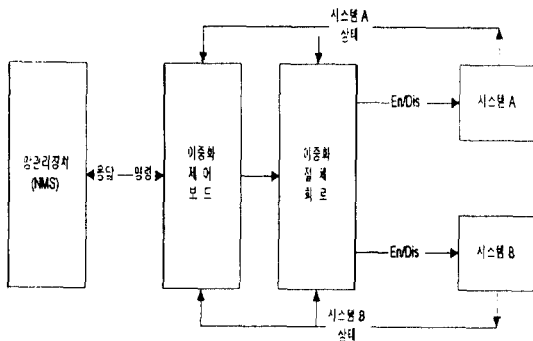


그림 4. 이중화 제어 시스템 구성도

이와 같은 시스템을 구성하기 위해서는 고려되어야 할 제어논리와 상태논리 간의 입출력 조건에 관한 규정이 아래와 같이 필요하다.

2.3.1 제어논리 정의

1) En_A: 시스템 A를 활성화(정상동작상태로 만들

기)하기 위하여 채널 변조데이터 출력버퍼 A를 개방하는 신호로서 High 논리.

2) En_B: 시스템 B를 활성화(정상동작상태로 만들기)하기 위하여 채널 변조데이터 출력버퍼 B를 개방하는 신호로서 High 논리.

3) Dis_A: 시스템 A의 비정상 상태 발생과 함께 시스템 A를 비활성화하고, 정상대기 중인 시스템 B를 활성화(정상동작상태로 만들기)하기 위하여 채널 변조데이터 출력버퍼 A를 폐쇄하는 신호로서 En_A의 부(Inverted)논리.

4) Dis_B: 시스템 B의 비정상 상태 발생과 함께 시스템 B를 비활성화하고, 정상대기 중인 시스템 A를 활성화(정상동작상태로 만들기)하기 위하여 채널 변조데이터 출력버퍼 B를 폐쇄하는 신호로서 En_B의 부(Inverted)논리.

이러한 제어논리의 정의를 바탕으로 하여 실제 해당 데이터의 출력 버퍼를 개폐하는 제어논리의 출력은 아래와 같이 기술되는 모드와 조건에서만 En_A/Dis_A나 En_B/Dis_B 논리로서 출력된다.

2.3.2 제어모드와 논리출력

1) 각 제어모드의 선택은 시스템 운용 초기에 정해지며, 만약 운용 중에 모드 설정이 변경되면 곧바로 시스템 형상이 변경된 것으로 간주된다.

2) 수동제어 방식에서는 운용자의 눈을 통하여 시스템의 상태감지가 이루어지고, 운용자의 손과 스위치 조작을 통하여 시스템 A나 B가 활성화된다.

3) 운용자의 조작이 배제되는 자동 원격제어 방식에서는 이중화 제어보드에 의하여 시스템 A나 B가 정상대기 상태에서 상대 시스템의 비정상 상태 발생시에만 활성화된다.

4) 운용자의 조작이 배제되는 자동 국지제어 방식에서는 운용자나 제어보드의 제어가 배제되고, 변조부 시스템 A와 B 사이의 상호작용에 의하여 A나 B가 활성화된다.

5) 시스템 A나 B중의 동작/대기 상태로 일단 상태천이가 되고나면 다음 상태천이의 요소로서 시스템 비정상상태의 발생이 없는 한 유지된다.

따라서 제어논리의 출력에 따르는 시스템의 제어

방식은 다음의 <표 1>에서와 같은 세가지의 제어 유형으로 구별되고, 변조부 시스템 A, B에 입력되는 제어 출력은 이들 세가지 경우의 제어논리 출력들의 논리적 합(OR)을 통하여 발생한다.

표 1. 이중화 제어 모드와 제어논리

제어모드	제어주체	시스템	상태	제어논리
수동	운용자	A	정상동작	En_A
			정상대기	Dis_A
자동원격	제어보드	B	비정상	
			정상동작	En_B
자동국지	변조 시스템		정상대기	Dis_B
			비정상	

2.4 구현을 위한 고려사항

상기한 제어논리 및 신호의 완벽한 입출력과 계산을 통한 이중화 제어 및 시스템 상태관리를 위하여 이중화 제어 시스템은 다음과 같은 요구사항들을 수용하여 구현한다.

- 1) 이중화 시스템은 제어 보드와 이중화 절체회로로 구성한다.
- 2) 이중화 제어 보드는 전면에 방식설정과 시스템 A, B의 선택을 위한 스위치들을 갖는다.
- 3) 이중화 제어 보드에 비정상상태(고장이나 이탈)가 발생하여도 변조부 시스템의 상태(활성/비활성)는 유지된다.
- 4) 이중화 제어 보드는 보드의 전면에 상태(정상동작/고장)표시를 위하여 LED(녹색/적색)를 갖는다.
- 5) 이중화 제어 보드는 시스템의 상태 감지를 위하여 읽기버퍼를 갖고, 시스템의 상태보고를 위하여 망관리장치와의 입출력 접속단을 갖는다.
- 6) 이중화 제어 보드의 쓰기 버퍼는 백플레인에 배치한다.
- 7) 이중화 절체회로는 변조부 시스템과의 접속을 고려하여 백플레인에 배치한다.
- 8) 이중화 절체회로는 논리소자를 활용한 조합회로이다.
- 9) 이중화 절체회로의 논리 출력은 변조부 시스템에 직접 입력된다.

2.5 이중화 제어 방식의 구현

1:1 이중화된 무선호출 지구국 변조부 시스템의 이중화 제어를 위하여 이러한 요구규격에 따른 이중화 제어 방식의 구현을 위한 상세한 알고리즘의 순서도를 (그림 5), (그림 6), 그리고 (그림 7)은 보여준다. 물론, 전체 이중화 제어 시스템은 이러한 방식들이 갖는 각각의 알고리즘을 조합하고, 하드웨어나 소프트웨어 면에서 복합적 구현에 필요한 사항들을 만족해야 한다. 전절에서 논한 바와 같이 세가지의 제어 모드에 대하여 공통적으로는 시스템의 고장이나 이탈과 같은 비정상상태의 발생에 따라 이중화 절체 신호를 출력시키는 회로의 설계와 기능검증을 통하여 구현된다. 그러므로 En_A와 En_B 논리는 각각 별도의 하드웨어적인 신호선을 통하여 아래와 같은 하드웨어 기술 언어(HDL: Hardware Description Language)의 논리계산 출력으로서 채널 변조데이터의 출력 버퍼를 개폐하기 위하여 CMOS 레벨로 변조부 시스템에 전달된다.

$$1) En_A = (MAN \& A) \# (AUTO \& REMT \& SEL_A) \# (AUTO \& LOC \& (ALM_B \# REM_B))$$

$$2) En_B = (MAN \& B) \# (AUTO \& REMT \& SEL_B) \# (AUTO \& LOC \& (ALM_A \# REM_A))$$

여기서 사용되는 약자들은

- MAN : MANual control mode
- AUTO : AUTOMATIC control mode
- A : System A
- B : System B
- REMT : REMoTe control mode
- LOC : LOCAL control mode
- SEL_A : SElect A system
- SEL_B : SElect B system
- ALM_A : ALArM of A system
- ALM_B : ALArM of B system
- REM_A : REMoved A system
- REM_B : REMoved B system

등의 의미를 가지며, 기호 &는 AND 논리이고, #는 OR 논리이다. 각각의 구현된 제어방식에 대한 내용은 아래와 같이 상술된다.

2.5.1 수동 이중화 제어

아래의 (그림 5) 에서와 같은 순서에 의하여 운용자에 의한 비상상태의 식별과 이중화 절체가 이루어진다. 다시 말해서, 시스템 A를 제어보드의 전면에 달린 선택 스위치를 사용하여 운용자가 비상상태를 발견한 즉시 A에서 B로, 또는 B에서 A로 절체를 수행함으로써 변조부 시스템의 기능과 성능이 유지될 수 있도록 하는 제어 방식이다. 이 방식은 운용자의 식별과 조작을 필요로 하고, 또한 순간적인 절체가 잘 이루어지지 않을 수도 있어서 시스템 운용시 보다는 오히려 특별한 시험이 필요한 경우에 활용될 수 있도록 부가된 제어방식이다.

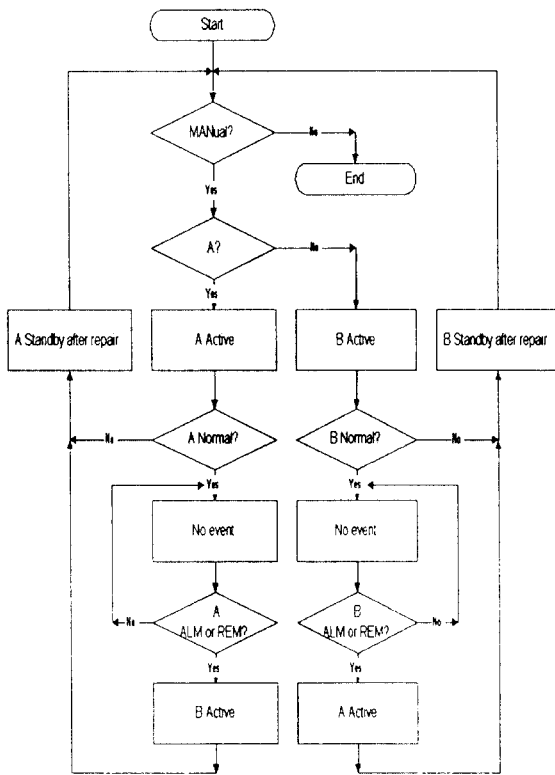


그림 5. 수동 이중화 제어 순서도

2.5.2 자동원격 이중화 제어

아래의 (그림 6)에서와 같은 순서에 의하여 제어보드에 의한 비상상태의 식별과 이중화 절체가 이루어진다. 다시 말해서, 제어보드의 전면에 있는 모드 선택

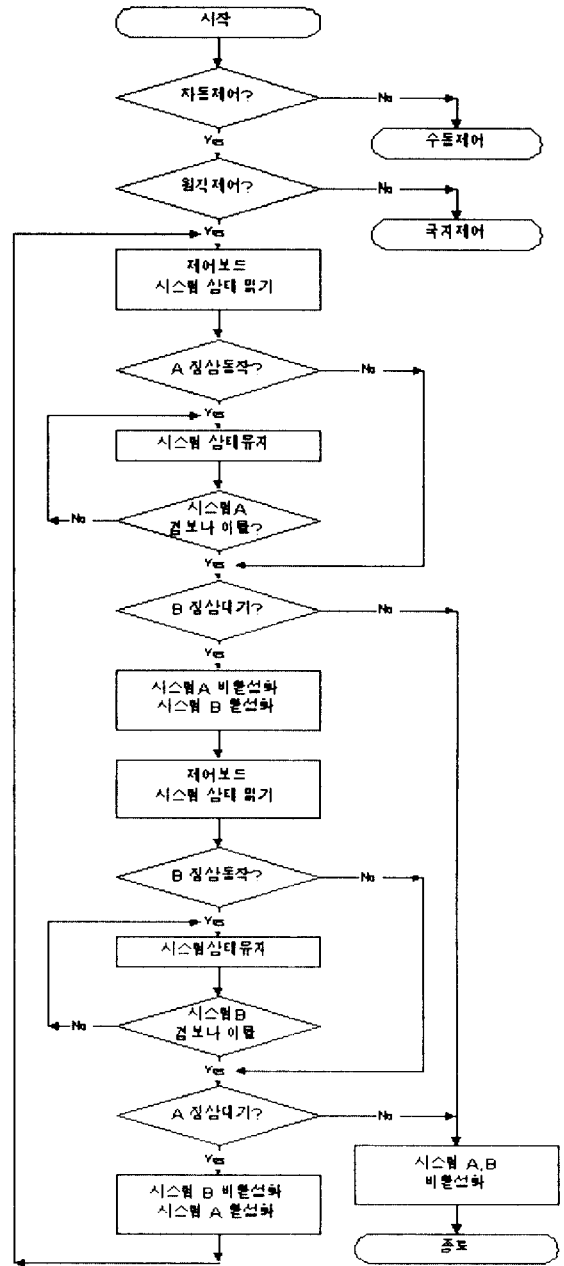


그림 6. 자동 원격 이중화 제어 순서도

스위치를 자동/원격 모드에 위치시키면, 제어보드의 중앙처리장치(CPU)가 시스템 A와 B의 상태를 읽어 볼 수 있는 읽기버퍼(Read Buffer)를 통하여 주기적으로 변조부 시스템의 상태를 읽어 본 다음, 동작/경

보/이탈 상태로 주어진 시스템의 상태에 변화가 발생한 사실을 감지했을 때, 즉 동작 중이던 시스템 A에 경보(ALM_A)나 이탈(REM_A)이 발생했을 때에는 이중화 절체 알고리즘에 따라 이중화절체를 수행하여 상기한 대기 중이던 시스템 B를 선택하는(SEL_B) 신호를 쓰기버퍼(Write Buffer)를 통하여 이중화 절체 회로로 출력함으로써 정해진 제어방식 내에서 절체가 이루어지도록 한다. 이렇게 하여, 운용자의 식별과 조작이 필요없이, 하나의 제어 메카니즘에 의하여 순간적인 절체가 이루어지게 되므로 수동제어 방식보다는 이중화 절체의 동작이 안전하다. 아울러 이중화 제어 보드는 망관리장치(NMS)와의 접속단을 통하여 선초치 후보고의 설계원리에 따라 취해진 절체에 따른 변조부 시스템의 상태천이 결과를 보고한다.

2.5.3 자동국지 이중화 제어

아래의 (그림 7)에서와 같은 순서에 의하여 변조부 시스템 A, B 자체에 의하여 상호 비상상태의 감지와 이중화 절체가 이루어진다. 다시 말해서, 제어보드의 전면면에 있는 모드 선택 스위치를 자동/국지 모드에 위치시키면, 제어보드나 시스템 운용자에 의하여 시스템 상태의 감지와 식별이 이루어지지 않고, 다만, 변조부 시스템 A, B의 상태가 곧바로 변조부 백플레인에 있는 이중화 절체 회로에 입력되어 전절에서 제시된 논리적 처리를 받은 다음, 이중화 절체가 수행되도록 함으로써, 제어보드의 부동작이나 이탈 시에도 시스템이 영향을 받지 않고 동작할 수 있도록 한 방식이다.

따라서 이 방식은 변조부 시스템 A, B중에서 어느 한쪽이 동작 중일 때, 상대 시스템은 대기 상태를 견지하고 있게 된다. 이렇게 함으로써, 수동제어 방식이나 자동원격 제어 방식과 함께 전체 시스템의 신뢰도 향상에 크게 기여하면서도 이중화 절체의 동작이 안전하다.

2.6 복합적 구성과 이중화 제어시스템

지금까지 설계한 이중화 제어 시스템은 운용의 측면을 겨냥하여 크게 세가지 사항; 1)안전한 이중화 제어, 2) 유연한 이중화 제어, 3) 독립적인 이중화 제어에 중점을 두므로써 구성면에서 복합적인 모양을 갖추고 있다. 이를 위하여 (그림 8)에는 전체적인 이중

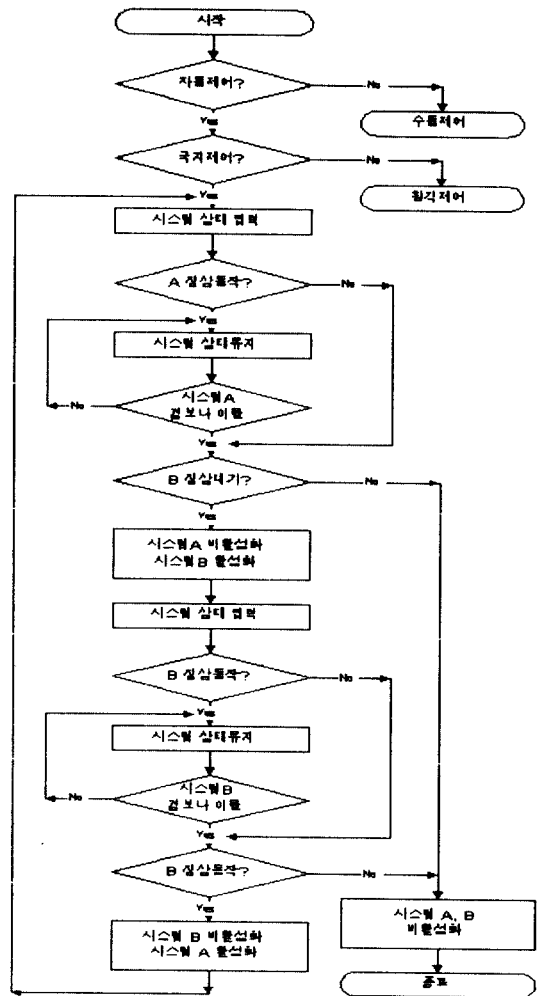


그림 7. 자동 국지 이중화 제어 순서도

화 제어의 알고리즘을 보여주는데, 특기할 사항은 이들 이중화 제어 방식이 상호 독립적으로 운용된다는 것이다. 따라서, 시스템 운용자의 방식 설정 스위치 조작에 따라 수동/자동원격/자동국지의 세가지 제어 방식 중의 하나가 선택되며, 그 한가지 방식은 시스템이 갖는 하나의 운용주기와도 일치한 개념이다. 기본적인 운용의 면에서는 망관리장치의 관리와 제어 하에서 모든 시스템의 동작과 운용이 이루어져야 하므로, 이중화 제어 보드의 실장과 함께, 자동 원격제어 방식에서 동작한다. 그리고, 제어보드의 부재시에는 자동국지 제어 방식에서 변조부 시스템이 동작한

다. 그러므로 제어보드의 이탈이나 장착시 순간적인 이중화 절체회로의 입력신호의 변동을 막기 위하여 방식설정 신호는 하드웨어적인 Pull-down 처리를 해주어야 하고, 소프트웨어는 반드시 제어보드 리셋후 가장 먼저 읽기버퍼에 대한 상태읽기를 수행한다.

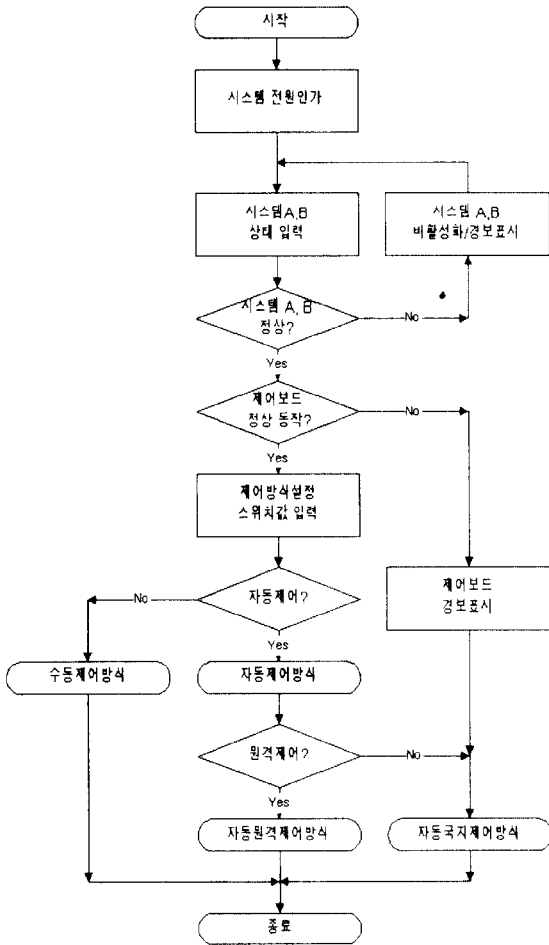


그림 8. 전체적인 이중화 제어 순서도

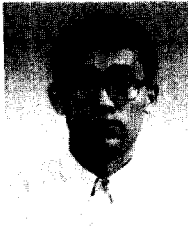
III. 결 론

본 논문에서 다루어진 무선호출 지구국 변조부 시스템의 이중화 제어 시스템은 제 2절에서 보여준 시스템 신뢰도 R을 시스템 규격에 정해진 MTTR 1시간과 시스템 가용도 99.95%에 맞추고, 1:1의 동적이

중화 구조이면서 정상동작/정상대기 상태를 구성시 시스템 A, B가 유지하도록 이중화 절체를 수행하는 제어시스템을 구현함으로써 고장율 λ_a, λ_b 가 극히 낮은 시스템을 지향하고 있다. 제 3절을 비롯한 본문에 설명된 바와 같이 세가지의 제어 방식으로서 수동/자동 원격/자동국지 제어 방식을 하나의 제어 보드에 있는 설정 스위치에 의하여 전체시스템의 형상 구성시 설정할 수 있도록 하고, 실제 이중화 절체 신호(En_A, En_B)를 출력시키는 회로와 제어보드의 쓰기버퍼를 변조부 백플레인에 배치시킴으로써, 제어보드의 부동작이나 이탈에 따른 시스템의 오동작을 배제시킨 설계이다. 따라서, 보다 안정성이 높고, 보다 신속성 있는 시스템 운용성을 부가한 이러한 구현은 향후 어떠한 용도의 수/자동 복합 이중화 제어 시스템의 설계에도 반영이 될 수 있을 것이므로 높은 신뢰도와 가용도, 안전도를 추구하는 시스템 설계 추세에 비추어 볼 때, 그 적용범위가 넓을 것으로 전망된다.

참 고 문 헌

1. K.D.Heidtmann, "Deterministic Reliability-Modeling of Dynamic Redundancy", IEEE Trans. on Reliability, VOL. 41, NO. 3, pp. 378-385, September 1992.
2. J.She and M.G. Pecht, "Reliability of a K-out-of-N Warm-Standby System", IEEE Trans. on Reliability, VOL. 41, NO. 1, pp. 172-75, March, 1992.
3. M.I.Mahmoud, "Maintenance of Redundant System with warm standby", IEEE Trans. on Reliability, VOL. R-30, NO. 5, pp. 493, Dec., 1992.
4. '무선호출 데이터 전송 지구국 시스템 개발', 한국 전자통신연구소, 1994년 12월.



朴 丞 昌(Seung Chang Park) 정희원
1963년 11월 14일생
1988년 2월:전남대학교 전기공학과 전자공학전공 졸업(공학사)
1997년 2월:전남대학교 대학원 전자공학과 석사과정
1989년 2월~1996년 4월:한국전자

통신연구소 연구원

1996년 5월~현재:(주)액티브제어통신연구소 소장
※주관심분야:통신시스템 성능분석, 이동통신, 위성통신, 무선데이터통신

金 榮 珉(Young Min Kim) 정희원
1954년 4월 18일생
1976년 2월:서울대학교 전자공학 졸업(공학사)
1978년 2월:한국과학기술원 전기전자공학과 (공학석사)
1986년 2월:Ohio State University

전기공학과(Ph.D)

1978년 3월~1979년 7월:한국선박해양연구소 주임연구원

1979년 8월~1982년 7월:국방과학연구소 연구원

1987년 1월~1988년 5월:미국 North Carolina AT&T State Univ. 조교수

1988년 6월~1991년 8월:한국전자통신연구소 실장

1991년 9월~현재:전남대학교 전자공학과 부교수

※주관심분야:영상 신호처리 프로세서, 모뎀처리 프로세서, VLSI