

55802

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAKTAN DENETİM SİSTEMLERİNİN

VERİ BAĞLANTI KONTROLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Kaan ERKAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15 Ocak 1996

Tezin Savunulduğu Tarih : 7 Mart 1996

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Bülent ÖRENCİK

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Günsel DURUSOY

Yrd. Doç. Külmez ÇEVİK

MART 1996

ÖNSÖZ

Bu tezin ortaya çıkmasına olanak sağlayan değerli hocalarım, Prof. Dr. Cem Gökner ve Doç. Dr. Bülent Örencik'e, tezin ortaya konulması esnasındaki yardımlarından dolayı, Alcatel Teletaş, Araştırma ve Geliştirme Bölümü, Radyo Link Grubundaki çalışma arkadaşım Hüseyin Balcı'ya, grubun diğer üyelerine ve tezin hazırlanması sırasında tüm emeği geçenlere teşekkürü borç bilirim.

Kaan Erkan
İstanbul 1995

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
SUMMARY	vi
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 VERİ BAĞLANTI KONTROLLERİ	5
2.1. Mesaj Yapısı	6
2.1.1. Asenkron	6
2.1.2. Senkron	7
2.1.2.1. Karakter Sayma	7
2.1.2.2. Karakter Ekleme	8
2.1.2.3. Bit Ekleme	9
2.1.2.4. Kodlama İhlalleri	10
2.2. Hat Kontrol Yöntemleri	10
2.2.1. Tarama / Seçme	10
2.2.2. Zaman Aşımları	12
2.2.3. Çevrimli Tarama	12
2.2.4. Çatışma	13
2.2.5. Zaman Dilimleri	14
2.3. Hata Sezme ve Düzeltme Yöntemleri	14
2.3.1. Hata Düzeltme Yöntemleri	16
2.3.1.1. Hamming Kodu	16
2.3.1.2. Tekrar Yöntemi	18
2.3.2. Hata Sezme Yöntemleri	18
2.3.2.1. Enine Fazlalık Sınama Kontrolü (VRC)	18
2.3.2.2. Boyuna Fazlalık Sınama Kontrolü (LRC)	19
2.3.2.3. Çevrimli Artık Sınama Kontrolü (CRC)	19
2.4. Akış Kontrol Yöntemleri	22
2.4.1. Dur ve Bekle	22
2.4.2. Pencere Kaydırmalı Kontrol	23
2.4.2.1. N-Geri-Git	24
2.4.2.2. Seçmeli Tekrarlama	24
BÖLÜM 3 SR2810A SAYISAL RADYO LİNK SİSTEMİ	27
3.1. Genel Tanıtım	27
3.2. Temel Özellikler	28
3.3. Teknik Özellikler	31
3.3.1. Genel	31
3.3.2. Verici	31

3.3.3. Alıcı	32
3.3.4. Hat Ara Bağlantısı	32
3.3.5. Sayısal Servis Kanalları	32
3.3.6. Güç Gereksinimi	33
3.3.7. Çevresel Koşullar	33
BÖLÜM 4. UZDENETİM BİRİMİ DONANIM TANITIMI	34
4.1. Genel Yapı	34
4.2. UART Bağlantıları	41
4.3. Alarm Okuma	42
BÖLÜM 5. UZDENETİM BİRİMİ YAZILIM TANITIMI	44
5.1. Ana Program	45
5.2. Alarm ve Gösterge Kayıtları	46
5.3. El Terminaline Yönelik Hizmet	47
5.3.1. Düzenleme Mönüsü	49
5.3.1.1. Şifre Penceresi	49
5.3.1.2. Kimlik Penceresi	50
5.3.1.2.1. Link Adı Penceresi	50
5.3.1.2.2. Sistem Adı Penceresi	51
5.3.1.2.3. Sistem Sayısı Penceresi	51
5.3.1.2.4. Sistem Adresi Penceresi	52
5.3.1.2.5. Sistem Tipi Penceresi	52
5.3.1.3. Zaman Penceresi	53
5.3.1.4. Reset Penceresi	53
5.3.2. Denetim Mönüsü	54
5.3.3. Yerel Alarm Mönüsü	54
5.3.4. Uzak Alarm Mönüsü	56
5.4. Modem Tarafına Yönelik Hizmet	58
5.5. Alt Programlar	67
5.6. Yazılım Kontrol Bilgisi.....	76
5.7. Akış Diyagramları	77
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	97
KAYNAKLAR	101
ÖZGEÇMİŞ	103

ÖZET

İletişim alanında ortaya çıkan yoğun yapılanmanın sonucunda, en uzak yerleşim birimlerine kadar hizmet vermek üzere, çok sayıda haberleşme istasyonları kurulmaktadır. Bu istasyonlarda, sürekli olarak eleman bulundurmak yerine, uzaktan izleme imkanı sağlamak çok daha ekonomik bir çözümdür.

İstasyonları arasında, karşılıklı olarak veri iletiminin yapıldığı bir sistemin, tasarımı aşamasında göz önünde bulundurulması gereken en önemli unsurlardan bir tanesi, iletim sırasında oluşan periyodik veri bozulmalarının üstesinden gelecek bazı yöntemlerin geliştirilmesidir.

Sisteme bağlı bulunan istasyonlardan herhangi biri, diğer bir istasyona veri gönderebilmeli ve bu verinin karşı tarafa hatasız olarak ulaştığından emin olmalıdır. Karşılıklı olarak haberleşen istasyonlar, gönderdikleri mesajların tam kontrolünü ellerinde tutabilmeli ve verinin bozulması durumunda, mesajın tekrar gönderilmesi veya hataların düzeltilmesi sağlanabilmelidir. Gönderici ve alıcı taraflar, iletilen mesajların tanımını ve sıralamasını bilmeli ve hattın çok sayıda kullanıcı tarafından paylaşılmasını sağlayacak yöntemler bulunmalıdır.

Bu tezin ikinci bölümünde, bu ihtiyaçlara cevap veren veri bağlantı kontrol yöntemlerinin temel unsurları olan, mesaj yapıları, bağlantı kontrol yöntemleri, hata sezme ve düzeltme yöntemleri ve akış kontrol yöntemleri incelenmiştir. Daha sonraki bölümlerde ise, Alcatel Teletaş'ta geliştirilmekte olan SR2810A Sayısal Radyo Link Sistemi'nin, Uzaktan Denetim (Uzdenetim) Birimi için geliştirilen veri bağlantı kontrol yöntemini oluşturan, donanım ve yazılım birimlerinin tanıtımı yapılmıştır.

Uzdenetim Birimi, aynı haberleşme hattına bağlı, terminal ve tekrarlayıcı olarak çalışan Radyo Link (R/L) sistemlerinin, çalışmalarını denetlemek, ve alarm ve gösterge bilgilerini izlemek için tasarlanmış olan, mikrodenetleyici tabanlı bir devredir.

SUMMARY

Since certain errors are inevitable in a system, a method must be provided to deal with the periodic distortions that occur within a transmission. The data communications system must provide each site with the capability to send data to another site. The sending site must be assured that the data arrive error free at the receiving site. The sending and receiving sites must maintain complete accountability for all messages. In the event the data are distorted, the receiving site must have the capability of notifying the originator to resend the erroneous message or otherwise correct the errors.

The movement of traffic to and from the many points within the network must flow in a controlled and orderly manner. This means that the sending and receiving sites must know the identification and sequencing of the messages being transmitted among all users. The connection path between sites is usually shared by more than one user (as in a multidrop configuration); consequently, procedures must provide for the allocation and sharing of the path among the many users. Unfortunately, communication circuits make errors occasionally. Furthermore, they have only a finite data rate, and there is a nonzero propagation delay between the time a bit is sent and the time it is received. These limitations, coupled with the finite processing speed of the machines, have important implications for the efficiency of the data transfer. The protocols used for communications must take all these factors into consideration.

Data link controls (DLC's), or line protocols, provide for these needs. They manage the flow of data messages across the communication path or link and can be designed to offer various services. Three reasonable possibilities are, unacknowledged connectionless service, acknowledged connectionless service and connection-oriented service.

Unacknowledged connectionless service consists of having the source machine send independent frames to the destination machine without having the destination machine acknowledge them. No connection is established beforehand or released afterwards. If a frame is lost due to noise on the line, no attempt is made to recover in the data link protocol. This class of service is appropriate when the error rate is very low and recovery is left to a higher level of control. It is also appropriate for real time traffic, such as speech, in which late data are worst than bad data. Many LAN's use unacknowledged connectionless service in the data link layer.

The next step up in terms of reliability is acknowledged connectionless service. When this service is offered, there are still no connections used, but each frame sent is individually acknowledged. In this way, the sender knows whether or

not a frame has arrived safely. If it has not arrived within a specified time interval, it can be sent again.

The most sophisticated service the data link layer can provide to the network layer is connection-oriented service. With this service, the source and destination machines establish a connection before any data are transferred. Each frame sent over the connection is numbered, and the data link protocol guarantees that each frame sent is indeed received. Furthermore, it guarantees that each frame is received exactly once and that all frames are received in the right order. With connectionless service, in contrast, it is conceivable that a lost acknowledgement causes a frame to be sent several times and thus received several times. Connection-oriented service, in contrast provides the higher level controls with the equivalent of a reliable bit stream.

DLC's consist of a combination of software and hardware and are located at each site in the network. The DLC is concerned with providing the following functions to the network; synchronizing the sender and receiver, controlling the sending and receiving of data, detecting and recovering transmission errors between two points, maintaining awareness of link conditions.

The DLC does not provide the user with end-to-end accountability. Since data link controls do not provide for end-to-end access and flow control, a higher level of control is required to provide for session-to-session accountability and control.

Data link controls can be described and classified by (a) message format, (b) line control method, (c) error-handling method, and (d) flow control procedure.

Asynchronous message formats originated with older equipment with limited capability, but are still widely used due to their simplicity. Their main disadvantage is the overhead of the control bits. Notwithstanding, many variations and improvements have been made to asynchronous protocols and, in spite of the overhead, DLC's with asynchronous formats still remain one of the dominant data link controls. Asynchronous techniques are found in practically all systems that use teleprinter and teletype terminals, and constitute the format for the vast majority of personal computers.

The four commonly used synchronous formats are, character count, character stuffing, bit stuffing and physical medium coding violations.

The character count framing method uses a field in the header to specify the number of characters in the frame. When the data link layer at the destination sees the character count, it knows how many characters follow, and hence where the end of the frame is. The trouble with this algorithm is that the count can be garbled by a transmission error causing the destination to get out of synchronization, and to be unable to locate the start of the next frame. Even if the checksum is incorrect so the destination knows that the frame is bad, it still has no way of telling where the next frame starts. Sending a frame back to the source asking for retransmission does not help either, since the destination does not know how many characters to skip over to get to the start of the retransmission.

The synchronous byte-oriented DLC was developed in 1960s but is still widely available. It uses the same string of bits and bytes to represent data characters and control characters. In this case the DLC logic can mistakenly interpret the data as control information. Most versions of synchronous byte techniques have logic provisions to handle this problem. Byte protocols also use a format in which the control fields occur in variable locations within the frame.

The more advanced synchronous DLC's use the bit-oriented approach. In this method, line control bits are always unique and cannot occur in the user data stream. The logic of the DLC examines the data stream before it is transmitted and alters the user data if it contains a bit configuration that could be interpreted as a control indicator. Of course, with this approach, the receiving DLC has the capability to change the data stream to its original contents. The bit-oriented DLC achieves code transparency. Furthermore, bit protocols use the individual bits for line control, not the full character itself. This means that the logic is not dependent on a particular code such as ASCII or EBCDIC. The control fields/bits usually reside in fixed locations within the frame.

The last method of framing is only applicable to networks in which the encoding on the physical medium contains some redundancy. For example, Manchester encoding encodes each 1 bit as a high-low pair and each 0 bit as a low-high pair. The combinations high-high and low-low are not used for data. However, some protocols use an invalid sequence as high-high-low-low for framing. While this technic is a little like cheating, it has the clear advantage that no stuffing is required.

At the broadest level, data link control methods are classified as (a) primary/secondary, (b) peer to peer, or (c) a combination of these. Primary/secondary (or master/slave) protocols provide for one station (such as a computer) to manage all traffic on the channel. The other stations must obtain permission from the primary station before they can transmit data. Peer-to-peer protocols have no master station. In this situation all stations are equal and use the channel under some form of contention or negotiation.

The most common method of line primary/secondary control is through the use of polling/selection techniques. A site in the network is designated as the master or primary station. This site is responsible for the sending and receiving of messages between all secondary or slave sites on the line. In fact, the secondary sites cannot send any messages until the master station gives approval.

The polling/selection protocol is widely used for several reasons. The centralized approach allows for hieararchical control. Traffic flow is directed from one point, which provides for simpler control than a noncentralized approach.

Priorities can be established among the users. Certain computers and terminals can be polled or selected more frequently than others, thus giving precedence to certain users and their applications. Sites (terminals, software

applications, or computers) can be readily added by changing polling/selection tables within the DLC logic.

There is a price to pay for all these features. The polling/selection DLC incurs a substantial amount of overhead due to the requirement for polling, selection and control messages. On some networks, the negative responses to polls can consume a significant portion of the network capacity. More recent implementations of the polling/selection DLC (in SDLC) use some clever methods to reduce the number of overhead messages.

Timeouts allow the link control station to check for errors or questionable conditions on the line. A timeout occurs when a polled station does not respond within a certain time. The nonresponse condition evokes recovery action on the part of the controlling station.

The timeout threshold is dependent on signal propagation delay to and from the polled station, processing time at the polled station and turn-around delay at the polled station on a half-duplex line. These factors are highly variable and depend on the line type, line length, modem performance, and processing speed at the polled terminals' site.

A variation of polling/selection is known as hub polling. This approach is used on a multipoint line to avoid the delay inherent in the polled terminals turning around a half-duplex line to return a negative response to the poll. In this operation, the master station sends a poll to a terminal on the line. This terminal turns the line around with a message to the master station if it has data to send or, under another version, it piggybacks the data onto the poll and forwards both to the next station on the line. If it has no data, it sends the polling message to the next terminal on the line. If this terminal is busy, idle or has nothing to send, it relays the polling message to the next appropriate station. The transmission of this poll continues in one direction without additional turnarounds. Eventually, a terminal will be found that has data for the master station. Thus hub polling eliminates the line turnaround time that occurs if each terminal receives a poll from the host.

Contention is a widely used peer-to-peer link control method. It differs significantly from polling/selection, since there is no master station. With contention, each site has equal status on the line, and the use of this path is determined by the station that first gains access during an idle line period. Contention DLC's must provide for a station to relinquish the use of the path at an appropriate interval of time in order to prevent line domination from one site.

Contention control is widely used today, primarily because of its relative simplicity and the absence of a master station. The polling/selection approach suffers from the vulnerability of the primary site to failure, which could bring down all sites on the link. Since the contention method does not rely on a controlling site, a failed site does not prevent the other sites from communicating with each other.

The method of detecting and correcting errors in a message is a key selection criterion for a data link control. Certainly, one option is to ignore errors. However,

many applications cannot afford errors. Financial data systems, such as an electronic transfer of funds between customers' bank accounts, must have completely accurate data messages arrive at the end point.

Most methods used to provide for data error detection entail the insertion of redundant bits in the message. The actual bit configuration of redundant bits is derived from the data bit stream. The vertical redundancy check (VRC) is a simple technique, which consists of adding a single bit (a parity bit) to each string of bits that comprise a character. The longitudinal redundancy check (LRC) is a refinement of the VRC approach. Instead of a parity bit on each character, LRC places a parity on a block of characters.

Echoplex technique is used in many asynchronous devices, notably personal computers. Each character is transmitted to the receiver, where it is sent back or echoed to the original station. The echoed character is compared with a copy of the transmitted character. If they are the same, a high probability exists that the transmission is correct.

Another technique that is quite widely used is the cyclic redundancy check (CRC). The CRC approach entails the division of the user data stream by a predetermined binary number. The remainder of the number is appended to the message as an FCS (frame check sequence) field. The data stream at the receiver site has another calculation performed and compared to the FCS field. If the remainder is zero, the message is accepted as correct.

A DLC must manage the transmission and receipt of perhaps thousands of messages in a short period of time. Communication lines should be evenly used, and no station should be unnecessarily idle or saturated with excessive traffic. Thus, flow control is a critical part of the network.

The stop-and-wait DLC allows one message to be transmitted, checked for errors, and an appropriate message returned to the sending station. No other data messages can be transmitted until the receiving station sends back a reply. It is well suited to half-duplex transmission arrangements, since it provides for data transmission in both directions, but only in one direction at a time. Moreover, it is a simple approach requiring no elaborate sequencing of messages or extensive message buffers in the terminals.

In the newer data link controls the data and control signals flow from sender to receiver in a more continuous manner, and several messages can be outstanding at any time. These DLC's are often called sliding windows because of the method used to synchronize the sending sequence numbers in the headers with appropriate acknowledgements. The transmitting station maintains a sending window that delineates the number of messages it is permitted to send. The receiving station maintains a receiving window that performs complementary functions. The two sites use the windows to coordinate the flow of messages between each other. In essence, the window states how many messages can be outstanding on the line or at the receiver before the sender stops sending and awaits a reply.

The supervisory unit, introduced in this thesis, is a 80C51 FA 8-bit microcontroller based circuit, which is designed to control the operation of SR2810A 8 Mbit/s R/L systems, operating as terminals or repeaters, connected to the same transmission line, and to monitor the alarms and indicators of these systems.

The SR2810A is a Digital Microwave Radio Link System customized for 2, 8 or 4×2 Mbit/s data transmission using QPSK modulation at 10.5 GHz frequency band. The channel frequency arrangement is according to CCIR Report No. 607-4, Item 3.8. The two different basic systems available are, SR2810A S2 and SR2810A S8. S2 is a low cost system for 2 Mbit/s data transmission . It is available in (1+0) unprotected configuration only. Additional features such as supervisory or service channel, are not available. S8 is a low cost basic system for 8 Mbit/s data transmission. S8 has a complete range of additional options. Optional equipment for S8 are: Protection, Supervisory Unit, Digital Service Channel, 4×2 Mbit/s Mux and Hand-Set.

SR2810A system satisfies public and private requirements in the field of telecommunication and as communications media for railways, power line transmission systems, oil and gas pipelines, etc.

The alarms and indicators, gathered from various points of a R/L system, are read and evaluated by the supervisory unit. This information is saved in different forms such as urgent alarm, alarm list, past alarm list and indicator list.

A hand-held terminal can be connected to the supervisory unit, through an RS232 interface, in order to learn local and remote alarm information and to change the system settings if the system password is known. The system settings include link name, system name, number of systems, system address, system type, date and time. If an operator wants to learn the alarm information of a specific remote system or all of the remote systems, using the hand-held terminal, a modem communication is performed between two systems.

The program, running on the supervisory unit, is written in C language. This program gathers the alarms and indicators of the system, records this information in various forms, provides a menu structure and a communication protocol for the hand-held terminal and also a data link control protocol between the systems connected to the same link. The compilation, linking and locating operations are performed using the Keil Elektronik C51 package, and ICE-51/PC emulators are used during program debugging.

The data link protocol, used for modem communication, makes use of asynchronous message format, contention and timeout line control method, LRC error-handling method and stop and wait flow control procedure.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Veri haberleşmesi yapan sistemlerin arada sırada hata yapmaları, sonlu veri hızına sahip olmaları, bir bitin gönderilme zamanıyla alışı zamanı arasında bir yayılma gecikmesi olması ve sistemlerin işlem zamanları, veri iletiminin verimi üzerinde etkili olduğu için, iletim sırasında oluşan periyodik veri bozulmalarının üstesinden gelecek bazı yöntemler geliştirilmelidir. Haberleşme sistemi, her istasyonun diğer bir istasyona veri gönderebilmesini sağlamalı ve gönderici taraf, bu verinin karşı tarafa hatasız olarak ulaştığından emin olmalıdır. Hem gönderici hem de alıcı taraf, birbirlerine gönderdikleri mesajların tam kontrolünü ellerinde tutabilmelidirler. Verinin bozulması durumunda, alıcı taraf gönderici tarafı, mesajı tekrar göndermesi için uyarabilmeli veya hataları düzeltebilmelidir.

Haberleşme ağındaki trafik akışı kontrollü ve düzenli olmalıdır. Bunun anlamı, gönderici ve alıcı tarafların, kullanıcılar arasında iletilen mesajların tanımını ve sıralamasını bilmesidir. Genellikle, istasyonlar arasındaki bağlantı yolu birden fazla kullanıcı tarafından paylaşılmaktadır. Dolayısıyla, hattın çok kullanıcı tarafından paylaşılmasını sağlayacak yöntemler bulunmalıdır.

Veri Bağlantı Kontrol (VBK) yöntemlerinin yerine getirmesi gereken fonksiyonlar, bitlerin çerçeveler halinde gruplanma şeklini belirlemek, iletim hatalarıyla ilgilenmek, hızlı ve yavaş sistemler arasındaki çerçeve akışını dengelemek ve genel hat yönetimidir [1][2][3].

VBK'lar, hem yazılım hem de donanım birimlerinden oluşmaktadırlar ve bir haberleşme ağına bağlı olan her istasyonda bulunmaktadırlar. VBK'lar, ağın aşağıdaki özelliklerini sağlamalıdır:

- Göndericiyi ve alıcıyı senkronize etmek.
- Verinin gönderilmesini ve alınmasını kontrol etmek.
- İki nokta arasındaki iletim hatalarını sezmek ve düzeltmek.
- Hattın durumundan haberdar olmayı sağlamak.

Ülkemizde üretime dönük, düşük kapasiteli sayısal radyo link sistemi tasarım çalışmaları, 1980'li yıllarda, o günkü adıyla TELETAS 'ta başlatılmıştır. Ar-Ge bünyesinde oluşturulan, Radyo Link araştırma grubunun tasarımını yaptığı ve halen ticari olarak üretimde olan ilk sayısal radyo link, SR-2/8-10000 QPSK R/L Sistemi adıyla anılmaktadır. Tasarım çalışmaları 1994 yılında başlayan yeni nesil radyo link sistemi SR2810A, üretilmekte olan sistemin geliştirilmiş bir versiyonudur. Bu Sistem, 2 Mbit/s, 8 Mbit/s ya da 4x2 Mbit/s veri hızlarında çalışmak üzere tasarlanmıştır. Modülasyon biçimi Dörtlü Faz Ötelemeli Anahtarlama (QPSK), Radyo Frekansı (RF) çalışma bölgesi 10.5 GHz bandıdır. RF kanal frekans düzenlemesi, CCIR Rep. No. 607-4 Item 3.8 'e göre yapılmıştır. Bu Sistem, telekomünikasyon alanındaki genel ve özel gereksinimleri sağlamak amacıyla kullanılabileceği gibi; petrol ve gaz boru hatlarının, demiryollarının ve enerji dağıtım hatlarının denetimi için, iletişim ortamı olarak da kullanılabilir.

SR2810A 8 Mb/s, sayısal radyo-link sisteminde, aynı haberleşme hattına bağlı, terminal ve tekrarlayıcı olarak çalışan R/L sistemlerinin, çalışmalarını denetlemek, ve her sistemin, hem kendi lokal alarmlarını ve göstergelerini, hem de bağlı bulunduğu hattaki herhangi bir sisteme ait alarmları ve göstergeleri izleyebilmesi amacıyla bir uzdenetim birimi bulunmaktadır.

Uzdenetim Birimi, kendisine seri ve paralel şekilde ulaşan alarm ve gösterge bilgilerinin değişimini gözleyip, kaydetmekte ve bu bilgilerdeki değişikliğe göre, öncelikli alarm, alarm dökümü, geçmiş alarm ve göstergelerden oluşan, farklı alarm kayıtlarını yenilemektedir. Birime ait önemli sistem bilgilerini ve sistemde en son oluşan 165 adet alarmı, geliş ve gidiş zaman bilgileriyle beraber, birimin üzerinde bulunan bir Uçucu Olmayan RAM (NOVRAM)'de, Geçmiş Alarm bilgisi olarak

saklanmaktadır ve böylece birimin besleme gerilimi kesildiğinde, bu bilgilerin korunması sağlanmaktadır.

Mikrodenetleyicinin Asenkron Seri Alıcı Verici'sine (UART) bağlı bulunan, modem ve el terminaline, dönüşümlü olarak hizmet verme olanağı sağlanmaktadır. Bir kullanıcının, el terminali vasıtasıyla birime bağlanıp, alarm, gösterge, zaman ve sistem bilgilerini öğrenebilmesi, ve birime ait şifreyi doğru olarak girdiği takdirde, zaman ve sistem bilgileri üzerinde değişiklik yapabilmesi için, uygun bir mönü yapısı oluşturulmuştur.

Herhangi bir istasyona el terminali ile bağlanılarak, diğer bir istasyonun, veya hatta bağlı bulunan tüm istasyonların alarm ve gösterge bilgilerinin öğrenilebilmesini, ve ana istasyonda önemli sistem bilgileri değiştirildiği zaman, bunların tüm sisteme öğretilmesini sağlamak için, uygun veri bağlantı kontrol yapısını uygulanmıştır. Ayrıca, herhangi bir arıza durumunda, eğer el terminali bağlıysa, uygun arıza mesajının verilmesi ve hatta bağlı diğer sistemlerin normal çalışmalarını sürdürmeleri sağlanmıştır.

Uzdenetim Birimin, donanım ve yazılımının oluşturduğu VBK'da, asenkron mesaj yapısı, zaman aşım ve çatışmalı hat kontrol yöntemi, boyuna fazlalık sınama (LRC) ve tekrarlı hata düzeltme yöntemi, ve dur ve bekle akış kontrol yöntemi uygulanmıştır. Birimin donanımı, 8 bitlik, kullanımı çok yaygın olan 8051 mikrodenetleyici tabanlı bir devreden oluşmaktadır.

Bu birim, 1200 bps hızında, Frekans Ötelemeli Anahtarlama (FSK) modem kullanılarak, 300-3400 Hz ses frekansı bandında analog iletişim sağlayan bir Servis Kanalı Birimi (SCHU) aracılığıyla yüksek frekans birimlerine bağlanmakta ve radyo dalgaları ile diğer sistemlerle haberleşmektedir.

Bir kullanıcının uzdenetim birimine erişimi, üzerinde 2×16 karakterlik sıvı kristal ekran ve tuş takımı bulunan bir el terminali vasıtası ile sağlanmaktadır. El terminali birime, bir RS232 arabağlantısı ile bağlanmaktadır. Tuş takımı yardımı ile,

sistemin değiştirilebilir fonksiyonları girilebilir, ve alarm bilgileri ile sistem bilgileri ekran üzerinden okunabilir. Bu el terminali de Alcatel Teletaş'ta tasarlanmıştır ve bu sistemin ihtiyacına cevap verecek bir bilgisayar programı yazılarak, üzerindeki Programlanabilir/Silinebilir ROM (EPROM)'a yüklenmiştir.

Uzdenetim birimi ve el terminalinin yazılımları, Ansi C dilinde yazılmış ve derleme, bağlama ve yerleştirme işlemleri, Keil-Elektronik GmbH tarafından 8051 mikrodeneleyicileri için geliştirilmiş olan, C-51 paketi ile gerçekleştirilmiştir [4]. Yazılan programların, donanımların üzerindeki testleri ve hata ayıklama işlemleri için, Intel'in ICE51/FX emülatörleri kullanılmıştır [5].



BÖLÜM 2

VERİ BAĞLANTI KONTROL YÖNTEMLERİ

Karşılıklı olarak haberleşen sistemlerin arada sırada hata yapmaları, sonlu veri hızına sahip olmaları, bir bitin gönderilme zamanıyla alışı zamanı arasında bir yayılma gecikmesi olması ve sistemlerin işlem zamanları, veri iletiminin verimi üzerinde etkili olmaktadır. Haberleşme esnasında kullanılan protokollerde, bütün bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

Veri bağlantı kontrol (VBK) yöntemlerinin yerine getirmesi gereken fonksiyonlar, bitlerin çerçeveler halinde gruplanma şeklini belirlemek, iletim hatalarıyla ilgilenmek, hızlı ve yavaş sistemler arasındaki çerçeve akışını dengelemek ve genel hat yönetimidir [1][2][3]. VBK'lar çeşitli hizmetler sağlayacak şekilde tasarlanabilirler. En uygun üç seçenek, a) alınsız bağlantısız hizmet, b) alınlı bağlantısız hizmet, c) bağlantı yönlendirmeli hizmettir.

Alınsız bağlantısız hizmette, kaynak sistem hedef sisteme, bağımsız çerçeveler gönderir ve karşılığında alınlı bilgisi beklemez. Önceden bir bağlantı kurulması gerekmez. Eğer, hattaki gürültü nedeniyle bir çerçeve kaybolmuşsa, VBK'da bu durumu düzeltmek için bir girişimde bulunulmaz. Bu yöntem, hata oranının düşük olduğu ve hata düzeltme görevinin başka yöntemlerle gerçekleştirildiği sistemler için uygundur. Konuşma gibi, geç veri iletiminin kötü veri iletiminden daha kötü olduğu, gerçek zaman veri iletişimi için de, bu yöntem uygundur. Birçok Yerel Alan Ağı (LAN) veri bağı katmanında, alınsız bağlantısız hizmet kullanılmaktadır.

Güvenilirlik açısından bir üst sıradaki yöntem, alınlı bağlantısız hizmettir. Bu yöntemde de bağlantı kullanılmaz, fakat gönderilen her çerçeve için alınlı bilgisi

beklenir. Böylece, gönderici bir çerçevenin hedefe varıp varmadığını öğrenebilir. Eğer, alındı bilgisi belirli bir zaman içinde gelmezse, tekrar gönderilebilir.

VBK yönteminin sağlayabileceği en kapsamlı hizmet, bağlantı yönlendirmeli hizmettir. Bu yöntemde, kaynak ve hedef sistemler herhangi bir veri iletiminden önce bir bağlantı kurarlar. Bu bağlantı üzerinden gönderilen her çerçeve numaralandırılır ve VBK gönderilen her çerçevenin, alındığından emin olunmasını sağlar. Ayrıca her çerçevenin sadece bir defa alındığını ve bütün çerçevelerin doğru sırayla alındığını garanti eder. Bunun tersine, bağlantısız hizmette kaydedilen bir alındı mesajı, bir çerçevenin birçok defa gönderilmesine neden olabilir. Bağlantı yönlendirmeli hizmet, sonuçta güvenilir bir bit dizisinin değerlendirilmesini sağlamaktadır.

Bağlantı yönlendirmeli hizmette, veri iletimin üç aşaması vardır. Birinci aşamada, her iki tarafın alınan ve alınamayan çerçeveleri takip edebilmeleri için, gerekli değişkenlerini ve sayıcılarını koşullamalarının ardından, bağlantı kurulur. İkinci aşamada, bir veya daha fazla çerçeve iletilir. Üçüncü ve son aşamada, bağlantı için kullanılan değişkenler, tamponlar ve diğer kaynaklar serbest bırakılarak, bağlantı koparılır.

Veri bağlantı kontrolleri, a) mesaj yapısı, b) hat kontrol yöntemi, c) hata düzeltme yöntemi ve d) akış kontrol yöntemi ile tanımlanabilir ve sınıflandırılabilirler.

2.1. Mesaj Yapısı

2.1.1. Asenkron

Asenkron yapılar, sınırlı yetenekleri olan eski donanımlarla beraber ortaya çıkmıştır, fakat basitliklerinden dolayı, hala yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar. En önemli dezavantajları, kontrol bitlerinin fazlalığıdır. Örneğin, iki kontrol biti (başlangıç ve sonlandırma bitleri)'ne karşılık, 8 kullanıcı karakteri, normal bir orandır.

Buna rağmen, asenkron protokollerde yapılan düzenlemeler ve geliştirmeler sayesinde, asenkron yapı kullanan VBK'lar, hala en önemli bağlantı kontrolleri arasındadır. Örneğin, kişisel bilgisayarların büyük bir çoğunluğunda asenkron teknikler kullanılmaktadır.

2.1.2. Senkron

Bir ağ üzerindeki fiziksel bağlantı ortamının görevi, bir bit dizisi almak ve bunu hedefe ulaştırmaya çalışmaktır. Bu bit dizisinin hatasız olduğu, garanti edilememektedir. Hataların sezilmesi ve düzeltilmesi, VBK'nın görevidir. Bu amaçla VBK, bit dizisini ayırık çerçevelere böler ve her çerçeve için toplama sınaması hesaplar. Bir çerçeve hedefe vardığı zaman, tekrar toplama sınaması hesaplanır ve eğer bu değer, çerçeve içinde gönderilen değerden farklıysa, VBK bir hata olduğunu anlar ve gerekli önlemi alır.

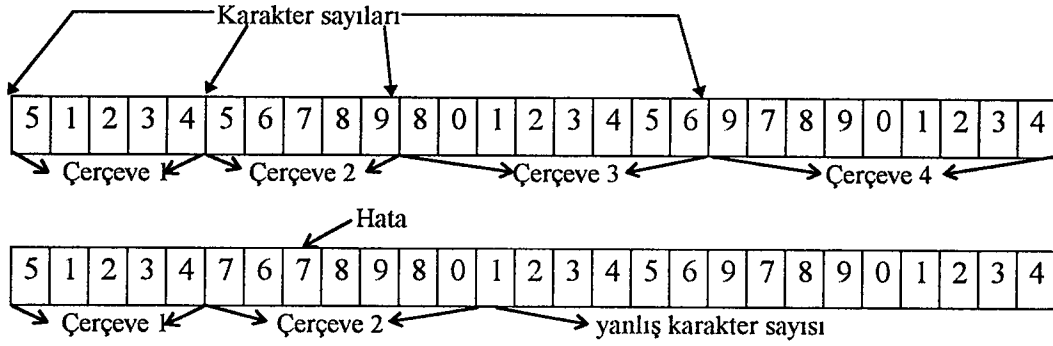
Bir bit dizisini çerçevelere bölmek, görüldüğünden daha zor bir işlemdir. Bu işlem için kullanılan bir yöntem, çerçevelerin arasına zaman boşlukları koymaktır. Bununla beraber, ağlar üzerinde doğru zamanlama garanti edilememektedir ve bu zaman boşluklarında, istenmeyen değişiklikler olabilir.

Her bir çerçevenin, başının ve sonunun zamanlamasını ayarlamak zor olduğu için, başka yöntemler geliştirilmiştir. En çok kullanılan dört yöntem, a) karakter sayma, b) karakter ekleme, c) bit ekleme, d) kodlama ihlalleridir.

2.1.2.1. Karakter Sayma

Bu yöntemde, çerçevenin başındaki bir alanda, çerçevenin kaç karakter içerdiği belirtilir. Varış noktasındaki VBK, bu alanı kontrol ederek, kaç tane karakter alması gerektiğini öğrenir. Eğer, bu karakter sayısında bozulma meydana gelirse, alıcı sistem senkronizasyonu kaybedecek ve bir sonraki çerçevenin başını belirleyemeyecektir. Yanlış toplama sınaması nedeniyle, çerçevenin hatalı olduğu anlaşılabilir, bu hata düzeltilemez. Hatalı çerçeve, tekrar gönderilmesi için,

gönderici sisteme geri gönderilse bile, alıcı taraf çerçeveyi tekrar alabilmek için, kaç karakter geri atlaması gerektiğini bilemediği için, bu yöntem artık pek kullanılmamaktadır. Şekil 2-1'de, hatasız ve hatalı durumlar için, çerçeve örnekleri verilmiştir.



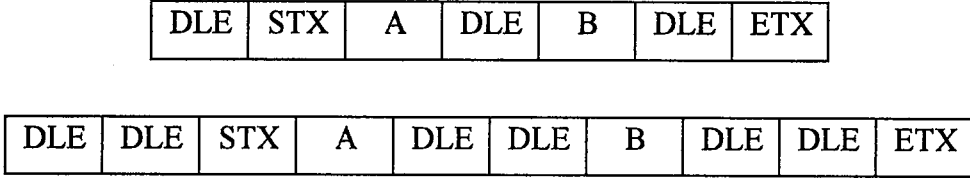
Şekil 2-1 Karakter sayma Yöntemi

2.1.2.2. Karakter Ekleme

Karakter ekleme yöntemi 1960'larda geliştirilmiştir, fakat hala kullanılmaktadır. Bu formatta, veri karakteri ve kontrol karakterleri için, aynı bit dizileri kullanılmaktadır.

Bu yöntemde, senkronizasyon sorununu çözmek için her çerçevenin başına, DLE STX, sonuna da DLE ETX, ASCII karakterleri yerleştirilmektedir. Böylece, alıcı taraf çerçeve sınırlarını kaybederse, bu karakterleri arayarak çerçevenin başını veya sonunu belirleyebilir. Eğer, gönderilen bilginin içinde, DLE STX veya DLE ETX karakterleri bulunuyorsa, bu karakterler çerçeve sınırları olarak yorumlanacağı için, hata meydana gelecektir. Bu sorunu çözmek için kullanılan yöntemlerden biri, veri alanının içinde bulunan her DLE karakterinden önce, bir DLE karakteri daha eklemektir. Alıcı taraftaki VBK, çerçevenin değerlendirilme işleminden önce, bu DLE'yi çerçeveden çıkartır.

Bu yöntemin en önemli dezavantajı, ASCII karakter kodları gibi, 8-bit karakterlere bağımlı olmasıdır. Ağlar geliştikçe, çerçeveleme mekanizmasını karakter kodlarının üzerine kurmanın dezavantajları daha da arttığı için, bit ekleme yöntemi geliştirilmiştir. Şekil 2-2'de, bir karakter ekleme örneği verilmiştir.

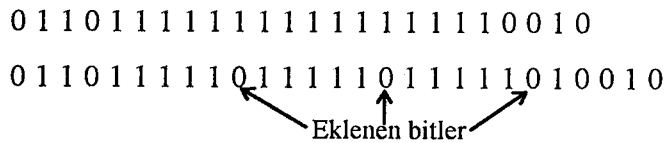


Şekil 2-2 Karakter Ekleme Yöntemi

2.1.2.3. Bit Ekleme

Bu yöntem, veri çerçevelerinin keyfi sayıda bit içermesine, ve her bir karakterinde, keyfi sayıda bit bulunan karakter kodlarına izin vermektedir. Bu yöntemde her bir çerçeve, 01111110 özel bit dizisiyle başlamakta ve bitmektedir. Bu hat kontrol bitleri tektir ve veri bloğu içinde kullanılamazlar. Gönderici VBK'da, veri içinde arka arkaya beş adet 1 ile karşılaşırsa, bunlardan sonra bir 0 ilave eder. Alıcı tarafta, 5 adet 1 ve bunları izleyen 0 biti alındığı zaman, 0 biti çerçeveden çıkartılır.

Bit eklemeli VBK'lar, kod şeffaflığı sağlamaktadırlar. Hat kontrolü için, tam karakter yerine, bitler kullanılmaktadır. Bu yöntemde kullanılan bayrak alanı, iki çerçeve arasındaki sınırların, kesin bir şekilde belirlenmesini sağlamaktadır. Böylece, alıcı tarafta bir karışıklık olduğu zaman, alınan verinin içinde bayraklar taranarak, durumun düzeltilmesi sağlanır. Şekil 2-3'de, bir bit ekleme örneği verilmiştir.



Şekil 2-3 Bit Ekleme Yöntemi

2.1.2.4. Kodlama İhlalleri

Bu yöntem sadece, fiziksel bağlantı ortamındaki kodlamanın, fazladan ilaveler içerdiği ağlarda geçerlidir. Örneğin, Manchester kodlama yönteminde, her 1 biti bir yüksek-düşük seviye çifti şeklinde, ve her 0 biti de, bir düşük-yüksek seviye çifti şeklinde kodlanmaktadır. Yüksek-yüksek ve düşük-düşük seviye çiftleri, veri için kullanılmamaktadır. Bazı protokollerde, yüksek-yüksek-düşük-düşük seviye dizisi gibi alanlar, çerçeveleme amacıyla kullanılmaktadırlar. Bu kural dışı uygulama sayesinde, veri alanı içine herhangi bir ekleme gerekmemektedir.

Bir çok VBK protokolünde, karakter sayma ve diğer yöntemlerden birinin bir bileşimi kullanılarak, fazladan güvenilirlik sağlanmaktadır. Bir çerçeve alındığında, sayı alanı, çerçevenin sonunun belirlenmesi için kullanılır. Eğer o noktada, uygun sınır elemanı varsa, ve toplama sınaması doğruysa, çerçevenin geçerli olduğuna karar verilir.

2.2. Hat Kontrol Yöntemi

En genel anlamda, veri hat kontrolleri, a) ana/uydu, b) eş erişimli, veya c) bunların bir kombinasyonu, şeklinde sınıflandırılabilirler. Ana/uydu protokolleri, bir kanaldaki trafiğin, tek bir istasyon tarafından yönetilmesini sağlar. Diğer istasyonlar, veri iletimi için, ana istasyondan izin almak zorundadırlar. Eş erişimli protokollerde ana istasyon yoktur. Bu durumda, bütün istasyonlar eşittir ve kanalın kontrolünü, bir çeşit çatışma veya anlaşma düzeninde ellerinde tutarlar.

2.2.1. Tarama / Seçme

Ana/uydu kontrol yöntemlerinin en yaygını, tarama/seçme teknikleridir. Bu yöntemde, ağdaki bir istasyon, ana istasyon olarak kullanılır. Bu istasyon, hattaki tüm uydu istasyonlar arasındaki, mesaj alışverişinden sorumludur.

Aynı hat üzerinde bulunan, A ve B istasyonlarından, B'nin A'ya veri göndermek istediğini farzedelim. Bu işlemin başında, ana istasyon B'ye, bir tarama mesajı gönderir ve göndermek istediği bir mesaj olup olmadığını öğrenir. B istasyonu, bu taramaya karşılık olarak, ana istasyona yanıt mesajını gönderir. Ana istasyon, mesajın hata analizini yaparak B'ye onay mesajı (ACK) gönderir.

Tarama/seçme tekniğinin, değişik kullanım şekilleri vardır. Örneğin, bazı uygulamalarda B istasyonu, mesaj gönderme işleminin bittiğini belirtmek için, son olarak, bir iletim sonu (EOT) mesajı gönderir. Bazı uygulamalarda ise, iletim sonu işareti, en son mesajla birlikte gönderilerek, fazladan bir mesaj gönderilmemiş olur.

Seçim işlemi, ana istasyonun A istasyonuna, ona yönelik bir mesajı olduğunu bildirdiği, bir mesaj göndermesiyle başlar. A istasyonu, bu mesajı alabilecek durumdaysa, pozitif onay (ACK), alamayacak durumda ise, negatif onay (NAK) mesajı gönderir. Eğer ACK mesajı gönderirse, ana istasyon esas mesajı kendisine gönderir. A, B'ye cevap vermek için, ana istasyon aracılığı ile, benzer işlemleri tekrarlar.

Tarama/seçme protokolünün, yaygın şekilde kullanılmasının başlıca nedenleri şunlardır:

- Merkezi yaklaşım, hiyerarşik bir kontrol düzeni sağlar. Trafik akışı, tek bir noktadan yönetilir ve bu sayede basit bir kontrol sistemi sağlanır.
- Kullanıcılara öncelik tahsis edilebilir. Bazı istasyonlar, daha sık taranabilir veya seçilebilir.
- VBK lojiği içindeki, uygulama/seçim tabloları değiştirilerek, yeni istasyonların ilave edilmesi, basit bir şekilde gerçekleştirilebilir.

Bütün bu kolaylıkların bedeli, tarama/seçme yönteminde önemli miktarda tarama, seçme, ACK, NAK ve EOT kontrol mesajlarının kullanılması gerekliliğidir. Bazı ağlarda, taramalara karşılık gönderilen negatif yanıtlar, ağın kapasitesinin büyük bir bölümünü kullanabilir. Bunun üstesinden gelmek için, yeni tarama/seçme VBK uygulamaları, daha marifetli yöntemler kullanmaktadırlar.

2.2.2. Zaman Aşımları

Zaman aşımı, hat kontrol istasyonunun, hattaki arızaları veya şüpheli durumları farkedebilmesini sağlar. Zaman aşımı, sorgulanan bir sistem, belli bir süre içinde yanıt vermediği zaman oluşur ve kontrol istasyonu bu durumda gerekli tedbiri alır.

Zaman aşımı eşik seviyesini, üç faktör belirler: (a) işaret yayılma gecikmesi, (b) sorgulanan istasyondaki işlem süresi, ve (c) sorgulanan istasyonun mesaj almaya hazır olduğunu bildiren devrenin, aktif duruma geçmesi için gerekli süre.

Bu faktörler, büyük ölçüde değişkendir ve hat tipine, uzunluğuna, modem performansına ve sorgulanan istasyon tarafındaki işlem hızına bağlıdır. Sorgulayan ve sorgulanan taraflar arasında, 150 mil mesafe bulunan, tam çift yönlü bir hattaki zaman aşımı eşik seviyesi 30-60 ms arasında değişebilir. Uydu haberleşmesi söz konusu olursa, daha uzun iletim zamanı ve ara noktalar (yer istasyonları)'daki ilave gecikmeler nedeniyle, bu süre 900 ms'ye kadar çıkabilir. Dar bir alanda çalışan lokal ağlar, birkaç milisaniyelik veya mikrosaniyelik zaman aşımı eşik değeri kullanabilirler.

2.2.3. Çevrimli Tarama

Tarama/seçme yönteminin, değişik bir şeklidir. Bu yaklaşım, taranan istasyonların negatif yanıt vermek için, hattı ters yönde kullanmalarını engeller. Bu yöntemde, ilk önce ana istasyon hattaki bir istasyonu sorgular. Eğer bu istasyonun göndereceği veri varsa, bunu ya ters yönde ana istasyona gönderir, yada bu veriyi tarama mesajının üstüne bindirerek, bir sonraki istasyona gönderir. Eğer göndereceği veri yoksa, tarama mesajını, hattaki bir sonraki istasyona gönderir. Eğer bu istasyon meşgul ise veya göndereceği veri yoksa, tarama mesajını bir sonraki uygun istasyona iletir. Böylece tarama işlemi tek yönde, fazladan geri dönüşler olmadan devam eder ve her istasyonun tek tek taranması nedeniyle kaybedilen zamandan tasarruf edilmiş olur.

2.2.4. Çatışma

Çatışma, yaygın şekilde kullanılan bir eş erişimli hat kontrol yöntemidir. Tarama/seçme yöntemiyle arasındaki en büyük fark, bir ana istasyonun bulunmamasıdır. Bu yöntemde, hattaki her bir istasyonun önceliği eşittir ve hatta ilk önce erişen istasyon, hattın kullanım hakkını elde eder. Çatışma VBK'ları, hattın tek bir istasyon tarafından sürekli meşgul edilmesini önlemek için, bir kullanım süresi kontrolü sağlamalıdır.

Çatışma kontrol yönteminde, bazen mesajlar çakışabilmektedir. Bu olay, birden fazla istasyon hattın boş olduğunu sezinleyip, aynı anda mesaj gönderince meydana gelmektedir. Bu durumda, VBK lojisinin, mesajların karışıp, bozulduğunu anlayabilmesi ve istasyonlara bozulan mesajları tekrar göndermeleri gerektiğini bildirebilmesi gerekmektedir.

Çekişmeli kontrol, bir ana istasyonun bulunmaması ve basitliğinden dolayı yaygın şekilde kullanılmaktadır. Tarama/seçme yönteminin en zayıf tarafı, ana istasyonda meydana gelen bir arızanın, hattın tamamını çökertmesidir. Çatışma yönteminde tek bir tarafa bağımlılık olmadığı için, arızalı istasyon dışındakiler haberleşmeye devam edebilmektedirler. Ayrıca, çatışma VBK'larında tarama, seçme mesajları gibi fazladan mesajlar bulunmamaktadır.

Çatışmalı VBK'ların en büyük dezavantajlarından birisi, iletim hattının kullanımı için, öncelik tanınmamasıdır. Bazı kullanıcı istasyonlarının, hatta daha sık erişmesi gerektiği durumlarda, bütün istasyonlar eşit olduğu için, bu istasyonlara öncelik verilememektedir. Fakat, genellikle çatışmalı VBK'lar, yüksek hızlı lokal ağlarda kullanıldığı için, daha fazla erişim ihtiyacı duyan istasyon, fazla olumsuz şekilde etkilenmemektedir. Ayrıca, gerekirse, bir kullanıcı sistemi içinde bazı öncelikler sağlanabilir.

Çatışmalı ağın diğer bir potansiyel dezavantajı, mesafe sınırlamasıdır. Örneğin, birbirinden çok uzakta bulunan iki istasyonun, her ikisi de mesaj gönderip,

daha sonra diğerk işlerini yapmaya devam ederken, yayılma gecikmesi nedeniyle, hattaki işareti veya çarpışmayı farkedemeyebilirler. Çatışma lojiğı, bu sorunu çözecek şekilde tasarlanmalıdır.

2.2.5. Zaman Dilimleri

Zaman dilimi kontrolü, çatışmalı VBK'larda bulunan çakışma problemini, haberleşme hattına erişimi, zaman içinde bölümlere ayırarak engellemektedir. Bir istasyon hatta erişebildiğı zaman dilimi içinde, bir veya daha fazla mesajı gönderebilmektedir. Daha sonra, başka bir istasyon hatta hakim olup, mesajlarını gönderebilmektedir.

Zaman dilimi kontrolü, basit bir yöntemdir ve birçok uygulamada kullanılmaktadır. En önemli dezavantajı, gönderecek bir mesajı olmayan bir istasyon hattı meşgul ettiğı zaman, boşa harcanan hat kapasitesidir. Bir çok zaman dilimi VBK'sına, bu sorunu ortadan kaldıran özellikler eklenmiştir.

2.3. Hata Sezme ve Düzeltme Yöntemleri

Bir veri hat kontrol sistemi seçimindeki anahtar kriter, bir mesajdaki hataların farkedilip düzeltilmesidir. Değişik kullanım etkinliğine sahip tekniklerden bir çoğı, bu bölümde bahsedilen yöntemlerden birini kullanmaktadırlar.

En basit seçenek hataların ihmal edilmesidir. Örneğın, bir yazılı metin iletiminde, metnin her bitinin hatasız iletilmesi gerekmeyebilir. Bit hata oranının $1:10^5$ olduğu farzedilirse, 400 sayfalık bir kitap 35 karakterlik hatayla iletilebilir.

Bununla birlikte, birçok uygulamanın hataya tahammülü yoktur. Mali veri sistemlerinde, müşterilerin banka hesapları arasındaki elektronik transferler gibi durumlarda veri mesajlarının tamamen doğru olması gerekmektedir.

Bir haberleşme hattının güvenilirliği ve hızı, bir oda veya bina içinde bulunan, bir ana bilgisayarlı sistemdeki veri akışına göre çok farklıdır. Bir bilgisayar-disk kanalı $10^7 - 10^9$ b/s transfer hızında, her 10^{12} veya 10^{13} bitte 1 bitlik hata oranıyla çalışabilmektedir. Buna karşılık, bir telefon hattı kullanarak, $10^3 - 10^4$ b/s hızında, 10^4 bitte 1 bit hata oranı ile veri transferi yapılabilmektedir. Bu yüzden, veri haberleşme sistemleri için hata sezme ve düzeltme teknikleri, oldukça önemlidir.

Haberleşme hattı üzerinde gürültüye neden olan fiziksel olaylar, hataların tek tek değil, grup halinde oluşmasına neden olmaktadır. Bu durumun hem avantajları hem de dezavantajları vardır. Örneğin, 1000 bitlik bir veri bloğunun gönderildiği, ve hata oranının bit başına 0.001 olduğu düşünülürse, bağımsız hata oluşumu durumunda bir çok blok hata içerecektir. Fakat, hatalar 100'lük gruplar halinde oluşursa sadece bir veya iki blok etkilenecektir. Grup halinde oluşan hataların dezavantajı, sezilmelerinin, düzeltilmelerinin ve analitik olarak modellenmelerinin, tek hata oluşumlarına göre daha zor olmalarıdır.

Eğer, karakter başına ortalama hata oranı, e , ve bir bloktaki karakter sayısı, n ise, grup hatalarının ihmal edildiği durumda bir bloğun başarılı bir şekilde iletilme olasılığı, $(1 - e)^n$ dir. Bloğun hatalı olma olasılığı, $1 - (1 - e)^n$ olur. Eğer, $e \ll 1$ ise, bu ifadenin Binom açılımı yapılarak, yaklaşık blok hata olasılığı, en olarak elde edilir. Bununla beraber, pratikte başlangıç ve sonlandırma bitleri içermeyen, n adet sekizliden oluşan bloklar için hata olasılığı kabaca, $10^{-4} n^{0.8}$ dir. Sonuçlar hat uzunluğuna, iletim hızına ve diğer faktörlere göre değişebilir.

İletimde oluşan hatalarla başa çıkmak için geliştirilmiş olan iki temel yöntem vardır. Bunlardan biri, her veri bloğuna yeterince fazladan bilgi ekleyerek, alıcının iletilen karakterin ne olduğuna karar verebilmesini sağlamaktadır. Diğer yöntem ise, alıcının bir hata oluştuğuna karar verebilmesini ve tekrar iletim isteğinde bulunmasını sağlayacak kadar fazladan bilgi göndermektedir. İlk yöntemde kullanılan kodlamaya hata düzeltme kodları, ikinci yöntemde kullanılanlara ise hata sezme kodları adı verilir.

Hatalarla başa çıkma yöntemlerini incelemek için, bir çerçevenin, m adet veri ve r adet kontrol bitinden oluştuğunu farzedelim. Bu durumda, toplam çerçeve uzunluğu, $n=m+r$ olur.

10001001 ve 10110001 gibi iki kod kesilmesi ele alındığında, bu sekizlilere ayrıcalıklı veya işlemi uygulanıp, elde edilen sonuçtaki 1 sayısı sayılarak, kaç adet bitlerinin farklı olduğu anlaşılabilir. İki kod kelimesinin birbirinden farklı bitlerin sayısına, Hamming uzaklığı denir. Eğer iki kod kelimesinin arasındaki Hamming uzaklığı, d ise, bunlardan birinin diğerine dönüşmesi için, d adet tek bit hata oluşmalıdır.

Bir çok veri iletim uygulamasında, 2^m adet olası veri mesajının tümü kullanılabilir. Fakat, kontrol bitlerinin hesaplanması için kullanılan yöntemler nedeniyle, 2^n adet kod kelimesi kullanılamaz. kontrol bitlerinin hesaplanması için kullanılan algoritma uygulanarak, kod kelimelerinin tam bir listesi oluşturulabilir. Bu listedeki kod kelimelerinden, aralarındaki Hamming uzaklığı en az olanlar, o kodun Hamming uzaklığını belirlerler.

Bir kodun hata sezme ve düzeltme özellikleri, Hamming mesafesine bağlıdır. d adet hatayı sezme için, $d+1$ Hamming uzaklığına sahip bir kod kullanılmalıdır. Çünkü, bu durumda, d adet tek hata, geçerli bir kod kelimesini, başka bir geçerli kod kelimesine dönüştüremez. Alıcı, geçersiz bir kod kelimesiyle karşılaştığında bir iletim hatası oluştuğunu anlayabilir. Benzer şekilde, d adet hatayı düzeltmek için, $2d+1$ Hamming uzaklığına sahip kod kullanılmalıdır. Bu durumda, geçerli kod kelimeleri birbirlerinden çok farklı oldukları için, d adet hatanın oluşması durumunda bile, elde edilen sonuç gerçek kod kelimesine, diğerlerinden daha yakındır.

2.3.1. Hata Düzeltme Yöntemleri

2.3.1.1. Hamming Kodu

m adet mesaj biti, r adet kontrol bitine sahip ve tüm tek hataların düzeltilebileceği bir kod tasarlamak istediğimizi farzedelim. Bu durumda geçerli her

bir 2^m mesajdan 1 uzaklığında n adet geçersiz kod kelimesi vardır. Bu geçersiz kod kelimeleri, geçerli n bitlik kelimenin sırayla her bir biti değiştirilerek elde edilebilir. Böylece, 2^m geçerli mesaj için, $n+1$ bitlik bir dizinin kullanılmasının gerektiği anlaşılır. Toplam bit dizilerinin sayısı 2^n olduğu için, $(n+1)2^m \leq 2^n$ olmalıdır. $n=m+r$ ifadesi kullanılarak, $(m+r+1) \leq 2^r$ sonucu elde edilir. Bu ifade oluşan tek hataları düzeltmek için kullanılması gereken kontrol biti sayısının alt sınırını belirler.

Hamming'in önerdiği bir yöntem kullanılarak, bu teorik alt sınır sağlanabilir. Bu yöntemde kod kelimeleri, en soldaki bite 1 yazılarak numaralandırılmaya başlanır. 2^r 'nin katları olan bitler (1,2,4,8,vs.) kontrol bitleridir. Diğer bit alanlarına, m adet veri biti yerleştirilir. Her bir kontrol biti kendisi dahil bir grup bitin paritesinin tek veya çift olmasını sağlar. Herhangi bir bit birden fazla parite kontrolünde kullanılabilir. k pozisyonunda bulunan bir bitin hangi kontrol bitlerinin hesaplanmasında kullanıldığını bulmak için, k değeri, 2^r 'nin kuvvetlerinin toplamı olarak yazılır. Örneğin, $d_1d_2d_3d_4d_5d_6d_7d_8$ şeklinde ifade edilen veri bitlerine, eşlik bitleri eklenerek elde edilen Hamming kodu, $p_1p_2d_1p_3d_2d_3d_4p_4d_5d_6d_7d_8$ şeklinde olacaktır.

Bir kod kelimesi alındığında, sırasıyla her bir kontrol biti incelenir ve eğer hepsi doğru ise, bu bilginin geçerli olduğuna karar verilir. Eğer, doğru olmayan kontrol bitleri varsa, bunların hesaplanmasında kullanılan veri bitinin yanlış olduğuna karar verilir. Örneğin, 1,2 ve 8 numaralı kontrol bitleri hatalıysa, yanlış olan veri biti 11 numaralı bittir.

Hamming kodları, sadece tek hataları düzeltebilir. Bununla beraber, blok hataların düzeltilmesi için kullanılabilecek yöntemler vardır. Ardışıl, k adet kod sözcüğü, her biri bir satırda yer alacak şekilde bir matris şeklinde dizilirler. Normal durumda her seferinde bir kod kelimesi soldan sağa gönderilirken, bu yöntemde blok hataları düzeltebilmek için, her seferinde bir sütun gönderilir. Alıcı tarafta, sütunlar yan yana dizilerek aynı matris elde edilir. Eğer, k uzunluğunda bir hata bloğu oluşmuşsa, k kod sözcüğünden her birinde, en fazla 1 bit etkilenmiş olacaktır. Hamming kodu, her kod kelimesi için bir hatayı düzeltebildiği için gönderilen bilginin

tamamı düzeltiler. Bu yöntemde, k uzunluğunda veya daha kısa hata bloklarıyla başa çıkabilmek için, km büyüklüğünde veri blokları için, kr adet kontrol biti kullanılır.

2.3.1.2. Tekrar Yöntemi

Bu teknik, kişisel bilgisayarlar gibi, pekçok asenkron alette kullanılmaktadır. Bu yöntemde, alıcı tarafa gönderilen her karakter, gönderici tarafa geri gönderilmektedir. Tekrarı alınan karakterin, gönderilen karakterle aynı olması durumunda, büyük bir olasılıkla doğru iletim sağlanmıştır. Tekrar yöntemi için, tam çift yönlü çalışma özelliklerine ihtiyaç duyulmaktadır.

2.3.2. Hata Sezme Yöntemleri

Hata düzelten kodlar, haberleşme kanalının tek yönlü olması nedeniyle tekrar iletim için istekte bulunulamayan durumlar gibi, özel hallerde kullanılabilir. Fakat genellikle, daha etkili olduğu için, hata sezme ve bunu izleyen tekrar iletimi içeren yöntemler kullanılmaktadır. Örneğin, tek hataların olduğu ve hata oranının bit başına 10^{-6} olduğu bir kanalı ele alalım. 1000 adet bitten oluşan bir veri bloğunda hata düzeltebilmek için, 10 adet kontrol biti kullanılmalıdır. Benzer şekilde, 1 Mbit büyüklüğündeki veri için, 10000 kontrol biti gerekmektedir. Buna karşı, hatalı bir bloğu sadece sezebilmek amacıyla, her bir blok için tek bir eşlik biti yeterli olacaktır. Her 1000 blok için, fazladan 1001 bitlik bir blok gönderilmelidir. Hamming kodunda kullanılan 10000 bit yerine, hata sezme ve tekrar iletim için kullanılan fazladan alan 2001 bit olacaktır.

2.3.2.1. Enine Fazlalık Sınama Kontrolü (VRC)

VRC basit bir tekniktir. Bu teknikte, bir karakteri oluşturan bit dizisine, tek bir eşlik biti eklenmektedir. Bu bit, karakterin içinde, değeri 1 olan bit sayısı tek veya çift olacak şekilde, 1 veya 0 değerini alır. Eşlik biti, gönderici istasyon tarafından, her karaktere eklenerek gönderilir ve alıcı tarafta doğru değerde olup olmadığı kontrol

edilir. Bu yöntemin Hamming uzaklığı 2 olduğu için, eğer iletim sırasında bir bitin değeri değişmişse, eşlik kontrolü bunu sezebilmekte, fakat 2 bitte oluşan hatayı sezememektedir. Bundan dolayı, 2 veya 3 bitin bir işaret çevrimi ile temsil edildiği, çok seviyeli modülasyon gibi uygulamalar, daha etkili yöntemler gerektirmektedir. Aynı olumsuz durum, hata gruplaşmalarının sık görüldüğü, ses bandında çalışan analog hatlar için de geçerlidir.

2.3.2.2. Boyuna Fazlalık Sınama Kontrolü (LRC)

Eğer, bir bloğa sadece bir eşlik biti eklenirse ve bu blok büyük bit hata bloğu nedeniyle bozulursa, hatanın sezilme olasılığı sadece 0.5'tir. Bu durumu iyileştirmek için, gönderilecek blok, n bit genişliğinde ve k bit boyunda, bir dikdörtgen matris şeklinde düzenlenebilir. Bu matrisin her bir satırı için bir parite biti hesaplanarak, matrise son satır olarak eklenir ve bu matris satır satır gönderilir. Eğer, alıcı taraf bu parite bitlerinden birinin yanlış olduğunu görürse bloğun tekrar iletilmesini ister.

Bu yöntemle, her bir sütunda sadece 1 bit değişikliğine neden olacak, n uzunluğunda tek bir blok hata oluşumu sezilebilir. Eğer veri bloğu daha büyük bir hata bloğu veya birden fazla küçük hata bloğu tarafından bozulmuşsa, n sütundan herhangi birinin doğru eşlik bitine sahip olma ihtimali 0.5 olacaktır. Böylece, hatalı bir bloğun yanlışlıkla doğru olarak yorumlanma olasılığı, 2^{-n} olacaktır.

Bu yöntem, genellikle VRC ile birlikte kullanılmakta ve buna, iki boyutlu eşlik kontrolü adı verilmektedir. İki boyutlu kontrol yöntemi ile tipik bir telefon hattındaki $1:10^5$ hata oranı, $1:10^7$ - $1:10^9$ aralığına kadar iyileştirilebilmektedir.

2.3.2.3. Çevrimli Fazlalık Sınama Kontrolü (CRC)

Çok yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri, polinom kodudur. Polinom kodlarında bit dizilerinin, 0 veya 1 katsayılarına sahip polinomları temsil ettiği düşünülür. k bit uzunluğundaki bir çerçeve, $(k-1)$ 'inci dereceden bir polinomun

katsayı listesi olarak düşünülür. En yüksek anlamlı bit, x^{k-1} 'in katsayısıdır. Örneğin, 110001, $x^5 + x^4 + x^0$ polinomunu temsil eder.

Polinom aritmetiği modulo 2 olarak yapılır. Toplama için elde ve çıkarma için ödünç alma kullanılmaz. Hem toplama hem de çıkarma işlemleri, ayrıcalıklı veya işlemine eşdeğerdir. Uzun bölme işlemi, ikilik düzende olduğu gibi yapılır, fakat, çıkarma işlemleri yukarıda anlatıldığı gibi, modulo 2 yapılır. Eğer bölünenin, bölen kadar biti varsa, bölme işlemleri yapılabilir.

Polinom kodu kullanıldığında, gönderici ve alıcının bir $G(x)$ üreteç polinomu üzerinde anlaşmaları gerekmektedir. Bu polinomun en yüksek ve düşük anlamlı bitleri 1 olmalıdır. $M(x)$ polinomuna karşı düşen, m bitlik bir çerçevenin toplama sınavasını hesaplayabilmek için bu çerçeve üreteç polinomundan daha uzun olmalıdır. Bu uygulamadaki temel fikir, sonuna toplama sınavası ilave edilmiş çerçevenin temsil ettiği polinomun, $G(x)$ 'e bölünebilir olmasını sağlamaktır. Alıcı, toplama sınamalı çerçeveyi aldığı zaman $G(x)$ 'e böler ve eğer kalan olursa, bir iletim hatası olduğunu anlar.

Toplama sınavası hesaplanırken kullanılan yöntem aşağıdaki gibidir:

1. $G(x)$ 'in mertebesi r ise, çerçevenin düşük anlamlı tarafına r adet 0 biti ekleyerek, $x^r M(x)$ polinomuna karşı düşen, $m+r$ biti elde et.
2. $x^r M(x)$ 'e karşı düşen bit dizisini, $G(x)$ 'e karşı düşen bit dizisine, modulo 2 bölme kullanarak böl.
3. r veya daha az sayıda bitten oluşan kalan ifadesini, $x^r M(x)$ 'i temsil eden bit dizisinden, modulo 2 kullanarak çıkart. Elde edilen sonuç, $T(x)$ ile gösterilen iletilecek toplama sınavası çerçevesidir.

Bu yöntemle sezilebilecek hataları analiz etmek için, bir iletim hatası sonucunda $T(x)$ polinomunu yerine, $T(x)+E(x)$ polinomunun alındığını farzedelim. $E(x)$ 'deki her bir 1 biti, bozulan bir bite karşı düşmektedir. Toplama sınamalı çerçeve alındığı zaman, alıcı bunu $G(x)$ 'e böler; yani $[T(x)+E(x)]/G(x)$ ifadesini hesaplar.

$T(x)/G(x)$ her zaman 0 olduğu için, bu işlem sonucu $E(x)/G(x)$ olur. $G(x)$ 'i bir çarpan olarak içeren polinomlara karşı düşen hatalar dışındaki tüm hatalar yakalanacaktır.

Eğer, tek bit hatası oluşursa, i hatalı bitin yerini göstermek üzere, $E(x) = x^i$ olur. $G(x)$ 'in iki veya daha fazla elemanı varsa, $E(x)$ 'i bölmeyecek ve böylece tüm tek bit hatalar sezilmiş olacaktır. Eğer, birbirinden ayrı iki tek bit hatası oluşmuşsa, $E(x) = x^i + x^j$, ($i > j$) olur. Bu ifade, $E(x) = x^j(x^{i-j} + 1)$ şeklinde yazılabilir. Eğer, $G(x)$ 'in, x^k 'e bölünmediğini farzederek, tüm çift hataların sezilmesi için, yeterli koşul $G(x)$ 'in, $x^k + 1$ 'i, en yüksek değeri $i-j$ olan, herhangi bir k değeri için bölmesidir. Uzun çerçevelerin korunmasında kullanılan basit, düşük mertebeli polinomlar bulunmaktadır. Örneğin, $x^{15} + x^{14} + 1$, $x^k + 1$ 'i 32768'den küçük herhangi bir k değeri için bölmez.

Eğer, tek sayıda bit hatası varsa, $E(x)$ de tek sayıda eleman içerir. Modulo 2 sisteminde, $x+1$ 'i çarpan olarak içeren, tek sayıda elemandan oluşan bir polinom yoktur. $x+1$ 'i, $G(x)$ 'in bir çarpanı olarak kullanarak, tek sayıda hataların tamamı yakalanabilir.

r adet kontrol bitine sahip bir polinom kodu, uzunluğu r 'ye eşit veya daha küçük hata bloklarının tamamını sezecektir. k uzunluğundaki bir hata bloğu, i değeri hatanın, alınan çerçevenin sağ ucuna göre nerede olduğunu belirtmek üzere, $x^i(x^{k-1} + \dots + 1)$ şeklinde ifade edilebilir. Eğer, $G(x)$, x^0 elemanını içermektedirse, x^i 'yi çarpan olarak içermeyecektir ve dolayısıyla, parantez içindeki ifadenin mertebesi, $G(x)$ 'in mertebesinden küçükse, kalan hiç bir zaman 0 olamaz.

Eğer, hata bloğunun uzunluğu $r+1$ ise, $G(x)$ 'e bölme sonucu kalan ifade, sadece hata ifadesi $G(x)$ ile aynı ise, 0 olacaktır. Tanım olarak, bir patlama hatasının ilk ve son bitleri 1 olmalıdır. Dolayısıyla, $G(x)$ ile karşılaştırma için, aradaki, $r-1$ bitin incelenmesi gerekir. Bütün kombinasyonların olasılıklarının eşit olduğu düşünülürse, böyle bir yanlış çerçevenin geçerli olarak kabul edilme olasılığı, $1/2^{r-1}$ 'dir. Uzunluğu, $r+1$ bitten fazla olan hata grupları oluştuğunda, veya bir çok kısa hata grubu

oluştığında ve bit kombinasyonlarının olasılıklarının eşit olduğu varsayıldığında, hatalı bir çerçevenin sezilememe olasılığı $1/2^r$ 'dir.

Uluslararası standartlarla belirlenen üç polinom vardır:

- * $\text{CRC-12} = x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + x + 1$
- * $\text{CRC-16} = x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$
- * $\text{CRC_CCITT} = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$

Bu üç polinomda, $x+1$ 'i çarpan olarak içerir. CRC-12, karakter uzunluğunun 6 bit olması durumunda kullanılır. Diğer iki polinom 8-bit karakterler için kullanılırlar. CRC-16 veya CRC-CCITT gibi bir 16 bitlik toplama sınaması, tek veya çift hataların tümünü, tek sayıda bit içeren hataların tümünü, uzunluğu 16 veya daha kısa olan patlama hatalarının tümünü, 17-bitlik hata bloklarının % 99.997'sini, ve 18-bit veya daha uzun hata bloklarının % 99.998'ini yakalar.

2.4. Akış Kontrol Yöntemleri

Bir VBK, kısa bir zaman dilimi içinde, binlerce mesajın iletilmesi ve alınması işlemlerini yerine getirebilmelidir. VBK, veri trafiğinin etkili bir şekilde akmasını sağlamalıdır. Haberleşme hatları, eşit şekilde kullanılabilmeli ve hiç bir istasyon gereksiz yere boş kalmamalı veya aşırı trafik nedeniyle tıkanmamalıdır. Bundan dolayı, akış kontrolü bir haberleşme ağı için önemli bir unsurdur.

2.4.1. Dur ve Bekle

Bu VBK'da, ilk adımda bir mesaj karşı tarafa iletilir. 2. adımda VRC veya LRC gibi tekniklerden biri kullanılarak, hata analizi yapılır ve 3. adımda gönderici istasyona ACK veya NAK mesajı gönderilir. Alıcı istasyon cevap verene kadar, başka bir mesaj gönderilemez. Bundan dolayı, bu akış kontrol yöntemine dur ve bekle adı verilmiştir.

Dur ve bekle yöntemi, her iki yönde veri iletimi sağlamakta, fakat belirli bir anda sadece tek yöne iletim yapmaktadır, ve bundan dolayı yarı-çift yönlü iletişim için uygun bir yaklaşımdır. Ayrıca, mesajlar için özel bir sıralama işlemi veya istasyonlarda çok sayıda mesajın tutulabilmesi için, tamponlar gerektirmeyen basit bir yöntemdir.

Bu yöntemin en önemli dezavantajı, istasyonların bekleme dönemi içinde, boşa harcadıkları hat zamanıdır. Bir çok yeni dur ve bekle hat kontrolü, hatta birden fazla istasyonun çıkabilmesini sağlamaktadır. Bu istasyonlar yine basit bir düzende çalışmaktadırlar ve sınırlı yetenekleri ile ucuz sistemlerdir. İstasyonlar arasındaki mesaj iletimi ve haberleşme hattına erişim kontrolü, istasyonların önünde bulunan, bir kontrol birimi yardımı ile, ana istasyon tarafından gerçekleştirilir.

ACK veya NAK mesajlarının hatta kaybolması, önemli problemler yaratabilir. Böyle bir durumda, ana istasyon zaman aşımı nedeni ile, mesajı tekrar gönderir ve alıcı tarafta aynı mesaj iki defa kaydedilebilir. Dolayısıyla, veri hat kontrolleri iletilen mesajların sıralamasını belirleyecek özelliğe sahip olmalıdırlar.

Bu problemi çözmek için tipik bir yöntem, mesajın başına bir sıra numarası eklemektir. Böylece, alıcı taraf bu numarayı kontrol ederek, aynı mesajın ikinci defa gönderildiğini sezebilir. Dur ve bekle yönteminde, belirli bir anda, sadece tek bir mesaj gönderildiği için, gönderici ve alıcı taraflar 1 bitlik bir sıra numarası kullanarak, gönderilen mesaj ve yanıt arasındaki ilişkiyi kurabilirler.

2.4.2. Pencere Kaydırmalı Kontrol

Dur ve bekle hat kontrol yönteminin, verimsizliğini ortadan kaldırmak için, veri mesajlarının ve bunlara karşı düşen kontrol mesajlarının aynı anda iletimini sağlayan, yeni teknikler geliştirilmiştir. Böylece, veri ve kontrol işaretleri, göndericiden alıcıya doğru, daha sürekli şekilde akmakta ve belirli bir anda hatta, birden fazla mesaj bulunabilmektedir.

Gönderilen mesajların başındaki sıra numaralarıyla, bunların karşılığı olarak gönderilen mesajların senkronizasyonunu sağlamak için kullanılan yöntem nedeniyle, bu hat kontrolüne pencere kaydırmalı kontrol adı verilmiştir. Gönderici istasyonda, gönderebildiği mesaj sayısını ve bunların sıra numarasını belirten, bir gönderme penceresi bulunmaktadır. Alıcı istasyonda da, buna karşı düşen bir alış penceresi bulunmaktadır. İki taraf, bu pencereleri kullanarak, aralarındaki mesaj akışını koordine ederler. Aslında, bu pencere, gönderici taraf gönderme işlemini bitirip, yanıt için beklemeye başlamadan önce, hatta veya alıcı tarafta kaç tane mesajın bulunabileceğini belirtir. Şekil 2-4 (a)'da, bu yöntemdeki mesaj akışı gösterilmiştir.

2.4.2.1. N-Geri-Git

N-Geri-Git yöntemi, bir çeşit pencere kaydırmalı tekniktir. Veri ve kontrol mesajları sürekli olarak iletilirken, alıcı taraf bir hata sezinlerse, bu hatalı mesajla beraber, ondan sonra gönderilmiş olan tüm mesajlar da tekrar gönderilmektedir. Şekil 2-4 (b) ve (c)'de, bu yöntemin işleyişi gösterilmiştir.

Hatalı mesaj dışındakilerin de gönderilmesindeki amaç, iki nokta arasındaki sıralama düzenini, basit bir şekilde sağlayabilmek ve böylece, hem yazılım veya donanım lojiğinde basitlik sağlamak, hem de mesaj içindeki kontrol alanını küçültmektir. Hat üzerinde hataya neden olan bir olay, sadece tek bir mesajı değil, onu izleyen diğer mesajları da etkileyebilir. Örneğin, 50 kb/s hızında çalışan bir hatta oluşan 20 ms'lik bir bozulma, büyük bir ihtimalle, birden fazla mesajı oluşturan, 1000 adet biti etkileyecektir. Dolayısıyla, böyle bir durumda zaten bu mesajlar tekrar iletilecektir.

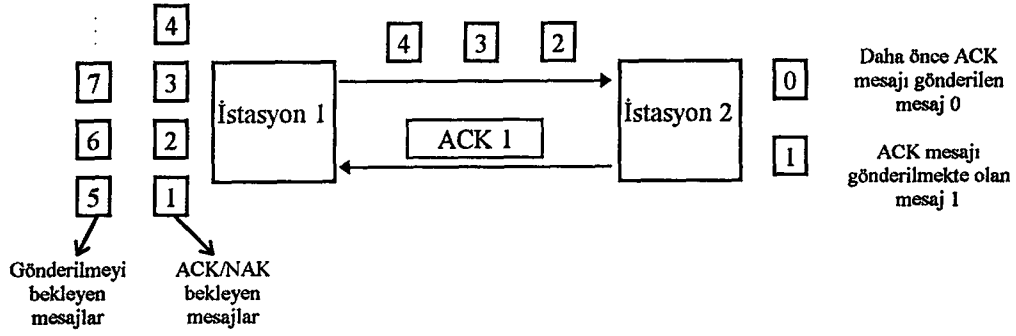
2.4.2.2. Seçmeli Tekrarlama

Seçmeli tekrarlama, daha iyileştirilmiş bir yaklaşımdır. N-Geri-Git yönteminin tersine, tekrar gönderilen mesajlar, sadece karşılığında olumsuz mesaj alınanlardır. Şekil 2-4 (c) ve (d)'de, bu iki yöntem arasındaki fark gösterilmiştir. Bu yöntemin performansı, N-Geri-Git yöntemine göre daha iyi olsa da, güvenilir bir iletim hattı

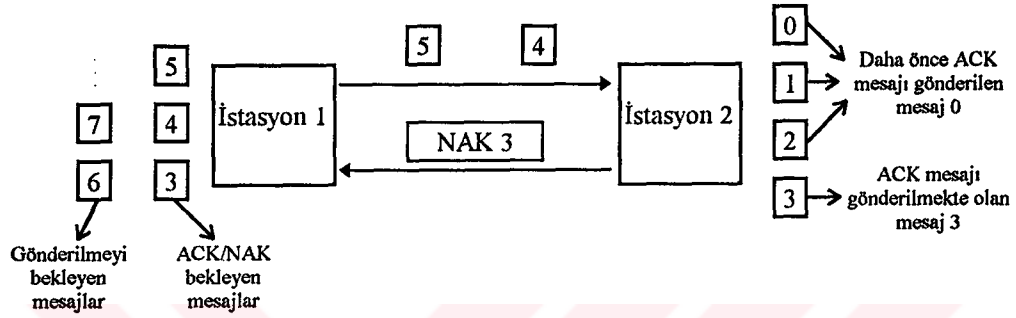
için, fark çok büyük değildir. Seçmeli tekraralama yöntemi, tekrar gönderilen mesajın sıra numarasını anlayıp, bunu alıcı taraftaki mesaj kuyruğu içinde doğru yere yerleştirmek için, fazladan bir lojiğe ihtiyaç duymaktadır. Bundan dolayı, N-Geri-Git yöntemi, Seçmeli Tekrarlama yöntemine göre daha fazla kullanılmaktadır.

Bu veri hat kontrollerinin pencere büyüklüğü, mesaj güvenilirliği ve hattın verimli kullanımı için, önemli bir etkidir. Bir işaretin iletimindeki gecikmeden dolayı, bir mesajın tüm bitlerinin alıcıya ulaşması ve onay mesajının göndericiye gönderilmesi için, belli bir süre gerekmektedir. Pencere büyüklüğü sürekli bir veri akışı sağlamalı, ve göndericiye gelen onay mesajları, gönderme penceresi içindeki bütün mesajlar gönderilmeden, yerine ulaşmalıdır. Böylece, gönderici taraf onay mesajı için beklemeden penceresini kaydıracaktır.

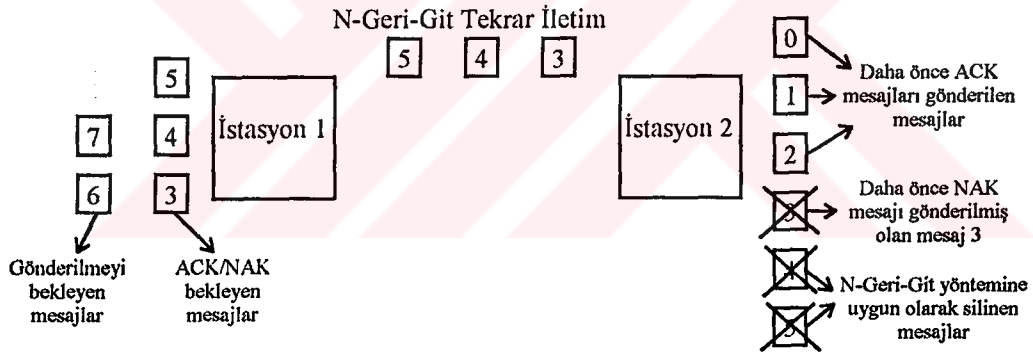
Bugün, endüstride çok çeşitli veri hat kontrol yöntemleri kullanılmakta ve üreticiler kendi hat kontrol versiyonlarını geliştirmektedirler. Buna rağmen, büyük firmaların ve uluslararası standartların etkisiyle, artık bir çok şirket, diğer şirketlerin ürünleriyle bağlantıyı sağlayabilmek amacıyla, yüksek seviyeli veri bağlantı kontrolü (HDLC) gibi, birbiriyle uyumlu kontrol yöntemleri geliştirmektedirler.



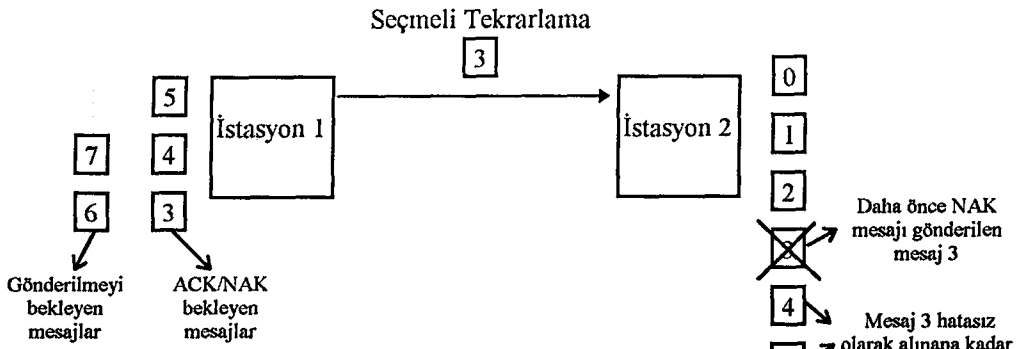
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 2-4 Pencere Kaydırmalı Kontrol Yöntemleri

BÖLÜM 3

SR2810A SAYISAL RADYO LİNK SİSTEMİ

Ülkemizde üretime dönük, düşük kapasiteli sayısal radyo link sistemi tasarım çalışmaları, 1980'li yıllarda, o günkü adıyla TELETAS 'ta başlatılmıştır. Ar-Ge bünyesinde oluşturulan, Radyo Link araştırma grubunun tasarımını yaptığı ve halen ticari olarak üretimde olan ilk sayısal radyo link, SR-2/8-10000 QPSK R/L Sistemi adıyla anılmaktadır. Tasarım çalışmaları 1994 yılında başlayan, yeni nesil radyo link sistemi SR2810A, üretilmekte olan sistemin geliştirilmiş bir versiyonudur. Yeni tasarımın getirdiği önemli değişiklikler arasında, maliyet indirimi, teknolojinin güncelleştirilmesi, kalitenin yükseltilmesi ve sisteme yeni özellikler kazandırılması sayılabilir.

SR2810A yeni nesil radyo link sistemi, hem iç pazar, hem de dış pazar gereksinimlerine cevap verecek biçimde tasarlanmış bir sistemdir. Günümüzde, dış pazarlara açılmanın gerekliliği, tartışılmaz bir gerçektir. Serbest rekabet ortamının çetin koşullarını aşabilmenin en etkili yolu, kalitenin yükseltilmesi ve maliyetlerin düşürülmesidir. Bu ölçütler en uygun bir biçimde kullanılarak, SR2810A Sayısal Radyo Link Sistemi geliştirilmiştir.

3.1. Genel Tanıtım

SR2810A Sayısal Mikrodalga Radyo Link Sistemi, 2 Mbit/s, 8 Mbit/s ya da 4×2 Mbit/s veri hızlarında çalışmak üzere tasarlanmıştır. Modülasyon biçimi Dörtlü Faz Ötelemeli Anahtarlama (QPSK), Radyo Frekansı (RF) çalışma bölgesi 10.5 GHz bandıdır. RF kanal frekans düzenlemesi, CCIR Rep. No. 607-4 İtem 3.8 'e göre yapılmıştır [6]. Sistem, SR2810A-S2 ve SR2810A-S8 olmak üzere iki temel donanım olarak tasarlanmıştır.

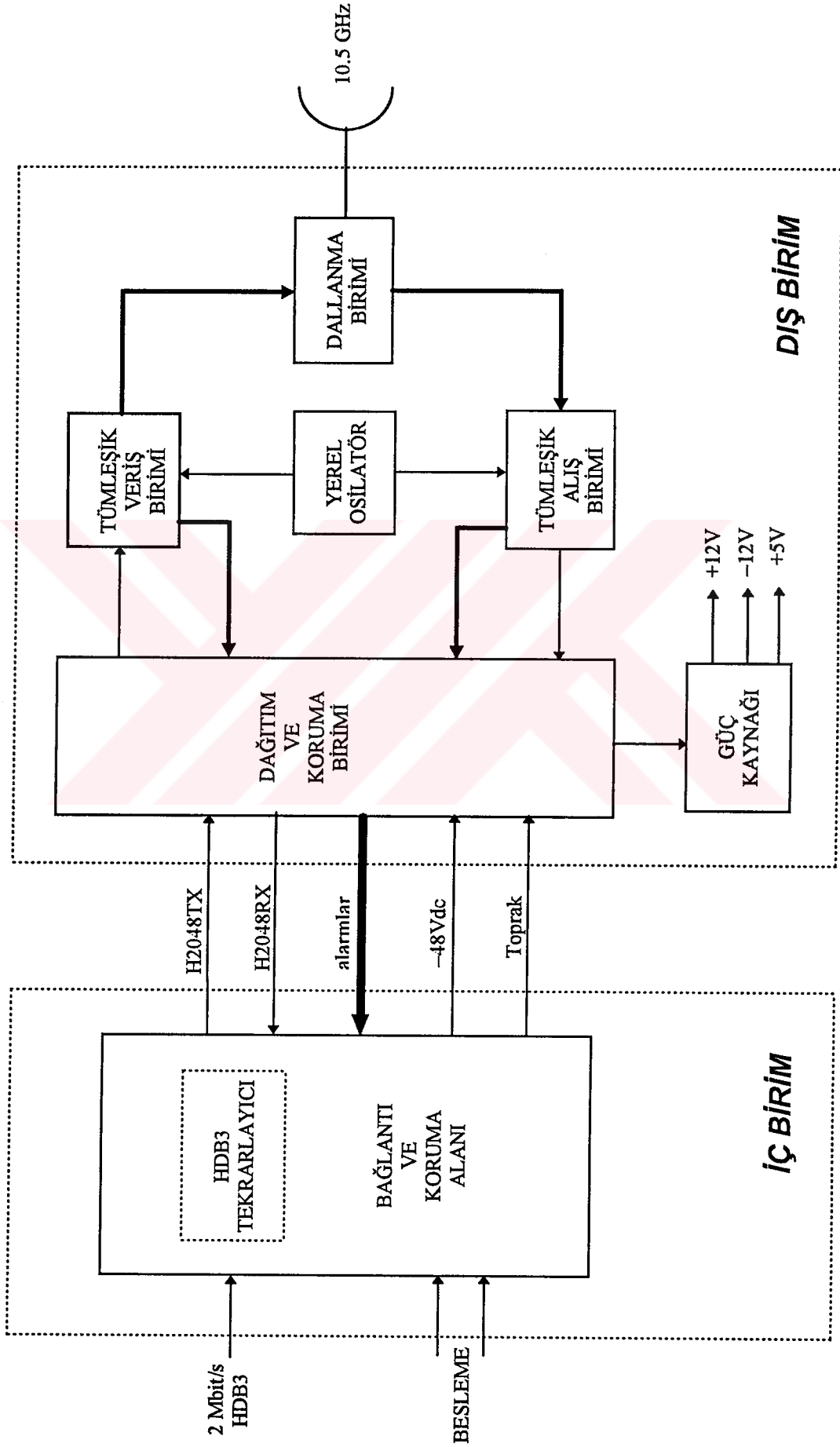
S2 olarak adlandırılan donanım, 2 Mbit/s veri iletişimi için, özellikle düşük maliyet gözetilerek projelendirilmiştir. Yalnızca, (1 + 0), yedeklemesiz olarak hizmet verir. Servis kanalı, uzdenetim techizatı, vb. gibi ek özelliklere sahip değildir (Şekil 3-1).

S8 olarak adlandırılan sistem ise, S2' de olduğu gibi düşük maliyetli bir temel donanım ve sistemin yeteneklerini arttırmak amacına yönelik, çeşitli ek donanımlardan oluşmaktadır. Bunlar Yedekleme, Uzdenetim, Sayısal Servis Kanalı, 4x2 Mbit/s Çoklayıcı/Çözümleyici (MULDEX) ve El Terminali olarak sıralanır (Şekil 3-2).

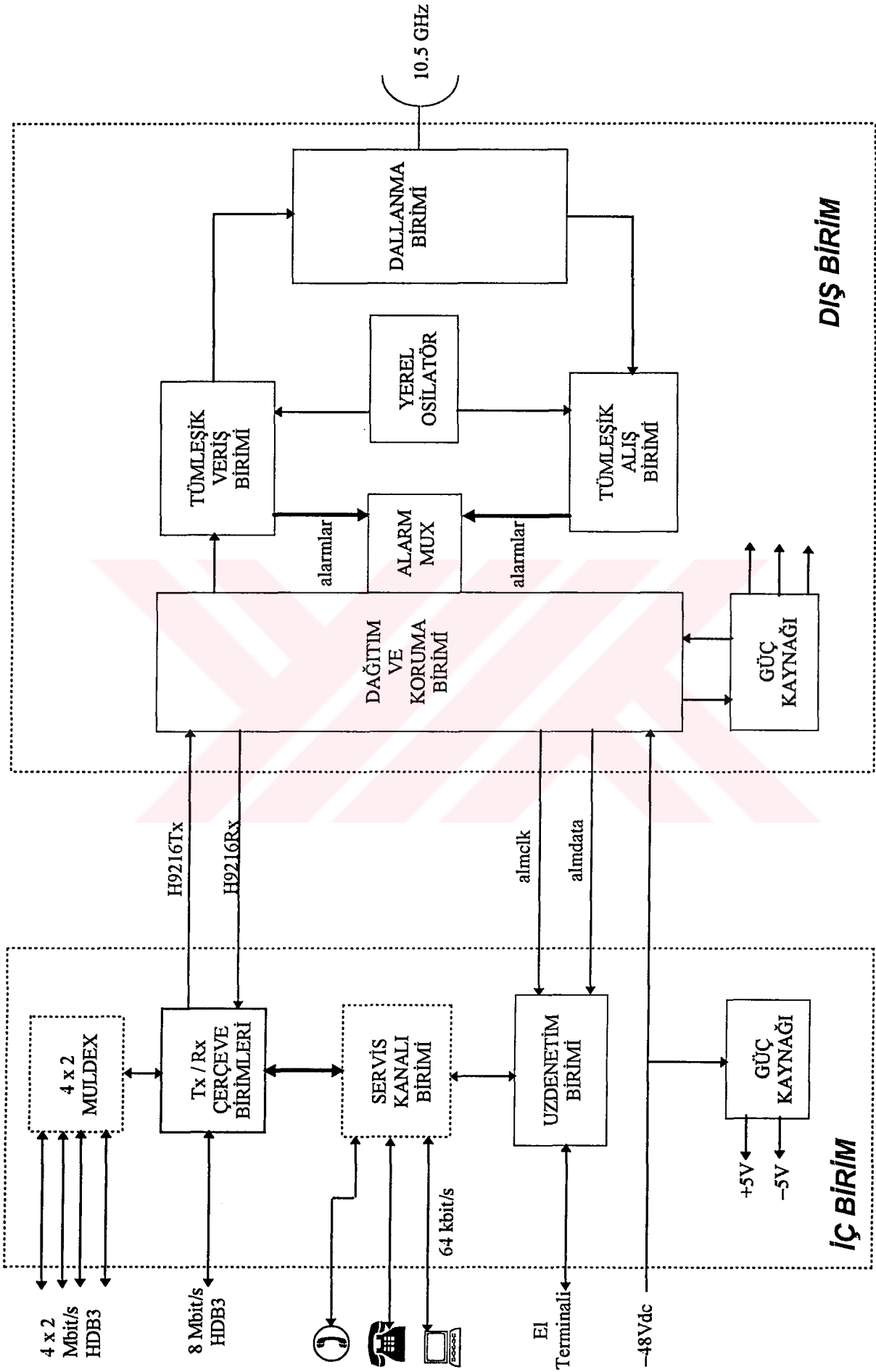
SR2810A Radyo Link Sistemi, telekomünikasyon alanındaki genel ve özel gereksinimleri sağlamak amacıyla kullanılabileceği gibi; petrol ve gaz boru hatlarının, demiryollarının ve enerji dağıtım hatlarının denetimi için, iletişim ortamı olarak da kullanılabilir.

3.2. Temel Özellikler

- Sistemin tasarımında, Yüzey Montaj (SMD) devre elemanları, GaAs düzenler, ASIC (Application Specific Integrated Circuit), FPGA (Field Programmable Gate Array) ve tümleşik yüksek frekans/ara frekans (RF-IF) katları gibi yeni teknolojik gelişmelerden yararlanılmıştır.
- Sistem iki ana alt birimden oluşmaktadır. Bunlar :
 1. RF, IF, Sayısal Temel Band ve Yerel Alarm birimlerinin yer aldığı DİŞ BİRİM,
 2. Bağlantı noktaları, Yerel Alarm Göstergeleri (2 Mbit/s); 8 Mbit/s sistemi için ek olarak Sayısal Çoklama (Multiplexer), Sayısal Çözümleme (Demultiplexer), Sayısal Servis Kanalı techizatı, Uzdenetim techizatı, 4 x 2 Mbit/s MULDEX techizatlarının yer aldığı, İÇ BİRİM' dir.
- Dış ve İç Birimler (Outdoor Unit: ODU, Indoor Unit: IDU) arasındaki uzaklık 2 Mbit/s sistemi için 1000 m., 8 Mbit/s sistemi için 300 m. olacak biçimde projelendirilebilir.



Şekil 3-1 SR2810A 2 Mbit/s Blok Şeması



Şekil 3-2 SR2810A 8 Mbit/s Blok Şeması

- Dış ve İç Birimler arası bağlantı, özel olarak üretilen bir kablo ile sağlanmaktadır.
- Dış Birim sızdırmazlık özelliklerine sahiptir, ve $660 \times 340 \times 560$ mm. boyutlarındadır. İç Birim ise duvara monte edilebilen tipte, $619 \times 538 \times 250$ mm. boyutlarında, bir kutu biçimindedir.
- GaAs düzenler kullanılarak gerçekleştirilmiş RF güç yükselteç birimi, belirtilen frekans bölgesinde, standard olarak 125 mW (+21 dBm), ya da seçime bağlı olarak, 250 mW (+24 dBm) çıkış gücü sağlar.
- RF alışı kolunda, Düşük Gürültülü Yükselteç (Low Noise Amplifier: LNA) kullanılarak, gürültü sayısı tüm alışı kolunda, 7.5 dB düzeyine düşürülmüştür.
- 8 Mbit/s ve 4×2 Mbit/s versiyonları için 1 + 0 yedeklemesiz, 1 + 1 yedeklemeli, frekans ve uzay çeşitlemeli modeller uygulanabilir.
- Gerekli olan ölçmeler ve giriş - çıkışlar için erişim, montaj ve bakım kolaylıkları sağlanmıştır.
- Ardarda bağlantı tekniğiyle, tekrarlayıcı istasyonlarında, İndirme-Bindirme (Drop-Insert) özelliği sağlanmıştır.
- -36 V / -72 V DC aralığındaki batarya gerilimleriyle çalışabilir.
- Uzmanlık gerektirmeyen montaj ve bakım özelliğine sahiptir.

3.3. Teknik Özellikler

3.3.1. Genel

Çalışma Frekans Aralığı	: 10.40 - 10.66 GHz
Kanal Frekans Düzeni	: CCIR Rep. 607 - 4 Item 3.8
Modülasyon Tipi	: QPSK

3.3.2. Verici

Çıkış Gücü	: 125 mW (250 mW isteğe bağlı)
RF Çıkış Empedansı	: 50Ω
Çıkış Yansıma Zayıflatması	: ≥ 18 dB
Konnektör Tipi	: UBR100

IF Frekansı	: 70 MHz
IF Çıkış Empedansı	: 50 Ω

3.3.3. Alıcı

Giriş Yansıma Zayıflatması	: ≥ 18 dB
Konnektör Tipi	: UBR100
Gürültü Sayısı	: < 7.5 dB
IF Çıkış Frekansı	: 70 MHz
IF AGC Çalışma Bölgesi	: 60 dB max.
IF Çıkış Empedansı	: 50 Ω
Alıcı Band Genişliği (1 dB)	: 6.8 MHz
Alıcı Band Genişliği (3 dB)	: 8.0 MHz
Giriş Eşik Seviyesi (BER=1E-6)	: - 80 dBm (2 Mbit/s), - 77 dBm (8 ve 4 x 2 Mbit/s)
Giriş Eşik Seviyesi (BER=1E-3)	: - 85 dBm (2 Mbit/s), - 82 dBm (8 ve 4 x 2 Mbit/s)

3.3.4. Hat Ara Bağlantısı

CCITT G.703 ve G.823 no.lu raporlarına uygundur [7][8].

Veri Hızı	: 2048 kbit/s	8448 kbit/s	4 x 2048 kbit/s
Nominal Empedans	: 120 ya da 75 Ω	75 Ω	120 ya da 75 Ω
Maksimum Giriş Zayıflaması (Kablo zayıflatması)	: < 30 dB (1024 kHz'de)	< 10 dB (4224 kHz'de)	< 10 dB (4224 kHz'de)
Giriş Yansıma Zayıflatması	: ≥ 18 dB	≥ 18 dB	≥ 18 dB

3.3.5. Sayısal Servis Kanalları (8 Mbit/s ve 4 x 2 Mbit/s için seçmeli)

Kanal Sayısı	: 3 x 64 kbit/s
Ses Kanalı (analog)	: 1 kanal (4 tel, 300 - 3400 Hz)
Sayısal Kanal	: 1 kanal 64 kbit/s co-directional, V.11

Uzdenetim Kanalı : 1 kanal 64 kbit/s senkron erişimli, 45 alarm konumu iletim kapasiteli

3.3.6. Güç Gereksinimi

Giriş Batarya Gerilimi Sınırları : - 36 / - 72 VDC
 Sistem Başına Güç Harcaması : 45 W max. 2 Mbit/s
 60 W max. 8 Mbit/s ve 4 x 2 Mbit/s
 (tüm seçmeli birimler dahil)

3.3.7. Çevresel Koşullar

- Çalışma
 - İç Birim : Class 3.2
 - Dış Birim : Class 4.1
- Taşıma : Class 2.2
- Depolama : Class 1.3 [9]

BÖLÜM 4

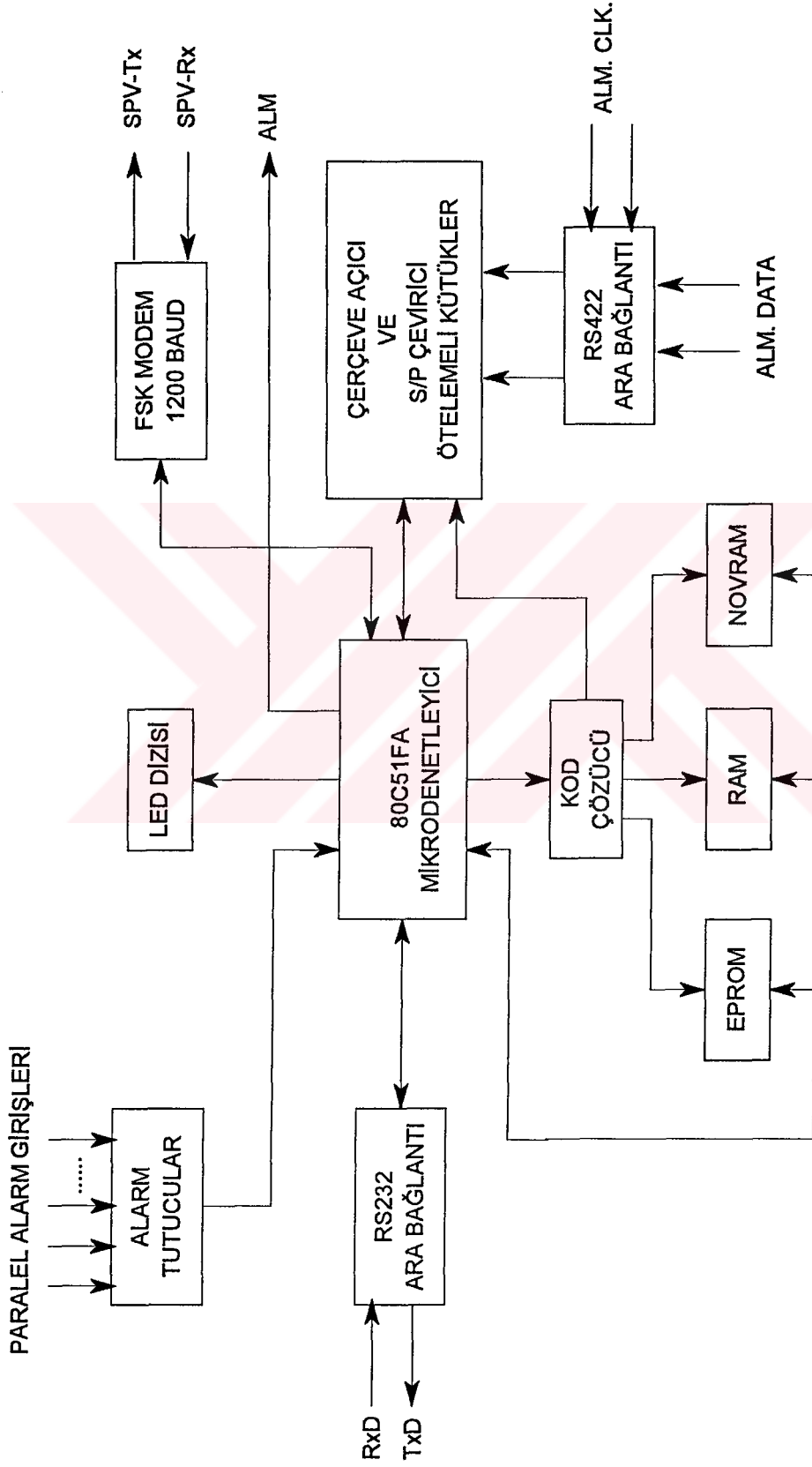
UZDENETİM BİRİMİ DONANIM TANITIMI

Bu bölümde, SR2810A 8 Mbit/s R/L Sistemi'nin iç biriminde bulunan, uzdenetim biriminin donanım yapısı tanıtılacaktır. Birimin blok şeması Şekil 4-1'de, devre şeması Şekil 4-2 ve 4-3'de görülmektedir. Devrede kullanılan elemanların listesi Tablo 4-1'de verilmiştir.

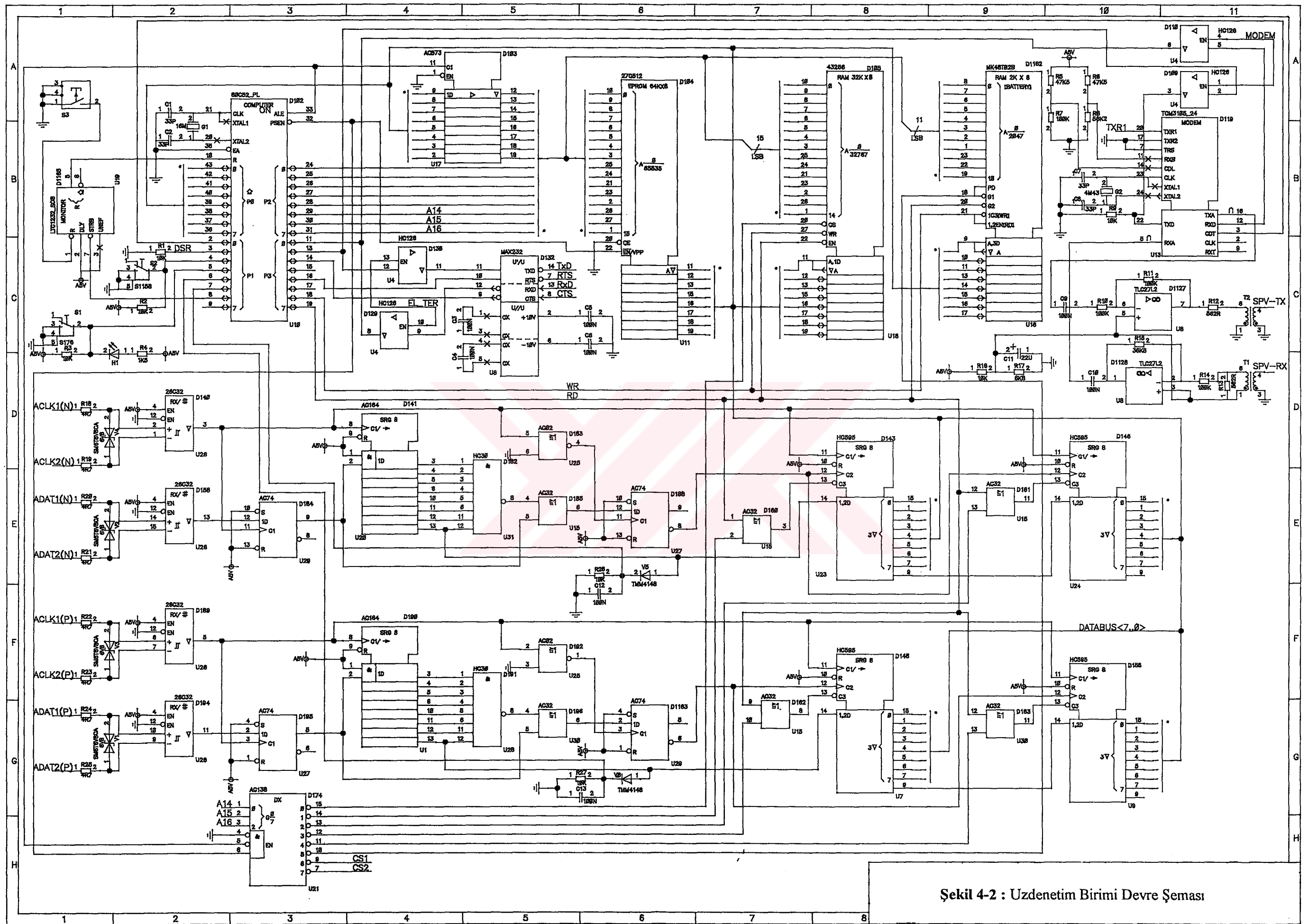
Uzdenetim sistemi, aynı haberleşme hattına bağlı, terminal ve tekrarlayıcı olarak çalışan R/L sistemlerinin, çalışmalarını denetlemek, ve alarm ve gösterge bilgilerini izlemek için tasarlanmıştır. Herhangi bir R/L sisteminin, değişik noktalarından toplanan alarm bilgileri, sistemin kendi uzdenetim kartına, seri ve paralel olmak üzere iki farklı şekilde ulaşmaktadır. Sistemin dış biriminde toplanan alarmlar, Alarm Çoklayıcı (ALMUX) birimi vasıtasıyla, alarm bit çerçevesi haline dönüştürülmekte ve bu alarm bilgisi ve saat bilgisi, iç birimdeki uzdenetim birimine, seri olarak iletilmektedir. İçbirimde oluşan alarmlar ise uzdenetim birimine, paralel bir şekilde ulaşmaktadırlar.

4.1. Genel Yapı

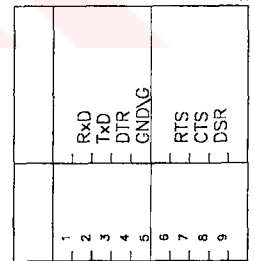
Uzdenetim biriminin donanımı, 8 bitlik, kullanımı çok yaygın olan, 80C51 FA mikrodenetleyici tabanlı bir devredir [11]. Bu mikrodenetleyicinin 64K program adres alanı, 64K veri adres alanı ve kendi üzerinde 4K'lık ROM ve 256 sekizlilik RAM'i vardır. Ayrıca 32 adet çift yönlü ve tek tek adreslenebilen I/O ucu, 3 adet zamanlayıcı/sayıcı, tam çift yönlü UART'ı, iki öncelik seviyeli 6 kaynak/5 vektör kesme yapısı ve kendi osilatörü vardır.



Şekil 4-1 Uzdenetim Birimi Blok Şeması



Şekil 4-2 : Uzdenetim Birimi Devre Şeması



Şekil 4-3 : Uzdenetim Birimi Devre Şeması

Tablo 4-1: Uzdenetim Birimi Eleman Listesi

80C51 FA	8-bit Mikrodenetleyici
27C512	64K EPROM
43256	32K Statik RAM
MK48T02B	2K NOVRAM
TCM3105-24	FSK Modem
MAX232	RS232 Alıcı / Verici
DS1232LPS-2	Gözleyici
AC02	2 Girişli NOR Kapısı
AC32	2 Girişli OR Kapısı
AC74	D-Tipi Pozitif Kenar Tetiklemeli Flip-Flop
AC138	8 Çıkışlı Çoklayıcı
AC164	8-Bit Seri Girişli / Paralel Çıkışlı Ötelemeli Kütük
AC244	3-Durum Çıkışlı Tampon / Hat Sürücü
AC573	3-Durum Çıkışlı D-Tipi Kilit Elemanı
AC574	3-Durum Çıkışlı D-Tipi Flip-Flop
HC30	8-Girişli NAND Kapısı
HC126	3-Durum Çıkışlı Tampon
HC595	Çıkış Kilit Elemanlı 8-Bit Ötelemeli Kütük
DS26C32ACM	Farksal Hat Alıcı
TLC27L2	İşlemsel Kuvvetlendirici [23]
TLP121	Optokuplör [24]
ACF321825-152	EMI Filtre [25]
BC848B	NPN Transistör
BST82-SOT23	N-Kanal MOSFET
SM6T6V8CA	TVS Diyod[26]
TMM4148	Diyod
TR2C4-73-TET	300-3400 Hz, 600 Ω Transformatör
H-HLMP4700	2mA, 5mm Led
RL2BM-13	Röle
SWH1C-8	Anahtar
SWP1M-7	Anahtar

Program alanı adreslenirken mikrodenetleyicinin PSEN ucu, veri alanı adreslenirken RD ve WR uçları aktif edilerek bu alanların ayrımı sağlanır. Program alanının ilk 4K'lık bölümü, mikrodenetleyicinin kendi üzerindeki ROM'dan, veya ayrı bir ROM tümdevresinden adreslenebilir. Bu seçim, mikrodenetleyicinin EA ucunun besleme veya toprak seviyelerine bağlanmasıyla sağlanır.

Mikrodenetleyicinin P0 portu, dönüşümlü olarak, adres/veri yolu olarak kullanılmaktadır. ROM'dan kod okumak için, bu porta, Program Sayıcı kütüğünün düşük anlamlı sekizlisi (PCL) yazılır ve kodun gelmesi beklenir. Bu işlem sırasında ALE ucundan gönderilen işaret, bu adres sekizlisini, P0 portuna bağlı kilit elemanına kaydeder. Program Sayıcı kütüğünün yüksek anlamlı sekizlisi (PCH) ise, P2 portundan adres yoluna yazılır. Bütün P3 port uçları ve P1 portunun iki ucu, zamanlayıcı/sayıcı, UART, kesme işlemleri için tanımlanmış özel uçlar olarak kullanılırlar.

Mikrodenetleyicinin 3 adet zamanlayıcı/sayıcı'sı vardır. 0 ve 1 numaralı zamanlayıcının, zamanlayıcı ve sayıcı seçenekleri dışında, 4 farklı çalışma modu vardır. Bu modlarda 8 bit, 13 bit ve 16 bit çalışma olanakları sağlanmaktadır. 2 numaralı zamanlayıcı ise, baud hız üretici dahil, 3 farklı şekilde kullanılabilir.

Mikrodenetleyicinin UART'ı, tam çift yönlü çalışabilmektedir. Alış kütüğüne daha önce gelen bir sekizli okunmadan, bir diğer sekizlinin alınmasına başlanabilir. UART, başlangıç ve sonlandırma bitlerinin sayısına ve baud hızının belirlenmiş şekline göre, 4 farklı modda çalıştırılabilir. Mod 2 ve 3'de, birden fazla işlemci arası haberleşme için, özel imkanlar tanınmıştır. Eğer bir işlemci, diğer işlemcilerden birine veya bir kaçına bir veri bloğu göndermek isterse, ilk önce hedefi belirleyen bir adres sekizlisi gönderir. Eğer diğer işlemcilerin, SCON kütüklerindeki SM2 bayrağı 1 ise, bunlar veri sekizlileri aldıkları zaman kesmeye girmeyecekler, sadece kendilerine ait adres sekizlisini aldıkları zaman, kesme programına dallanacaklardır.

Mikrodenetleyicinin yazılım ile kontrolünü sağlayan program, 64 K'lık bir EPROM'da saklanmaktadır [12]. Mikrodenetleyicinin, dış adres bellek haritasında

adresleyebildiği iki adet RAM bulunmaktadır. Bunlardan biri, 32 K'lık bir statik RAM'dir [13]. Diğerisi ise, devrenin besleme gerilimi herhangi bir nedenle kesildiğinde, kaybolmaması gereken bazı önemli bilgileri ve sistemde en son oluşan 165 adet alarmı, geliş ve gidiş zaman bilgileri ile saklayan, 2 K'lık, uçucu olmayan bir RAM (NOVRAM)'dir [14].

NOVRAM'in içinde $2K \times 8$ CMOS SRAM, gerçek zaman saati, bir kristal ve uzun ömürlü lityum karbon pil bulunmaktadır. Zaman kütükleri, RAM'in en yüksek adresli, sekiz adet sekizlisinde bulunmaktadır ve zaman bilgisi BCD formatında tutulmaktadır. Artık yıl ve 30 veya 31 çeken ay kontrolü, otomatik olarak yapılmaktadır. Bu tüm devrenin, kendi güç düşmesini sezme devresi vardır. Besleme gerilimi sınır dışına çıktığı zaman, bu devre tüm devreyi devre dışı bırakmaktadır. Böylece, düşük besleme geriliminin neden olabileceği, önceden tahmin edilemeyen sistem işlemlerinin, NOVRAM kayıtlarını bozması engellenmiş olur. Ayrıca gerilim kritik değerin altına düştüğü zaman, NOVRAM besleme girişinden ayrılarak, lityum pillerine bağlanır. Bu piller, bilgilerin besleme gerilimi olmadan, 10 yıl boyunca saklanabilmelerini sağlarlar.

Kontrol sekizlisine uygun değerler verilerek, NOVRAM'in zaman bilgisinin okunması veya değiştirilmesi sağlanmaktadır. Bu okuma veya yazma işlemleri sırasında, geçiş halindeki verinin okunmaması için, zaman kütüklerindeki değerlerin tazelenmesine izin verilmez. Bu işlemler sırasında, NOVRAM geri planda kaydettiği değişiklikleri, okuma veya yazma işlemi tamamlandıktan sonra, zaman bilgisine yansıtır. NOVRAM uzun süre pile bağlı olarak çalışacaksa, çekilen akımı azaltmak için osilatör durdurulabilir ve istenildiği zaman tekrar çalıştırılabilir.

Mikrodenetleyicinin reset girişine, DS1232LPS-2 Gözleyici tümdevresi bağlanmıştır [15][16]. Bu tümdevrenin üç önemli görevinden birincisi, besleme geriliminin durumunu gözlemek ve tolerans dışında kalan bir durum meydana gelirse, mikrodenetleyicinin reset girişini aktif etmektir. Besleme gerilimi, normal duruma döndükten sonra, güç kaynağının ve mikrodenetleyicinin kararlı duruma geçmesini sağlamak için, reset işareti en az, 250 ms aktif durumda tutulur. İkinci görev,

tümdevrenin bir girişine bağlanan bir düğme yardımıyla, dışarıdan kullanıcı müdahalesiyle, reset olanağı sağlamaktır. Bu giriş aktif hale geldikten sonra tümdevre, işaretin en az, 250 ms aktif konumda kalmasını sağlar. Tümdevrenin üçüncü görevi, ST girişi, yazılım aracılığıyla, mikrodenetleyicinin bir çıkışı tarafından, belli bir süre boyunca uyarılmadığı zaman, reset işareti üretmektir. Bu sürenin uzunluğu, TD girişi tarafından kontrol edilir. Böylece, bu üç farklı kontrol yöntemiyle, birimin, herhangi bir arıza durumunda, istem dışı davranışlarda bulunması engellenmiş olur.

4.2. UART Bağlantıları

Uzdenetim birimi üzerindeki mikrodenetleyicinin, UART giriş ve çıkışları, gerektiğinde dönüşümlü olarak, hem karta dışarıdan bağlanan el terminaline, hem de analog servis kanalına bağlantıyı sağlayan, modeme bağlanabilmelidir. Bunu gerçekleştirebilmek için, seri kanal giriş ve çıkışına 3-durumlu çıkışları bulunan, HC126, dörtlü tampon tümdevresi konulmuştur [17]. Bu tümdevrenin seçme girişi, mikrodenetleyici tarafından uygun şekilde değiştirilerek, iki yöne dönüşümlü bağlantı sağlanır.

Tampon tümdevrenin el terminali tarafında, MAX232 tümdevresi bulunmaktadır [18]. Bu tümdevre, RS232 standartına uygun olarak, seri haberleşme yapması istenen cihazların, giriş ve çıkışlarının, bu standartın belirlediği seviyelerde olmasını sağlayan ve bu standartın gerektirdiği protokol işaretleri için, giriş ve çıkış uçlarına sahip olan bir arabirimdir.

Analog servis kanalına bilgi iletimi, TCM3105DWL, FSK Modem ile sağlanmaktadır [19]. Bu modem 1200 baud hızına kadar, yarı çift yönlü iletişim sağlamaktadır. Modemin, TXR1, TXR2 ve TRS girişleri ile geniş bir aralık içinde, alış/veriş baud hızları ayarlanabilmektedir ve bu modem, BELL 202 veya CCITT V23 standartlarına uygundur. Modemin verişi tarafı, programlanabilir bir frekans sentezleyicisidir ve sayısal işaretin 0 ve 1'lerine karşılık, iki farklı çıkış frekansı sağlamaktadır. Alış tarafı ise frekans-gerilim dönüşümü prensibi ile çalışır ve faz

bozulmalarını düzelten grup gecikmesi dengeleyicisi, otomatik kazanç kontrol birimi, taşıyıcı sezme seviye ayarı özellikleri ile, optimum performans ve düşük bit hata oranı sağlar.

4.3. Alarm Okuma

ALMUX biriminden Uzdenetim birimine, seri olarak gönderilen alarm ve saat bilgileri, RS-422 dengeli iletim arabirim standardına uygun olarak, tek kutuplu farksal kodlanmış işaretleri taşıyan, ikişer tel üzerinden iletilmektedirler [20]. Bu teller, DS26C32ACM farksal hat alıcı tüm devrelerinin [21], ACLK1, ACLK2 ve ADAT1, ADAT2 girişlerine gelmektedirler. Bu farksal alıcılar, RS-422 standartına uygundur ve düşük güç harcayan CMOS teknolojisiyle üretilmişlerdir. Bu alıcılar, ± 7 V giriş gerilim aralığı için, 200 mV hassasiyete sahiptirler.

Girişlerine, ADAT1 ve ADAT2 işaretlerinin geldiği, D158 etiketli alıcının çıkışındaki seri bit dizisinin, uygun şekilde paralele çevrilmesi için, gönderilen çerçevenin içindeki, 11111110 çerçeve sıralama bilgisinin sezilmesi gerekmektedir. Bu işlem için, AC164 8-bit seri girişli, paralel çıkışlı bir ötelemeli kütük [22], HC30 8 girişli NAND kapısı, AC74 D-tipi pozitif kenar tetiklemeli flip-flop'lar, AC32 OR kapısı ve AC02 NOR kapısı kullanılmıştır.

ADAT1 ve ADAT2 girişlerinden alınan seri veri, paralele çevrilme işlemini gerçekleştirecek olan, D143 ve D146 etiketli, HC595 ötelemeli kütüklerinden, ilkinin girişine verilmektedir. Bu ötelemeli kütüğün çıkışı, diğerinin girişine bağlandığı için, gelen seri veri, bu iki tüm devrenin flip-flop'larında, düzenli olarak ötelenmektedir.

D141 etiketli, AC164 ötelemeli kütüğün seri girişine gelen veri, saat işaretiyle uygun şekilde tetiklenerek bu tüm devrenin paralel çıkışlarını tutan flip-flop'ların, girişteki son 8 biti göstermeleri sağlanmaktadır. Bu tüm devrenin çıkışına bağlanan, D182 etiketli HC30 8 girişli NAND kapısının, girişlerinin hepsi 1 değilse, D143 etiketli HC595 ötelemeli kütüğünün saat girişine bağlı olan, D188 etiketli AC74 D-tipi flip-flop'un çıkışı, 0 seviyesinde olacaktır. Eğer, AC164 ötelemeli kütüğün

çıkışlarının hepsi 1 ise, ve bu 8 biti izleyen biti tutan ve çıkışı D185 etiketli OR kapısının diğer girişine bağlı olan, D184 etiketli AC74 flip-flop'unun çıkışı 0 ise, D143 etiketli HC595 ötelemeli kütüğünün çıkışındaki tutucularının saat girişine bağlı olan, D188 etiketli D tipi flip-flop'un çıkışı 0 seviyesinden 1 seviyesine yükselecektir. Böylece, çerçeve sıralama bilgisinden önce alınan 16 bitlik bilgi, HC595 ötelemeli kütüklerin, çıkışlarındaki tutuculara yüklenmiş olacaktır. Mikrodenetleyici bu tüm devreleri adresleyip, tutucularındaki veriyi P0 paralel portundan okuyabilir. Gönderilen verinin içinde, çerçeve sıralama bilgisi olarak yorumlanabilecek bit dizisinin bulunma ihtimaline karşı, her 7 veri bitinden sonra 1 adet 0 eklenmektedir. Dolayısıyla, normal çalışmada, ötelemeli kütüklerin çıkışlarındaki 7 bit alarm bilgisidir ve en yüksek anlamlı bit 0 olmalıdır.

Sistemin İç Birimi'nden Uzdenetim Birimi'ne, paralel olarak gönderilen alarm bilgileri, D1134 ve D1137 etiketli AC244 Tampon tümdevrelerinin girişlerine gelmektedirler. Çıkışları mikrodenetleyicinin P0 portuna bağlı olan bu tümdevreler, kod çözücü yardımıyla sırayla seçilerek, alarm değerleri her program çevriminde okunmakta ve alarm kayıtları tazelenmektedir.

Uzdenetim Birimi'ne el terminaliyle bağlanmadan, sistemde acil bir alarm olup olmadığını öğrenebilmek için, D1138 etiketli AC574 D-Tipi Flip-Flop tümdevresinin çıkışında, Güç Kaynağı, Dış Birim ve İç Birim öncelikli alarmlarını gösteren 3 adet LED bulunmaktadır. Bu tümdevrenin çıkışında LED'lerin dışında, 3 adet alarm çıkışı ve el terminali/modem seçiminde kullanılan çıkış ucu bulunmaktadır. Okunan alarm bilgileri değerlendirilip, öncelikli alarm değerleri belirlendikten sonra bu tümdevre seçilerek, P0 portuna bağlı girişlerine uygun değerler yazılır.

BÖLÜM 5

UZDENETİM BİRİMİ YAZILIM TANITIMI

Uzdenetim birimi üzerinde koşan yazılımın temel görevleri şunlardır:

- Birimin paralel alarm girişlerine gelen ve ALMUX biriminden seri olarak gönderilen, alarm ve gösterge bilgilerinin değışimini gözleyip, kaydetmek.
- Alarm ve gösterge bilgilerindeki değışikliğe göre, öncelikli alarm, alarm dökümü, geçmiş alarm ve göstergelerden oluşan, farklı alarm kayıtlarını güncelleştirmek. Birime ait önemli sistem bilgilerini ve sistemde en son oluşan 165 adet alarmı, geliş ve gidiş zaman bilgileriyle beraber, birimin üzerinde bulunan bir NOVRAM'de, Geçmiş Alarm bilgisi olarak saklamak ve böylece birimin besleme gerilimi kesildiğinde, bu bilgilerin korunmasını sağlamak.
- Mikrodenetleyicinin UART'ına bağlı bulunan, modem ve el terminaline, dönüşümlü olarak hizmet verme olanağı sağlamak.
- Bir kullanıcının, el terminali vasıtasıyla birime bağlanıp, alarm, gösterge, zaman ve sistem bilgilerini öğrenebilmesi, ve birime ait şifreyi doğru olarak girdiği takdirde, zaman ve sistem bilgileri üzerinde değışiklik yapabilmesi için, uygun bir mönü yapısı sağlamak.
- Herhangi bir istasyona el terminali ile bağlanarak, diğer bir istasyonun, veya hatta bağlı bulunan tüm istasyonların alarm ve gösterge bilgilerinin öğrenilebilmesini, ve ana istasyonda önemli sistem bilgileri değıştirildiği zaman, bunların tüm sisteme öğretilmesini sağlamak için, uygun veri bağlantı kontrol yapısını uygulamak.
- Herhangi bir arıza durumunda, eğer el terminali bağlıysa, uygun arıza mesajı vermek ve hatta bağlı diğer sistemlerin normal çalışmalarını sağlayacak önlemleri almak.

5.1. Ana Program

Yazılım koşmaya başladığı zaman, EPROM'da ve NOVRAM'de bulunan ilk koşullama bilgileri okunarak, birimin koşullanması sağlanır. Daha sonra, üzerinde gerçek zaman saati bulunan NOVRAM'in, osilatörünü başlatmak için, gerekli işlemler yapılır.

Mikrodenetleyici UART'ının, adresini tanıyarak, kesme programına dallanabilmesi için gerekli düzenlemeler yapılır. UART'a, hem el terminaliyle haberleşebilmesi için RS232 ara bağlantı birimi, hem de uzak sistemlere erişim için modem bağlanmıştır. Programın başında UART modem tarafına bağlanarak, mikrodenetleyici ve modem için gerekli koşullamalar yapılır.

Yazılımın düzenli olarak çalışıp çalışmadığını kontrol eden gözleyici tüm devresine, her ana program çevriminde, yenileme darbesi gönderilir.

NOVRAM'in osilatörünün çalıştırılması ve el terminaline ilk bağlantı için gerekli bekleme süreleri, ana program çevrimi kullanılarak sağlanır ve bu sürelerin sonunda gerekli işlemler yapılır.

Ana istasyondan, hatta bağlı diğer istasyonlara, sistem bilgisi gönderilmiş ve haberleşme sağlanamayan istasyon olmuşsa, bu istasyonlar her dakikada bir adreslenerek, haberleşme sağlanabildiği zaman bu bilgileri almaları sağlanır.

Aynı anda hem El Terminali, hemde modem tarafı aktifse, iki tarafa da dönüşümlü olarak hizmet verilmesi sağlanır.

Herhangi bir haberleşme ve diğer bazı kontrol işlemleri için tutulan zamanlayıcıların, kesme programlarıyla kontrol edilen zaman aşımı durumları değerlendirilerek, bir arıza durumunda sistemin normal çalışmasını sürdürmesi, ve eğer el terminali bağlıysa, uygun mesajın görüntülenmesi sağlanır.

Uzdenetim Birimi'ne, ALMUX biriminden seri olarak gönderilen alarm bilgilerinin sağlıklı olarak alınıp alınmadığı kontrol edilerek, uygun değerlendirme yapılır.

Alarm kayıtları sürekli olarak yenilenir. Geçmiş alarm kayıtları, birimin üzerinde bulunan bir anahtar yardımı ile engellenebildiği için, bu anahtarın uygun konumda olması ve NOVRAM'ın zaman bilgisinin normal olması gerekmektedir.

Mikrodenetleyicinin UART'ına gelen geçerli mesaj çerçeveleri, el terminali ve modem için, farklı haberleşme protokollerine göre değerlendirilerek, gerekli işlemler yapılır.

5.2. Alarm ve Gösterge Kayıtları

Birime paralel olarak gönderilen alarm işaretleri, AC244 tampon tümdevrelerinin girişlerine gelmekte, ve mikrodenetleyicinin paralel haberleşme portuna bağlı çıkışları okunarak, kaydedilmektedir. Birime, ALMUX biriminden seri olarak gönderilen alarmlar, ötelemeli kütüklerin tutucuları okunarak kaydedilmeden önce, bu tümdevrelerin sağlıklı şekilde çalışıp çalışmadığının, ve geçerli bir çerçeve alıp almadıklarının test edilmesi gerekmektedir. Birinci kontrol, ötelemeli kütüklerin, en yüksek anlamlı biti gösteren, çıkışlarına bakılarak yapılmaktadır. Normal çalışmada bu bitler 0 olmalıdır. Bu kontrol, girişin sürekli 0 konumunda takılı kalması durumunda, yetersiz kalmaktadır. Bu durumu sezebilmek için, AC164, seri girişli / paralel çıkışlı ötelemeli kütüğün, en anlamlı biti gösteren çıkışına, bir diyod, kondansatör ve dirençten oluşan kontrol devresi konulmuştur. Normal çalışmada, diyodun pozitif ucu düzenli aralıklarla 1 seviyesinde olacağı için, kondansatör sürekli dolu kalacaktır. Arızalı bir durumda, girişte sürekli 0 değeri varsa, kondansatör direnç üzerinden boşalacaktır. Kondansatörlerin gerilim seviyeleri, mikrodenetleyicinin P1 paralel portu vasıtasıyla kontrol edilmektedirler. Eğer bu kontrollerin sonucu olumluysa, alarm bilgileri okunarak, eski kayıtlar üzerinde yenileme yapılır. Sonuç olumsuz ise, eski kayıtlar değiştirilmez, ve bir

bayrak aktif edilerek, alarm bilgisi öğrenilmek istendiği zaman, bu arıza ile ilgili mesajın iletilmesi sağlanır.

Alarm ve gösterge bilgileri, öncelikli alarm, alarm dökümü, geçmiş alarm ve göstergeler olmak üzere, farklı şekillerde kaydedilirler. Öncelikli alarm kaydında, sistemin güç kaynağı, dış birim ve iç biriminde, her bir birime ait alarm bilgileri kontrol edilerek, herhangi bir tanesi aktif ise, o birime ait alarm değişkeni aktif edilir. Alarm dökümü kayıtları, bu üç birime ait bütün alarmlardaki değişiklikleri içeren kayıtlardır. Sistemde yeni bir alarm oluştuğu zaman, bu alarm ve oluşma zamanı, geçmiş alarm bilgisi olarak NOVRAM'e kaydedilmektedir. Daha sonraki okumalarda, bu alarmın kesildiği görülürse ve alarmın aktif kaldığı süre 5 saniyeden fazlaysa, gidiş zamanı da kaydedilir. Eğer, alarm daha kısa süre içinde kesilmişse, bu alarma ait kayıt silinir. Bu şekilde, NOVRAM'de, sistemde oluşan 165 adet alarm, zaman bilgisi ile saklanabilir. Bundan daha fazla sayıda alarm oluştuğu zaman, en eski alarm kaydı silinir ve yenisi kaydedilir. NOVRAM'de 165 adet geçmiş alarmın dışında, besleme gerilimi kesildiği zaman kaybolmaması gereken, şifre, 39 adet sistem bilgisi, alarm kayıtlarına ait 4 adet işaretçi, ve alarmların en son durumu da saklanmaktadır.

5.3. El Terminaline Yönelik Hizmet

Program ilk defa koşturulara başladığında, mikrodnetleyicinin seri haberleşme kanalı, modem tarafına bağlanmaktadır ve haberleşme hızı 1200 baud'a ayarlanmaktadır. Programın sürekli döngüsü içinde, el terminalinin birime bağlanıp bağlanmadığı kontrol edilir. Mikrodnetleyicinin P1 paralel portunun 1 numaralı ucu, el terminali konektöründe, DSR ucuna bağlanmaktadır ve aynı zamanda bir direnç ile toprak seviyesine çekilmiştir. El terminali birime bağlanırsa, bu uç 1 seviyesine çekilmekte ve program döngüsü içinde bu olay sezilip, el terminalinin bağlandığı anlaşılmaktadır. Eğer bu bağlantı esnasında, mikrodnetleyici modem tarafı ile ilgili bir işlemi sürdürmekteyse, ilk önce bu işlem tamamlanır, ve daha sonra seri kanalın haberleşme hızı 9600 baud'a ayarlanarak, ve el terminali ile ilgili diğer düzenlemeler yapılarak, bu tarafa bağlanılır.

El Terminali, Uzdenetim Birimi'ne RS232 arabağlantısı ile bağılanmaktadır ve kullanıcın sistem bilgilerini görüntölüyebilmesini, bunları değıştirebilmesini ve yerel veya uzak sistemlerin alarm bilgilerini öğrenebilmesini sağılamaktadır.

Birimin üzerinde 2 x 16 karakterlik LCD ekran ve 4 x 7 satırlık tuş takımı bulunmaktadır. Tuş takımı, aşağıdaki fonksiyonları gerçekleştirir.

ABC-DEF-GHI : Alfabetik tuşlardır. İlk basışta birinci karakter, ikinci
JKL MNO-PQR basışta ikinci, üçüncü basışta ise üçüncü karakter
STU-VWX-YZ yaratılır. Tekrar basıldığında birinci karakterden itibaren işlem devam eder.

0-1-2-3-4-5-6-7-8-9 : Nümerik tuşlardır.

ENT : Enter (işlem kabul) tuşudur.

ESC : Herhangi bir pencere aktif iken, mönü yapısının ilk penceresi olan, "Düzenleme-Denetim" penceresine dönmeyi sağılar.

X← : Her basışta kursor, bulunduğu yerdeki karakteri silerek, bir sola kayar.

→± : Kursorü bir sağı kaydırır.

↔ : İki işlevi vardır. Birinci işlevi seçim tuşu olarak kullanılması, ikincisi ise şifre yenileme penceresine girmek için kullanılmasıdır.

↑ : El terminali ekranında bir üst satıra geçmeyi sağılar.

↓ : El terminali ekranında bir alt satıra geçmeyi sağılar.

← : İki satırdan daha uzun bilgi içeren pencerelerin, herhangi bir satırındayken, bir önceki pencereye dönmeyi sağlar.

El terminali uzdenetim birimine bağlandığı zaman, ekranda ilk önce, “LÜTFEN BEKLEYİNİZ” mesajı görüntülenir. El terminaline ilk mönü penceresi gönderilmeden önce, haberleşme hazırlığı için 2 sn beklenir. Eğer o anda modem tarafıyla ilgili bir işlem yapılıyorsa, ilk önce bu işlem bitirilir ve daha sonra mesaj gönderilir.

El terminalinde görüntülenen mönüler, kullanıcının uzdenetim birimine ait kimlik, zaman ve geçmiş alarm kayıtlarına müdahale etmesini sağlayan düzenleme mönüleri, bilgileri sadece görüntüleyebildiği denetim mönüsü ve lokal veya uzak istasyonların alarm ve gösterge bilgilerini öğrenebildiği, alarm mönülerinden oluşmaktadırlar.

Herhangi bir mönü penceresinde, hangi satırın aktif olduğunu belirtmek için, o satırın ilk karakterinin yanıp sönmesi sağlanır. Aktif olan satırda ENT tuşuna basılırsa, o seçenekle ilgili mönü penceresine geçilir. Kullanıcının yazı yazabildiği mönülerde imleç görüntülenerek, yazı alanı belirlenir ve bu alanın sonuna gelindiğini belirtmek için imlecin yanıp sönmesi durdurulur. Satır sonlarında görüntülenen ok işaretleri, kullanıcının başka pencerelere geçebilmek için hareket edebileceği yönleri gösterir.

5.3.1. Düzenleme Mönüsü

El terminalinde görüntülenen ilk mönü penceresi, “DÜZENLEME-DENETİM” seçenekleridir (Şekil 5-1). Düzenleme satırının ilk karakteri yanıp sönerken, ENT tuşuna basılırsa, Şifre, Kimlik, Zaman ve Reset pencerelerinden oluşan, Düzenleme mönüsüne girilir.

5.3.1.1. Şifre Penceresi

Düzenleme mönüsünün ilk penceresi, “ŞİFRE - KİMLİK” seçenekleridir. Şifre satırının ilk karakteri yanıp sönerken, ENT tuşuna basılırsa, ekrana şifre

penceresi çıkar (Şekil 5-2). Bu pencerede kullanıcıdan, 4 haneli nümerik bir şifre girmesi istenir. Girilen her rakam için ekranda ‘*’ işareti görüntülenir. Son hanede kursorün yanıp sönmeye durdurularak, ENT tuşuna basılması beklenir. Yanlış rakam yazma durumunda, geri silme tuşuna basılarak, en son giriş tekrarlanır.

Eğer şifrenin tamamı girilmeden ENT tuşuna basılırsa, ekrana, “ŞİFREYİ EKSİK GİRDİNİZ” mesajı çıkar. Girilen şifre yanlış ise ekrana, “YANLIŞ ŞİFRE GİRDİNİZ” mesajı çıkar. Bu mesajların görüntülediği pencerelerde, herhangi bir tuşa basıldığında, tekrar şifre girme penceresine dönlür.

Eğer kullanıcı şifreyi değiştirmek isterse, doğru şifreyi girdikten sonra, şifre yenileme tuşuna basar ve ekrana yeni şifre girme penceresi çıkar (Şekil 5-3). Bu pencerede, şifre girme işleminde olduğu gibi, kullanıcıdan 4 haneli yeni şifreyi girmesi ve ENT tuşuna basması beklenir. Bu işlem gerçekleştirilirse ekrana, kullanıcının yeni şifreyi doğru girdiğinden emin olmak için, bu değerin tekrar girilmesini isteyen bir pencere çıkar. Tekrar girilen şifre değeri farklı ise, “FARKLI DEĞER GİRDİNİZ” mesajı görüntülenir ve herhangi bir tuşa basılarak, yeni şifreyi tekrar girme penceresine dönülebilir.

Şifre girme veya şifre değiştirme pencerelerinden sonra ekrana “KİMLİK - ZAMAN” penceresi çıkar.

5.3.1.2. Kimlik Penceresi

Link adı, Sistem adı, Sistem sayısı, Sistem adresi ve Sistem tipi bilgilerinin görüntülenebildiği ve eğer şifre doğru olarak girilmişse bunların değiştirilebildiği penceredir (Şekil 5-4). Şifre girilmeden kimlik penceresine girilirse, kursor görüntülenmez ve eğer kullanıcı yazı yazmak için, alfanümerik tuşlara basarsa, ekranda “ŞİFREYİ GİRMEDİNİZ” mesajı görüntülenerek, uyarılır.

5.3.1.2.1. Link Adı Penceresi

Kimlik satırının ilk karakteri yanıp sönerken, ENT tuşuna basılırsa, ekranda ilk önce, Link Adı bilgisi görüntülenir. Eğer sistem ilk defa kuruluyorsa veya,

NOVRAM'deki kayıtlarda herhangi bir nedenle bozulma meydana geldiği için, ekranda görüntülenemiyen karakterler varsa, link adı alanının tamamına 'A' karakteri yazılır. Şifre girilmişse, ikinci satırdaki 15 karakterlik alfanümerik bilginin ilk karakterinde imleç yanıp söner ve kullanıcı el terminalinin üzerindeki tuşları kullanarak, link adını değiştirebilir. El terminali üzerinde, 3 harf tek bir tuşla temsil edildiği için, alfabetik tuşlara bir defa basıldığı zaman birinci, üst üste iki defa basıldığı zaman ikinci, üst üste üç defa basıldığı zaman üçüncü karakter ekrana yazılır. Her karakter girişinden sonra, bir sonraki karakteri girebilmek, veya giriş yapmadan sadece imleci kaydırmak için, imleci sağa kaydırma tuşuna ($\rightarrow\pm$) basmak gerekir. Girilen bir karakteri silerek bir önceki karaktere dönmek için, geri silme tuşuna ($X\leftarrow$) basılır. Girilen karakterlerin, link adı olarak NOVRAM'e kaydedilmesi için, ENT tuşuna basmak gerekmektedir.

5.3.1.2.2. Sistem Adı Penceresi

Link Adı Penceresi'ndeyken aşağı ok veya ENT tuşuna basılırsa, ekrana Sistem Adı penceresi gelir. Link Adı penceresinde olduğu gibi, eğer şifre girilmişse, ikinci satırdaki 15 karakterlik alfanümerik Sistem Adı bilgisi değiştirilebilir ve ENT tuşuna basılarak, NOVRAM'e kaydedilebilir. Karakterlerin yazılması ve imlecin hareket ettirilmesi işlemleri, Link Adı penceresinde olduğu gibi gerçekleştirilir.

5.3.1.2.3. Sistem Sayısı Penceresi

Sistem Adı penceresindeyken, aşağı ok veya ENT tuşuna basılırsa, ekrana link üzerinde kaç tane sistemin bulunduğunu gösteren, Sistem Sayısı penceresi gelir. İkinci satırda görüntülenen iki haneli sayı normal çalışmada, 1-32 aralığında bir sayı olmalıdır. Sistemin ilk defa kurulması anında, NOVRAM'de geçerli bir kayıt olmaması veya bu kayıtların herhangi bir arıza nedeniyle bozulması durumunda, ekranda 0 sayısı görüntülenir.

Eğer şifre girilmişse, ilk hanede imleç yanıp söner ve kullanıcı nümerik tuşlara basarak, değişiklik yapabilir. Nümerik girişlerde, otomatik imleç öteleme özelliği kullanıldığı için, bir sonraki haneye geçerken, imleci sağa kaydırma tuşuna ($\rightarrow\pm$)

basılması gerekmez. Yazılan rakamı silip bir önceki haneye dönmek için (X←) tuşuna basılır. Sistem sayısı en fazla 32 olabileceği için, daha büyük bir sayı yazılmasına izin verilmez. Yazılan değerin sistem sayısı olarak NOVRAM'e kaydedilmesi için, ENT tuşuna basılması gerekmektedir.

Sistem sayısı, bir sisteme verilebilecek en büyük adres değerini belirlediği için, ve hatta bağlı tüm sistemler sorgulanırken, bu değere göre adresleme yapılması nedeniyle, önemli bir parametredir ve sistem kurulduktan sonra değeri doğru olarak girilmelidir.

5.3.1.2.4. Sistem Adresi Penceresi

Sistem Sayısı penceresindeyken, aşağı ok veya ENT tuşuna basılırsa, Sistem Adresi penceresine geçilir. Bu adres değeri sistemin, diğer sistemler tarafından adreslenirken kullanılması için, mikrodenetleyici UART'ının adres tanıma kütüklerine de yazılan değerdir. Bu değer 1 ile sistem sayısı arasında değişebilir ve daha büyük bir sayı girilmesine izin verilmez.

Bu penceredeki karakter girişi ve kullanılabilecek tuşlar, Sistem Sayısı penceresinde anlatıldığı gibidir. İstenen adres değeri girilip, ENT tuşuna basılırsa, bu değer NOVRAM'e kaydedilir.

Sistemler arası haberleşmenin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için, hatta bağlı her istasyona farklı bir adres değeri verilmelidir. Ana istasyon olarak görev yapacak sistemin adresi 1 olmalıdır.

5.3.1.2.5. Sistem Tipi Penceresi

Sistem Adresi penceresindeyken, aşağı ok veya ENT tuşuna basılırsa, ekrana yedek systemsiz çalışma durumunu gösteren (1+0) ve yedekli çalışma durumunu gösteren (1+1) seçenekleri görüntülenir, ve eğer şifre girilmişse, o anda geçerli olan seçeneğin üzerinde imlecin yanıp sönmesi sağlanır.

Kullanıcı seçme tuşuna (↔) basarak, bir seçenekten diğerine geçebilir ve bunlardan birinin üzerindeyken, ENT tuşuna basarak, sistem tipini NOVRAM'e kaydedebilir. Bu bilgi, alarmların kaydedilmesi ve el terminalinde görüntülenmesi işlemlerinde kullanıldığı için, sistem kurulduktan sonra doğru seçeneğin aktif edilmesi gerekmektedir.

5.3.1.3. Zaman Penceresi

Düzenleme mөнüsünün içinde, ok tuşları kullanılarak, ekranda Zaman satırının ilk karakterinin yanıp sönmesi sağlanıp, bu satırda ENT tuşuna basılırsa, ekranda zaman penceresi görüntülenir (Şekil 5-5). Bu pencerenin ilk satırında, NOVRAM'den okunan tarih bilgisi, ikinci satırında ise saat bilgisi görüntülenir. Eğer şifre doğru olarak girilmişse, ilk satırın başında imleç görüntülenir ve nümerik tuşlar kullanılarak bu bilgiler değiştirilebilir. Yazılan rakamı silip, bir önceki haneye geçebilmek için, geri silme tuşu (X←) kullanılabilir.

İlk satırdaki tarih bilgisinde değişiklik yapıp, ENT tuşuna basılırsa, bu değer NOVRAM saatinin tarih kütüklerine kaydedilir ve kursor, ikinci satırdaki saat bilgisinin ilk hanesinde yanıp sönmeye başlar. Eğer ENT tuşu yerine, aşağı ok tuşuna basılırsa, tarih bilgisinde değişiklik yapılmadan, saat satırına geçilir. Saat bilgisi üzerinde değişiklik yapıp ENT tuşuna basılırsa, imleç yeniden ilk satıra döner. İlk satırda yukarı ok tuşuna basılırsa, bu pencereden çıkılır.

5.3.1.4. Reset Penceresi

Düzenleme mөнüsünde Reset satırının ilk karakteri yanıp sönerken, ENT tuşuna basılırsa, ekrana NOVRAM'deki alarm kayıtlarının silineceğini belirten bir mesaj çıkar ve kursor, [H / E] şeklinde gösterilen Hayır / Evet seçeneklerinden, ilkinin üzerinde yanıp söner (Şekil 5-6). Bu konumda ENT tuşuna basılırsa, Hayır seçeneği aktif olacağı için, reset işlemi gerçekleştirilmez. Evet seçeneğini aktif etmek için, seçme tuşuna (↔) basarak, imlecin bu seçeneğinin üzerine gelmesi sağlanır. Seçme tuşuna her basılıştta, diğer seçeneğin üzerine geçilir. Evet seçeneğinin üzerindeyken ENT tuşuna basılırsa, NOVRAM'deki alarm kayıtları silinir.

5.3.2. Denetim Mönüsü

“DÜZENLEME - DENETİM” penceresinde imleç, Denetim satırının ilk karakterinde yanıp sönerken ENT tuşuna basılırsa, Denetim mönüsüne girilir (Şekil 5-7). Bu mönüde, Düzenleme mönüsünde değiştirilmelerine imkan tanınan, Link Adı, Sistem Adı, Sistem Sayısı, Sistem Adresi, Sistem Tipi, zaman bilgileri ve uzdenetim kartı üzerinde koşan yazılımın versiyonunun sadece görüntülenmesi sağlanır. Böylece, kullanıcı alarm mönülerine geçmeden önce, bu önemli bilgilere göz atabilir. Mönü içindeki hareket, aşağı ve yukarı ok tuşları kullanılarak sağlanır ve herhangi bir yerde ENT tuşuna, veya ekranda, mönünün son penceresi olan, zaman ve sistem versiyonu bilgileri varken, aşağı ok tuşuna basılırsa, alarm mönülerine geçilir.

5.3.3. Yerel Alarm Mönüsü

Düzenleme mönüsünün herhangi bir yerinde ENT tuşuna, veya son satırda aşağı ok tuşuna basıldığı zaman, ekranda “YEREL ALARM - UZAK ALARM” yazısı görüntülenir (Şekil 5-8). Yerel alarm seçeneği, el terminalinin bağlı olduğu sisteme ait alarm bilgilerinin, Uzak alarm seçeneği ise hatta bağlı diğer istasyonlardan birinin veya tümünün alarm bilgilerinin öğrenilmesini sağlar. İmleç, Yerel Alarm satırının ilk karakterinde yanıp sönerken, ENT tuşuna basılırsa ekranda, Öncelikli Alarm, Alarm Listesi, Geçmiş Alarm ve Gösterge seçeneklerinden oluşan pencerenin ilk iki satırı görüntülenir. Bu pencerenin içinde ok tuşlarıyla hareket edilerek, öğrenilmek istenen alarm türünün üzerinde ENT tuşuna basılır.

Öncelikli Alarm seçeneği, sadece iki satırlık bilgi içermektedir. Eğer sistem yedekli olarak çalışmaktaysa (1+1), normal ve yedek sistemlerden, o anda aktif olanın öncelikli alarmı ilk satıra, diğer sistemin öncelikli alarmı da ikinci satıra yazılır. Eğer sistem yedeksiz ise (1+0), sadece normal sistemin öncelikli alarmı görüntülenir ve ikinci satır boş bırakılır.

Öncelikli alarmlar, uzdenetim biriminin üzerindeki LED’lerde görüntülenen, güç kaynağı (OPSA), dış birim (OGEN) ve iç birim (IGEN) alarmlarıdır. OPSA-OGEN-IGEN öncelik sırasına göre, bu alarmlardan biri veya bu üç alarmdan hiç biri

mevcut değilse, “ALARM YOK” mesajı görüntülenir. Alarmin adıyla beraber, N-P harfleri kullanılarak, bu alarmin normal ve yedek sistemlerden hangisine ait olduğu ve sistemin adresi de görüntülenir.

Öncelikli alarm penceresinden çıkmak için, yukarı ok tuşuna basılır ve tekrar alarm tipi seçme penceresine dönlür.

Alarm Listesi seçeneğinde ENT tuşuna basılırsa, yedek sistemin mevcut olması durumunda, ilk önce o anda aktif olan sistemin ve daha sonra diğer sistemin o andaki tüm alarmları, OPSA-OGEN-IGEN başlıkları altında listelenir (Şekil 5-9). Yedeksiz çalışmada, sadece normal sistemin alarmları görüntülenir. Alarmlar, bu üç ana grup içinde de belirli bir öncelik sırasına göre sıralanırlar ve her alarm için, N-P sistem bilgisi ve ait olduğu sistemin adresi, alarm isminin yanında görüntülenir. Eğer sistemde, o anda herhangi bir alarm yoksa, “LOKAL ALARM YOK” mesajı görüntülenir.

Alarm listesi içindeki hareket, aşağı ve yukarı ok tuşları yardımıyla gerçekleştirilir. Listenin herhangi bir yerindeyken, sol ok (←) tuşuna basılarak, bu listeden çıkılıp, alarm türü seçme penceresine dönülebilir.

Geçmiş Alarm seçeneğinde ENT tuşuna basılırsa, uzdenetim kartının üzerindeki NOVRAM’de, oluşma ve kesilme zamanlarıyla kaydedilmiş olan geçmiş alarm bilgileri bir liste halinde görüntülenir (Şekil 5-10). Bu listedeki her alarm, ilk satırda alarmin adı, ikinci satırda alarmin oluşma zamanı ve üçüncü satırda alarmin kesilme zamanı olmak üzere, üç satırlık pencereler halinde görüntülenir. Listenin içinde hareket etme ve listeden çıkma işlemleri, alarm listesinde anlatıldığı gibidir. Eğer NOVRAM’de kayıtlı geçmiş alarm yoksa, “GEÇMİŞ ALARM YOK” mesajı görüntülenir.

Gösterge seçeneğinde ENT tuşuna basılırsa, sistemin çalışma koşullarıyla ilgili bazı bilgiler görüntülenir (Şekil 5-11). Bu bilgiler sırasıyla, sistemin veri seviyesinin nominal olup olmadığı, alış seviyesinin olası 4 seviyeden hangisi olduğu, normal veya

yedek sistemlerden hangisinin aktif olduğu ve o aktif olan sistemin, kullanıcı zorlamasıyla seçilip seçilmediğidir.

5.3.4. Uzak Alarm Mönüsü

Eğer, hatta bağlı herhangi bir istasyonun veya tüm istasyonların alarm bilgileri öğrenilmek istenirse, Düzenleme mönüsündeyken ENT tuşuna basılarak, ekranda “YEREL ALARM - UZAK ALARM” mesajının çıkması sağlanır ve imleç Uzak Alarm seçeneğinin ilk karakterinde yanıp sönerken, ENT tuşuna basılarak, “BELİRLİ SİSTEM - TÜM LİNK” penceresi görüntülenir (Şekil 5-12).

Herhangi bir istasyonun adresini yazarak alarm bilgilerini öğrenmek için, Belirli Sistem seçeneği, hatta bağlı tüm istasyonların alarm bilgilerini göndermelerini sağlamak için, Tüm Link seçeneği aktif edilmelidir.

İmleç, Belirli Sistem satırının ilk karakterinde yanıp sönerken ENT tuşuna basılırsa, ekrana, adreslenmek istenen istasyonun adresinin girilmesini isteyen pencere çıkar. Bu pencerede, sistem adresi penceresinde olduğu gibi, kullanıcıdan iki haneli bir adres değeri girmesi istenir. Rakam yazma ve silme işlemleri sistem adresi ve sistem sayısı pencerelerinde olduğu gibidir. İstenen istasyon adresi girildikten sonra ENT tuşuna basılırsa, ekrana, alarm türünün belirlenmesini sağlayan, Öncelikli Alarm, Alarm Listesi, Geçmiş Alarm ve Göstergeler penceresi çıkar. Bu seçeneklerden biri seçildiğinde, o satırın en son hanesinde bir sol ok tuşunun yanıp sönmeye başlaması sağlanarak, o istasyonla modem haberleşmesi yapıldığı belirtilir. Bu haberleşme başarılı şekilde yapılabilirse, istenen bilgi ekranda görüntülenir. Eğer, adreslenen istasyonla ilgili bir haberleşme sorunu çıkarsa, ekrana “YANIT ALINAMADI” mesajı çıkar ve herhangi bir tuşa basıldığı zaman, bir önceki pencereye dönlür. Alarmların listeleniş şekli, yerel alarm seçeneğinde olduğu gibidir. Geçmiş alarm seçeneğinde, ekranda bir alarm kaydı görüntülendikten sonra, bir sonrakinin görüntülenmesi için, istekte bulunulan istasyonla tekrar haberleşme yapılır ve bu haberleşme sırasında satırın son hanesinde bir sol ok karakteri yanıp söner.

İmleç, Tüm Link satırının ilk karakterinde yanıp sönerken, ENT tuşuna basılırsa, uzdenetim birimi, sistem sayısı ile belirlenen sayıdaki istasyonu teker teker adresleyerek, bu istasyonlardan öncelikli alarm bilgisi ister. Alarm bilgisi gönderen veya haberleşme sağlanamayan istasyonlar bir listeye kaydedilir ve bütün istasyonların adreslenmesi bittikten sonra, bu liste ekranda görüntülenir (Şekil 5-13). Bu listenin içinde, aşağı ve yukarı ok tuşlarıyla hareket edilebilir veya sol ok tuşuna basılarak, listeden çıkılabilir. Listedeki istasyonlardan herhangi birinin, ayrıntılı alarm bilgilerini öğrenmek için, o istasyon adresinin bulunduğu satırda ENT tuşuna basılır. Eğer bu istasyon, kendisinden alarm bilgisi alındığı için listeye alınmışsa, ekrana alarm türünün belirlenmesini sağlayan, Öncelikli Alarm, Alarm Listesi, Geçmiş Alarm ve Göstergeler penceresi çıkar. Bu seçeneklerden biri seçilerek, Belirli Sistem seçeneğinde olduğu gibi, adreslenen istasyonun alarm bilgisi öğrenilebilir. Eğer seçilen istasyon, haberleşme sağlanamadığı için listeye alınmışsa, bu istasyonun adresinin bulunduğu satırda ENT tuşuna basıldığında, ekrana “YANIT ALINAMADI” mesajı çıkar ve herhangi bir tuşa basıldığında, tekrar listeye geri dönülür.

El terminaliyle haberleşmede, asenkron mesaj yapısı, zaman aşımli bağlantı kontrol yöntemi, tekrarlı hata düzeltme yöntemi, ve dur ve bekle akış kontrol yöntemi kullanılmıştır. Haberleşmede kullanılan çerçeve yapıları, Şekil 5-14’de görülmektedir.

Bu haberleşme protokolüne göre, bir mesaj çerçevesi göndermek isteyen taraf, bu çerçeveyi oluşturan karakterlerden birini gönderdikten sonra, karşı taraftan bunun tekrarını bekler, ve 10 ms’lik bir zamanlayıcı başlatır. Eğer, karşı taraftan yanlış tekrar gönderilirse, alıcı tarafa yanlış karakter aldığını ve doğru karakterin tekrar gönderileceğini belirtmek için, ESC karakteri gönderilir, ve bu karakterin tekrarı beklenir. Bu tekrar doğru olarak alınırsa, doğru veri karakteri tekrar gönderilir. Eğer gönderici taraf, bir karakter için, üst üste 30 defa yanlış tekrar alırsa, haberleşmenin sağlıklı olmadığına karar verir, ve el terminalinde arıza mesajı görüntülenir. 10 ms içinde, karşı taraftan hiçbir tekrar alınmaması durumunda da, aynı uygulama tekrarlanır.

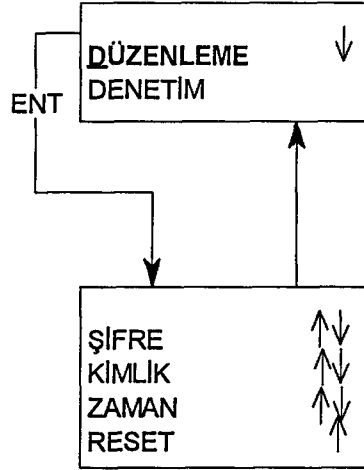
Alıcı taraf, SOT karakteri aldığı zaman, yeni bir çerçevenin geldiğini anlar, ve kayıt işaretçisini sıfırlayarak, karakterleri kaydetmeye başlar. EOT karakteri alındığı zaman, çerçeve iletiminin tamamlandığı anlaşılır, ve kayıt işlemine son verilerek, bu çerçeve ile iletilen mesaj değerlendirilir.

5.4. Modem Tarafına Yönelik Hizmet

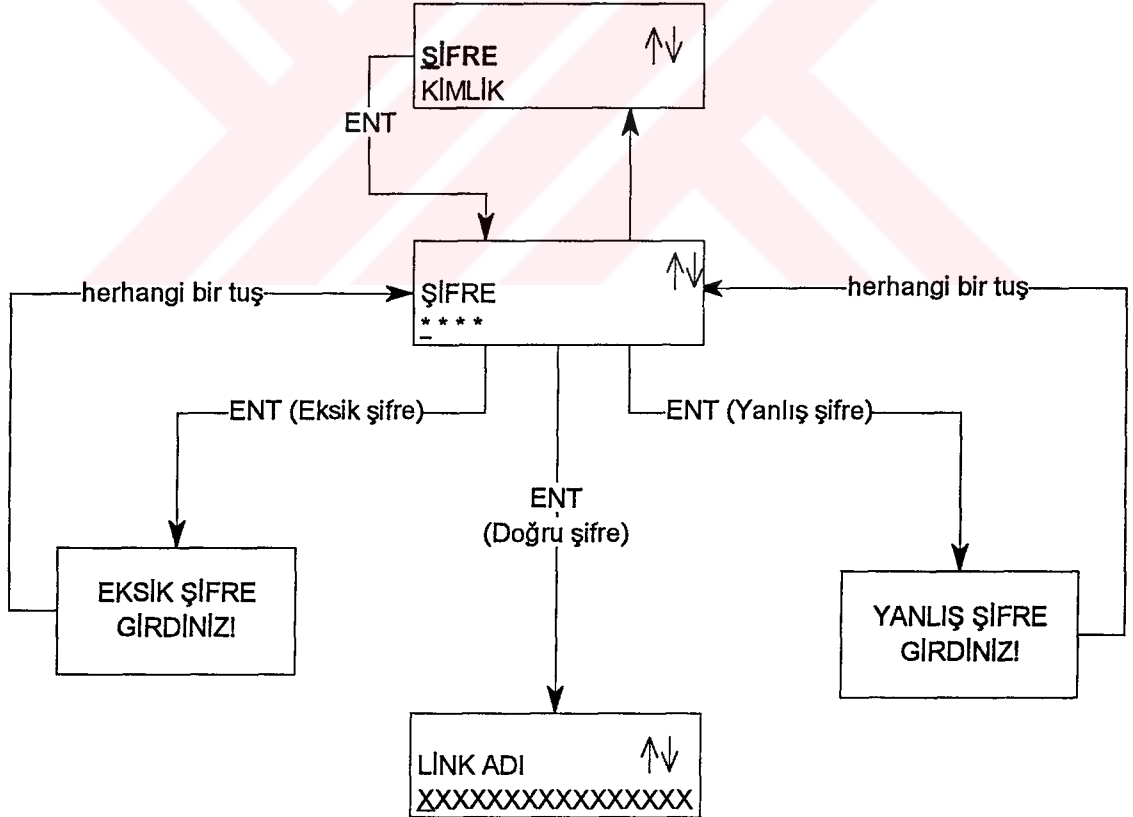
Mikrodenetleyicinin, seri haberleşme kanalına bağlı bulunan, 1200 baud hızındaki, FSK modem vasıtasıyla gönderdiği veri, analog servis kanalı üzerinden yüksek frekans birimlerine ulaşmakta ve böylece, sistemler arası haberleşme sağlanmaktadır. Bir kullanıcı, el terminalini kullanarak, başka bir sistemin veya tüm sistemlerin, alarm veya gösterge bilgisini öğrenmek istediği zaman, veya ana istasyonda, hattın tümünü ilgilendiren bir bilgi değiştirilip, diğer istasyonlara iletilmek istendiği zaman, modemler arası haberleşme gerçekleşmektedir. Bu haberleşmeyi düzenleyen veri bağlantı kontrolünde, asenkron mesaj çerçeve yapısı, zaman aşım ve çatışmalı hat kontrol yöntemi, LRC hata düzeltme yöntemi, ve dur ve bekle akış kontrol yöntemi uygulanmıştır.

Bu sistemde kullanılan asenkron mesaj çerçeve yapısı, daha önce, Teletaş Ar-Ge, Güç Elektroniği Bölümünde geliştirilen, telefon santralleri güç kaynaklarının, iletişim denetim birimlerinin, çevreleri ile iletişimi için, Bülent Örencik ve Mustafa Başak tarafından geliştirilmiş olan, Mikro İletişim Protokolü (MİPRO)'nde kullanılan çerçeve yapısına çok benzemektedir. Şekil 5-15'de bu çerçeve yapısı görülmektedir.

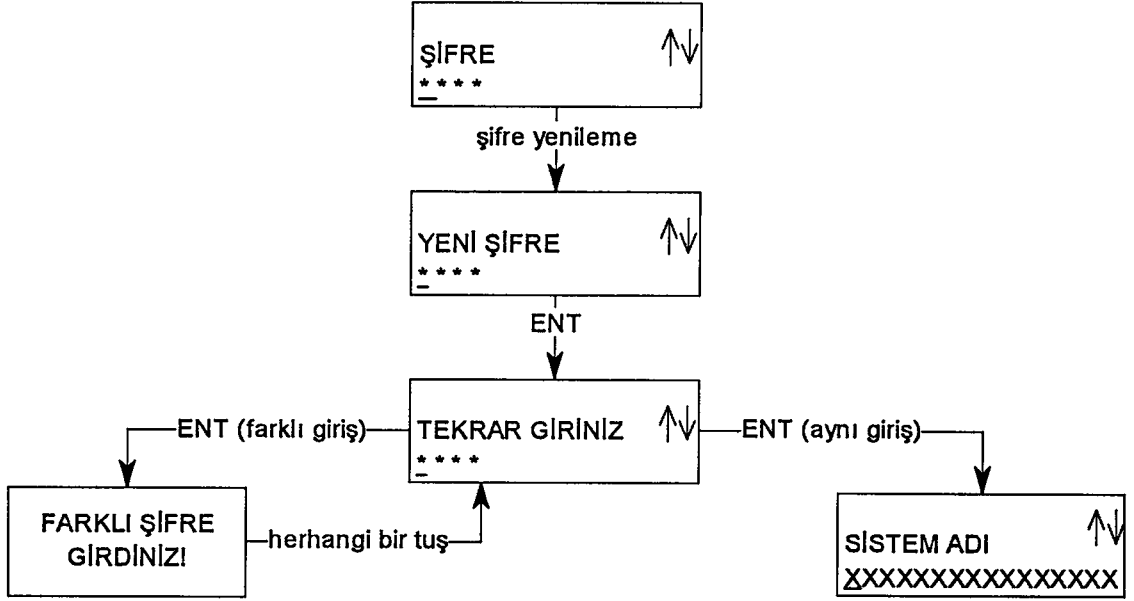
Bu yapıda, mesajın cinsine göre, farklı sayıda sekizliden oluşan bilgi alanı dışındaki alanlar, birer sekizliden oluşmaktadırlar.



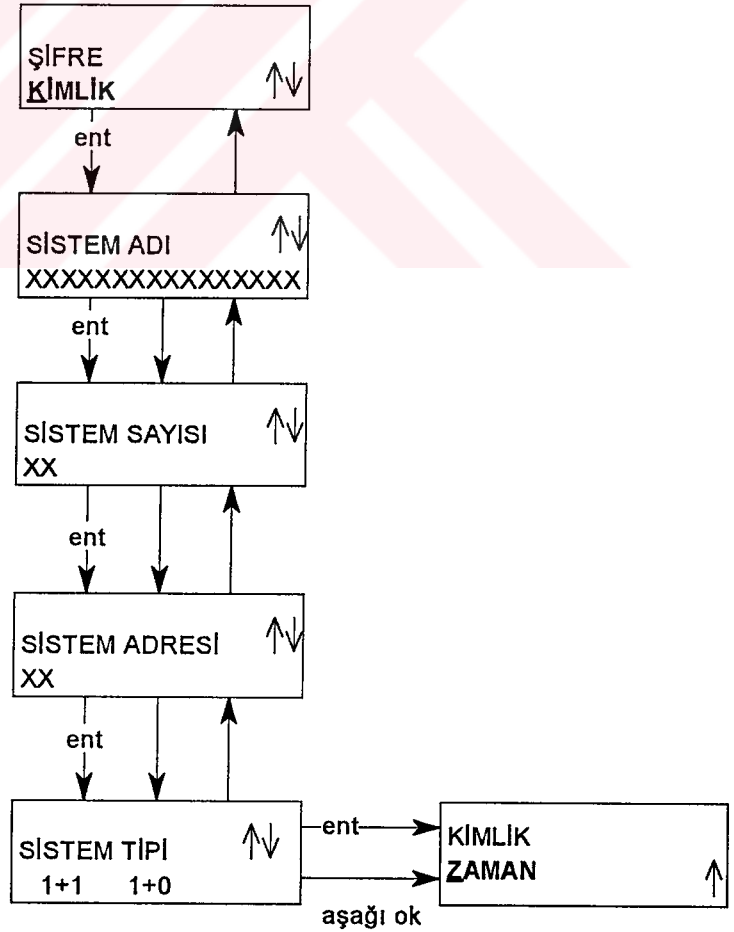
Şekil 5-1 Düzenleme Penceresi



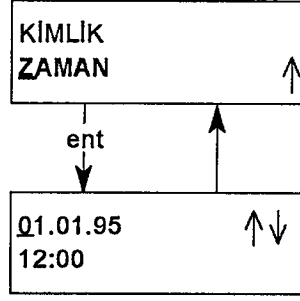
Şekil 5-2 Şifre Penceresi



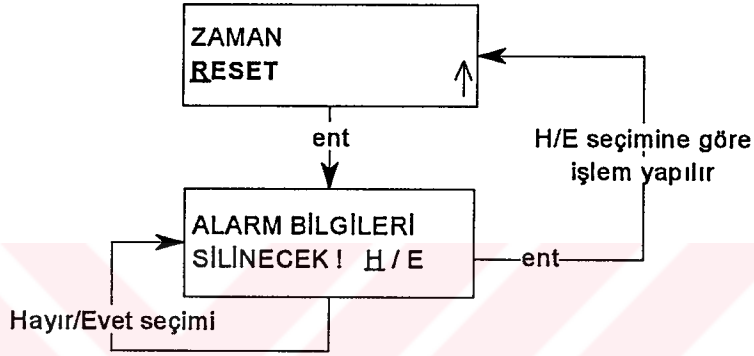
Şekil 5-3 Şifre Yenileme Penceresi



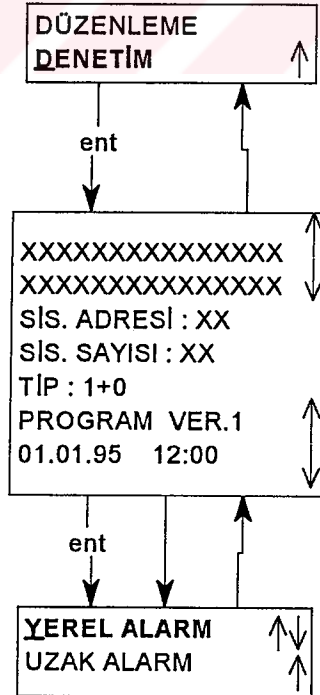
Şekil 5-4 Kimlik Penceresi



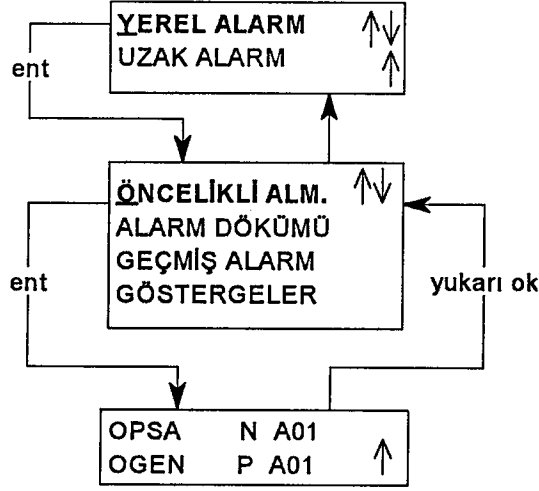
Şekil 5-5 Zaman Penceresi



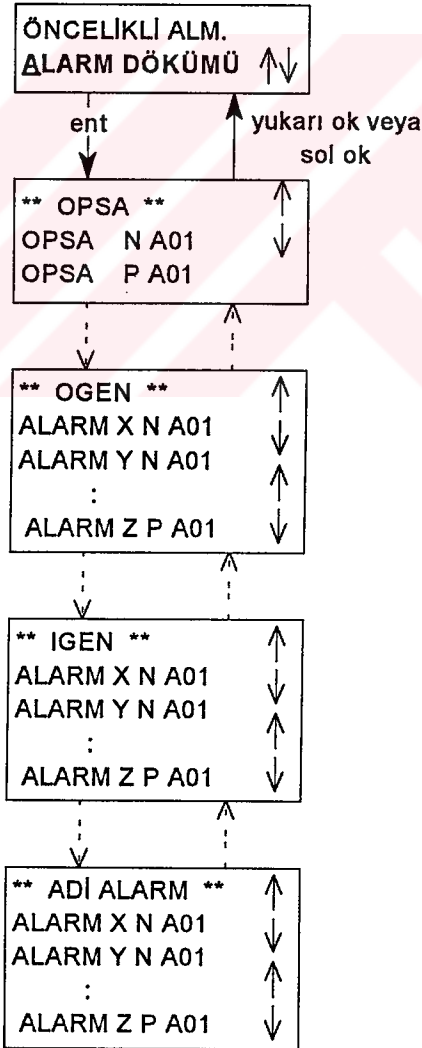
Şekil 5-6 Reset Penceresi



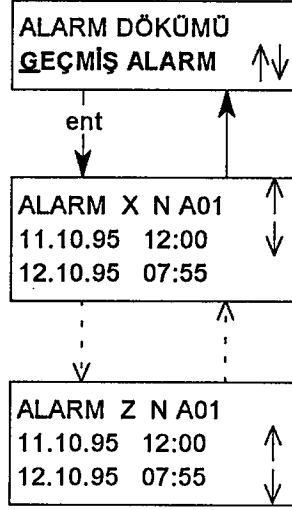
Şekil 5-7 Denetim Penceresi



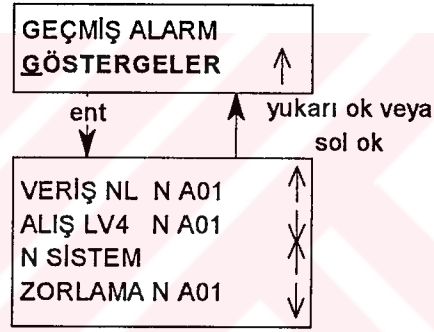
Şekil 5-8 Alarm Türü Seçim Penceresi



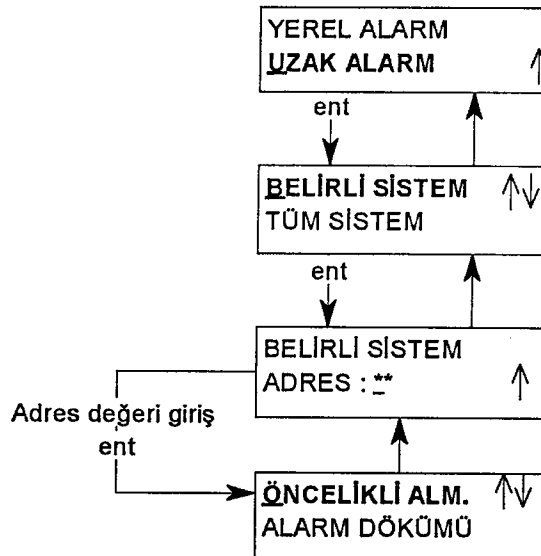
Şekil 5-9 Alarm Listesi penceresi



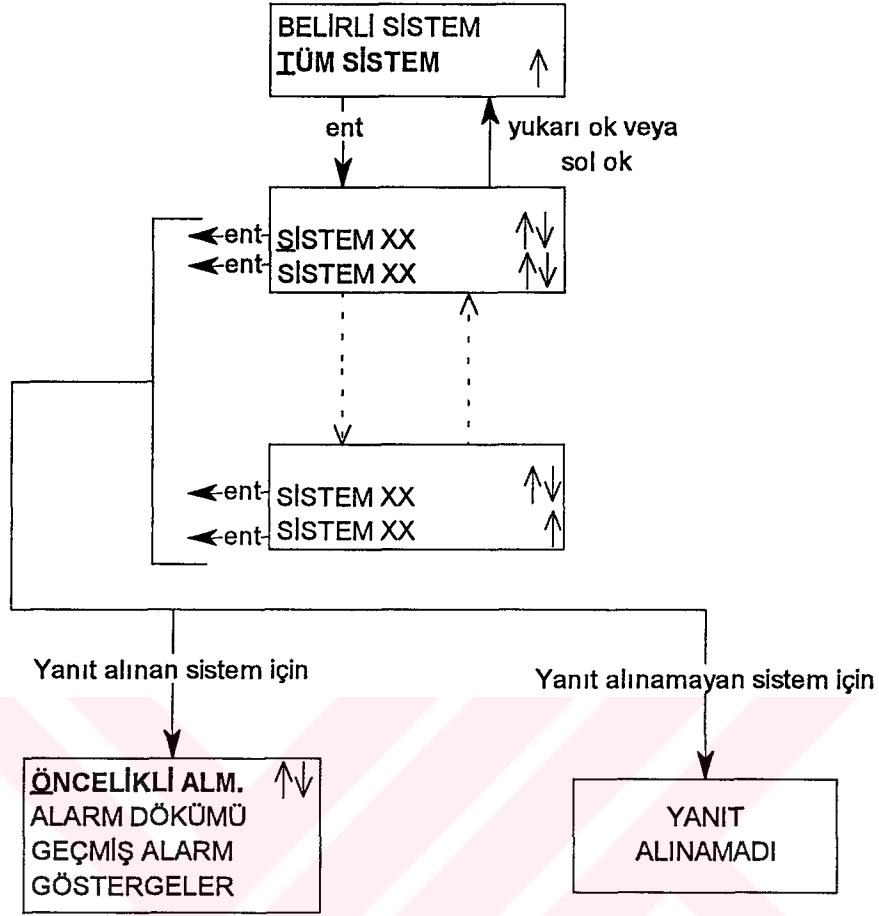
Şekil 5-10 Geçmiş Alarm Penceresi



Şekil 5-11 Gösterge Penceresi



Şekil 5-12 Sistem Seçim Penceresi



Şekil 5-13 Tüm Link Penceresi

Uzdenetim biriminden el terminaline :

SOT	Görüntülenecek karakterler	Kontrol karakterleri	EOT
-----	----------------------------	----------------------	-----

El terminalinden uz denetim birimine :

SOT	Tuş kodu	EOT
-----	----------	-----

Şekil 5-14 El Terminali için Kullanılan Çerçeve Yapıları

Alıcı adr.	SOT	Gönderici adr.	Mesaj boyu	Mesaj kodu	Bilgi	LCR	EOT
------------	-----	----------------	------------	------------	-------	-----	-----

Şekil 5-15 Modem için Kullanılan Çerçeve Yapısı

Mikrodenetleyici, modem tarafına bağılyken, UART için, otomatik adres tanıma özelliğini aktif eder. Böylece, sadece adreslenen sistemin gönderilen mesajla ilgilenmesi sağlanır, ve diğer sistemlerin bu haberleşmeye karışmaları engellenmiş olur. Mesaj çerçevesinin başındaki alıcı adres sekizlisi, bu amaçla konulmuştur. Hatta bağıly istasyonlar, bu sekizliyi aldıkları zaman, mikrodenetleyici, bir donanım kontrolüyle, bu adresi kendi adresi ile karşılaştırır, ve eğer aynı ise, daha sonraki sekizlilerin seri kanal kesmesi yaratmasına izin verir. Mikrodenetleyicinin, karşılaştırmada kullandığı adres, kullanıcının el terminaliyle belirlediğı, sistem adresidir.

SOT sekizlisi, alıcı istasyonun, kayıt işlemine başlaması gerektiğini gösteren, çerçeve başı işaretidir. Gönderici adresi, alıcının, mesajın hangi istasyondan geldiğini anlaması, ve yanıt verirken, bu adresi kullanmasını sağlar. Mesaj boyu, çerçevenin başını gösteren, SOT karakteri ile, sonunu gösteren EOT karakteri arasında yer alan, sekizlilerin sayısını göstermektedir, ve böylece, çerçeve iletimi sırasında, hata kontrol olanağı sağlamaktadır. Mesaj kodu, iletilen bilginin türünü ve değişik özelliklerini göstermektedir. Mesaj kodu sekizlisi, $m_7m_6m_5m_4m_3m_2m_1m_0$ olarak ifade edilirse, m_7 biti, soru/yanıt biti olarak kullanılır. Bir istasyon diğerini sorgularken, bu bite 0 değerini, bir istasyona cevap verirken ise, 1 değerini yazar.

Öncelikli alarm, alarm dökümü ve gösterge isteklerine yanıt verilirken, m_6 biti, yedek sistemin bulunması durumunda 1, yedeksiz çalışma durumunda 0 değerini alır. Bu alarm bilgileri istenen bir istasyonun, uzdenetim birimine, seri olarak gelen alarmlar, ötelemeli kütüklerden doğru şekilde okunamıyorsa, bu arızanın, sorgulayan istasyona bildirilmesi, ve sadece paralel alarmlarla ilgili bilgilerin gönderildiğinin, belirtilmesi gerekmektedir. m_4 biti normal sistemin, m_5 biti de yedek sistemin, seri alarm alışı biriminin arızalı olması durumunda 1 değerini alırlar.

Bir istasyondan istenen, alarm veya gösterge türünün belirtilmesi için, m_1m_0 bit çifti kullanılır. Bu bitler, öncelikli alarm bilgisi için 00, geçmiş alarm bilgisi için 01, alarm dökümü bilgisi için 10 ve göstergeler için 11 değerlerini alırlar.

Öncelikli alarm bilgisi gönderilirken, ilk önce yüksek öncelikli alarm testi yapılmakta, ve hiçbirisi aktif değilse, daha düşük öncelikli alarm testi yapılmaktadır. m_3 biti normal sistem için, m_2 biti de, yedek sistem için, yüksek öncelikli alarm bilgisi gönderme durumunda 1, daha düşük öncelikli alarm bilgisi gönderme durumunda 0 değerlerini alırlar.

Geçmiş alarm isteğinde, istasyonların karşılıklı olarak alarmın sıra numarası üzerinde anlaşabilmeleri için, birer işaretçi tutmaları gerekmektedir. Bu işaretçilerin ilk değerlerini almaları için, istekte bulunan taraf, ilk geçmiş alarm isteğinde, m_2 bitini 1, diğerlerinde ise 0 yapar. Ayrıca, sorgulanan taraf, ilk geçmiş alarm isteğinde, belleğinde kaç tane geçmiş alarm kaydı olduğunu da, karşı tarafa bildirir, ve böylece, istekte bulunan taraftaki el terminalinde, listenin sonuna gelindiği belirtilerek, daha fazla istekte bulunulmaz. Herhangi bir arıza nedeniyle fazla istekte bulunulması halinde, istekte bulunulan taraf m_4 bitini 1 yaparak, bu durumu istekte bulunan istasyona bildirir.

Hattın ana istasyonunda, link adı, sistem sayısı ve zaman bilgilerinden biri değiştirilip, bu bilgi tüm sistemlere öğretilmek istendiği zaman, $m_6m_5m_4$ bitleri, 111 değerini alır. m_1m_0 bitleri 00 ise, link adı, 01 ise, sistem sayısı, 10 ise, zaman bilgisi, hattaki sistemlere gönderilir.

Bir sorgulama karşılığında istenen yanıt, sağlıklı şekilde alındığı zaman, bu durumu karşı tarafa bildirmek için, mesaj kodu alanına ACK sekizlisi yazılarak, sorgulanan tarafa gönderilir. Eğer, haberleşen istasyonlardan biri, mesaj çerçevesini hatalı olarak almışsa, mesaj koduna NACK sekizlisi yazarak, karşı tarafın mesajı tekrarlaması gerektiğini belirten çerçeveyi gönderir.

Çerçevedeki bilgi alanı, alarm ve gösterge iletimi için, 1 ile 11 sekizli arasında, değişik sayıda olabilir. Bilgi iletimi olmayan çerçevelerde bu alan yoktur.

Çerçevelerin hata sınavasının yapılabilmesi için, LRC sekizlisi kullanılır. Bu sekizli şu şekilde hesaplanır:

$$\text{LRC} = 0\text{xff} \oplus \text{mesaj boyu} \oplus \text{mesaj kodu} \oplus \text{bilgi}(1) \oplus \dots \oplus \text{bilgi}(n)$$

Alıcı taraf, aynı yöntemle yaptığı hesaplamayı, LRC sekizlisiyle karşılaştırır, ve eğer aynıysa, çerçeveyi doğru olarak aldığına karar verir. Ayrıca, alınan çerçevede, SOT ve EOT sekizlileri arasında, mesaj boyu sekizlisindeki değerden farklı sayıda sekizli varsa, çerçevenin hatalı olduğu anlaşılır.

Modem haberleşmesi yapmak isteyen bir sistem, çatışmalı hat kontrol yöntemine uygun olarak, ilk önce, 10 ms boyunca hattın meşgul olup olmadığını kontrol eder, ve eğer boş ise, hattın kontrolünü ele geçirir. Eğer hat meşgul ise, bu işlem 120 defa daha tekrarlanır. Bu süre, en uzun haberleşme süresinden daha uzun olduğu için, hattın hala meşgul görünmesi durumunda, arıza olduğu anlaşılır, ve el terminalinde bunu belirten bir mesaj görüntülenir.

Bir mesaj çerçevesi gönderildikten sonra, karşı tarafın yanıt verip veremediğini anlayabilmek için, 30 ms'lik bir zamanlayıcı tutulur. Bu süre boyunca, karşı taraftan bir yanıt gelmezse, bu çerçeve tekrar gönderilir ve zamanlayıcı başlatılır. Bu işlemler 3 defa tekrarlandığı halde yanıt alınamazsa, bu arıza durumunu belirten mesaj görüntülenir.

5.5. Alt Programlar

Uzdenetim Birimi Yazılımında kullanılan alt programlar aşağıda verilmiştir.

rec232 : UART kesme programıdır. Mikrodenetleyicinin UART'ına bağlı olan, el terminali veya modemle haberleşirken, eğer izin verilmişse, her sekizli alma ve gönderme işleminde bu alt programa dallanılır. Sekizli gönderme durumunda, sadece TI bayrağı sıfırlanır ve ana programa dönlür. Bir sekizli alma durumunda, ilk önce hangi tarafa bağlı olunduğuna bakılır. El terminaliyle haberleşme durumunda, tekrarlı haberleşme için oluşturulan algoritma uygulanır. Çerçeve gönderme durumunda, gönderilen sekizlinin tekrarının, doğru olarak alınıp alınmadığı kontrol edilerek, bir sonraki sekizlinin gönderilmesi sağlanır, ve gönderme işlemi bittiğinde,

uygun değişkenlere gerekli değerler atanır. Her sekizliden sonra, zamanlayıcı başlatma işlemi ve uzun sũreli, hatalı haberleşme kontrolũ de geręekleřtirilir. El terminalinden çeręeve alma durumunda, çeręeve başlangıcını gũsteren SOT karakterinin alınmasıyla, kayıt işlemine başlanır. Alınan kontrol sekizlilerinin gerekleri yerine getirilir ve her sekizli için kayıt, tekrar gũnderme, zamanlayıcı başlatma işlemleri geręekleřtirildikten sonra, ana programa dũnũlũr. Modem tarafıyla haberleşirken, çeręevenin başını ve sonunu belirleyen karakterler kontrol edilerek, kurallara uygun çeręeveler kaydedilir. Hatalı çeręeve alımında veya haberleşmenin bozulması durumunda, gerekli ۆnlemler alınır.

host_int1 : Modem tarafıyla haberleşirken alınan, geçerli bir çeręevenin değerlendirildiği fonksiyondur. Eğer, gũnderilen bir istek veya INFO mesajına karşılık bir çeręeve alınmışsa, ilk ۆnce INFO mesajı karşılığında, ACK mesajının mı, yoksa bir istek mesajının yanıtının mı alındığına bakılır. ACK mesajı alınmışsa, modemin veriş hızı 75 bauda ayarlanır. Eğer, INFO mesajı ilk defa gũnderilmekteyse, sıradaki istasyon adreslenir. Bũtũn istasyonlar adreslenmişse, el terminaline bağlanılarak, ilgili mesaj gũrũntũlenir. Eğer, daha ۆnce INFO gũnderilip de haberleşilemeyen bir istasyon, yeniden adreslenip, karşılığında ACK mesajı alınmışsa bu durum kaydedilir ve el terminaline bağlanılır. Bir istek mesajına karşılık yanıt mesajı alınmışsa, ACK mesajı gũnderilir ve karşı tarafın modem veriş hızını 75 bauda dũřũrmesi beklendikten sonra, alınan yanıt değerlendirilip, el terminalinde gũrũntũlenir. Eğer, bir istek veya INFO mesajı gũndermeden bir mesaj alınmışsa, bu mesaj istek, ACK veya INFO mesajı olabilir. Bir istek mesajı alınmışsa, yanıt çeręevesi hazırlanarak karşı tarafa gũnderilir. Gũnderilen bir yanıt çeręevesine karşılık, ACK mesajı alınmışsa, modemin veriş hızı 75 bauda ayarlanır ve 10 ms beklenir. Alınan bir INFO mesajıysa, karşılığında ACK mesajı gũnderilir ve bu bilgi kaydedilir.

host_int2, host_int3, host_int4 : El terminaliyle haberleşirken alınan, geçerli bir çeręevenin, değerlendirildiği fonksiyonlardır. El terminalinden bir tuş kodu alındığında, menũ işaretçisinin değeri sırasıyla, 0-15, 15-30, 31-40 aralıklarından hangisindeyse, o fonksiyona dallanılır. Bu fonksiyonlarda, tuş kodunun gerektirdiği

işlemler yerine getirilir ve el terminalinde görüntülenmesi gereken mesaj hazırlanıp, gönderilir.

host_rs232 : El terminali veya modem tarafına mesaj gönderme işleminin, son aşamasında kullanılan bir fonksiyondur. Mesaj el terminaline gönderilecekse, ilk önce UART'ın çalışma hızı ve gerekli kütük değerleri ayarlanır. Gönderilecek çerçevenin son şekli hazırlanarak, ilk sekizliyi göndermek için send2320 fonksiyonuna dallanılır. Eğer, mesaj modem tarafına gönderilecekse, hattın boş olup olmadığını anlamak için, modem CDT ucunun kontrol edilmesi gerektiğini gösteren bayrak kontrol edilir ve gerekiyorsa, 10 ms boyunca bu uç gözlenir. Bu süre içinde CDT ucu aktif olursa, mesaj gönderilmez ve cdt_ptr sayacı artırılır. Bu sayacın değerinin 120'ye ulaşması, hattın normal durumdan daha uzun süre dolu olması anlamına geldiği için, bu durumda el terminalinde arıza mesajı görüntülenir. Eğer, hattın 10 ms boyunca boş olduğu sezilirse, modem veriş hızı 1200 bauda ayarlanıp, UART'ın hız ve kütük ayarları yapılarak, haberleşen istasyonların kararlı duruma gelmeleri için, 17 ms beklenir. send_buffer dizisinde tutulan çerçeve sekizlileri, TI bayrağı kontrol edilerek, teker teker gönderilir ve gönderilen ACK çerçevesi değilse, 30 ms'lik zamanlayıcı başlatılır. ACK çerçevesi gönderilmişse, karşı tarafın modem veriş hızını 75 bauda indirmesini bekledikten sonra, gönderici taraf da modem veriş hızını 75 bauda düşürür.

alm_request : El terminali kullanılarak, herhangi bir istasyondan alarm bilgisi istenirken, dallanılan fonksiyondur. Gönderilecek istek çerçevesi, send_buffer dizisine yazılır. El terminaline gönderilen son sekizli için, 1 ms beklenir ve modem tarafıyla haberleşme için, ilgili bayraklara uygun değerler verilir. Mikrodenetleyicinin UART'ı modem tarafına bağlanır, ve haberleşme için gerekli hız ve kütük düzenlemeleri yapılır. host_rs232 fonksiyonuna dallanılarak, istek çerçevesi gönderilir.

send_info : Ana istasyonda, el terminali kullanılarak link adı, sistem sayısı, zaman bilgilerinden biri değiştirilip, bu bilgi diğer istasyonlara gönderilirken,

dallanılan fonksiyondur. alm_request fonksiyonundan tek farkı, send_buffer dizisine istek çerçevesi yerine, INFO mesajının yazılıp gönderilmesidir.

alm_list_proc : El terminalinde, yerel veya uzak bir istasyonun alarm listesi görüntülenmek istendiğinde, dallanılan fonksiyondur. Alarm listesi hazırlanırken, ilk önce yedek sistemin olup olmadığına bakılır. Eğer yedek sistem mevcutsa, o anda hangi sistemin aktif olduğuna bakılarak, listede ilk önce o sistemin alarmları görünecek şekilde sıralama yapılır. Alarmlar sırasıyla, güç kaynağı, dış birim, iç birim ve adi alarm başlıkları altında, ve bu başlıklar altında da belirli öncelik sırasına göre görüntülenirler. Dış birim alarmları listelenirken, uzdenetim kartına seri olarak gelen alarmları paralele çeviren devrede bir hata olup olmadığı kontrol edilir. Bu devrede bir hata varsa, bu durum OREC alarmı olarak listeye eklenir ve seri olarak gönderilen alarmlar değerlendirmeye katılmaz. Her alarmın yanında, normal/yedek sistem bilgisi ve sistem adresi görüntülenir. Satır sonlarında görüntülenen ok işaretleri, kullanıcıya liste içinde hareket ederken yol gösterir.

ind_disp_proc : El terminalinde yerel veya uzak bir istasyonun göstergeleri görüntülenmek istendiğinde, dallanılan fonksiyondur. Alarm listesinde olduğu gibi, eğer yedek sistem varsa, hem normal hem de yedek sistemin göstergeleri, o anda aktif olan sistem öncelikli olmak üzere listelenir. Listede yer alan göstergeler, dış birimden gönderilen veriş ve alış seviye bilgileri, iç birimden alınan N/P aktif sistem bilgisi ve sistemin zorlamada çalıştığını gösteren, BLCK bilgisidir. Seri veriyi paralele çeviren devre arızalıysa, bu verinin içinde yer alan seviye bilgileri değerlendirmeye katılmaz. Göstergelerin yanında, ait oldukları sistemin N/P bilgisi ve adresi görüntülenmektedir.

trans_past_alm_buf : El terminali kullanılarak, yerel veya uzak bir istasyonun, geçmiş alarm kayıtları görüntülenmek istendiğinde kullanılan fonksiyonlardan biridir. Her bir geçmiş alarm kaydını oluşturan alarmın adı, oluşma zamanı ve bitiş zamanından oluşan üç satırlık bilginin son iki satırını hazırlar. NOVRAM'de BCD biçiminde saklanan zaman bilgileri, HEX biçimine çevrilerek, görüntülenmeye uygun biçimde, past_alm_disp_buf dizisine yazılırlar.

send_message1 : El terminalinin ekranında görüntülenecek, tek bir mesaj dizisi ve değişken sayıda kontrol ve görüntü karakterlerinden oluşan bir mesajın, buffer dizisine yazılıp, haberleşme için gerekli değişkenlere uygun değerlerin verildiği fonksiyondur. Çerçevenin gönderilmesi için, host_rs232 fonksiyonuna dallanılır.

send_message2 : El terminalinin ekranında görüntülenecek, iki mesaj dizisi ve değişken sayıda kontrol ve görüntü karakterlerinden oluşan bir mesajın, buffer dizisine yazılıp, haberleşme için gerekli değişkenlere uygun değerlerin verildiği fonksiyondur. Çerçevenin gönderilmesi için, host_rs232 fonksiyonuna dallanılır.

systems_selection_disp : El terminali kullanılarak, hatta bağlı bütün istasyonların alarmları öğrenilmek istendiği zaman, alarmı olan sistemlerden oluşan listeyi görüntülerken kullanılır. sys_ptr işaretçisinin değerine göre, iki satırlık ekranda görüntülenecek sistem numaraları belirlenerek, uygun ok işaretlerinin görüntülenmesi ve imlecin aktif seçenek üzerinde yanıp sönmesi sağlanır.

past_alm_disp : El terminali kullanılarak, yerel veya uzak bir istasyonun geçmiş alarm kayıtları görüntülenmek istendiğinde, dallanılan fonksiyondur. past_disp_ptr işaretçisiyle, görüntülenme sırası belirlenen geçmiş alarm bilgisini oluşturmak için, trans_past_alm_buf fonksiyonuna dallanılarak, sıradaki alarmın oluşma ve kaybolma zamanları, görüntülenmeye uygun şekilde hazırlanır. alm_list dizisinden bu alarmın adı da okunarak, past_alm_disp_buf dizisine kaydedilir ve sistem adresi bilgisi de eklenerek, el terminali ekranına ilk iki satır gönderilir.

ent_sys_type_disp : El terminalinde, düzenleme seçeneğine girildiği zaman, eğer uzdenetim biriminin şifresi doğru olarak yazılmışsa, sistem bilgilerinden biri olan, sistem tipinin seçilme penceresinin, ekranda görüntülenmesini sağlayan fonksiyondur. İlk satırda “SİSTEM TİPİ” yazısı, ikinci satırda 1+0 ve 1+1 seçenekleri görüntülenerek, imlecin o anda aktif olan seçeneğin üzerinde yanıp sönmesi sağlanır.

spc_all_past : El terminali kullanılarak, uzak sistemlerden birinin geçmiş alarmları görüntülenmek istenildiğinde, bu sistemin gönderdiği yanıt çerçevesi

değerlendirilirken, dallanılan fonksiyondur. Bu çerçevenin içinde gönderilen, ve sorgulanan istasyonun NOVRAM'inde kayıtlı bulunan sekizli sayısını belirten değer, `rem_past_byte_num` değişkenine kaydedilir. Alınan, geçmiş alarm bilgisinin kaydedildiği bellek alanındaki bir sonraki boş alanı gösteren, `received_past_alm_ptr` işaretçisinin değerine arttırılarak, kayıt işlemi gerçekleştirilir. Menü işaretçisi, `menu_ptr`'a uygun değer verilerek, el terminalinde ilk iki satırın görüntülenmesi için, `past_alm_disp` fonksiyonuna dallanılır.

timer232_init0 : Mikrodenetleyicinin, zamanlayıcı 1 koşullamalarını yapmak için kullanılır. Kesme programları dışındaki fonksiyonlardan dallanılarak, zamanlayıcı başlatılması için, `using 0` parametresi kullanılmıştır. Böylece, bu fonksiyonda, çağırıldığı fonksiyondaki gibi, mikrodenetleyicinin 4 adet kütük grubundan, registerbank 0'ın kullanılması sağlanır. TMOD kütüğüne, zamanlayıcı 1'i, 16 bit zamanlayıcı olarak koşullamak için, gerekli değeri yazar ve sürenin belirlendiği, `delay` parametresindeki değeri, TH1 ve TL1 kütüklerine yükler. Zamanlayıcı 1 kesmesine izin verdikten sonra, TR1 bayrağına 1 yazarak, zamanlayıcıyı başlatır.

timer232_init1 : `timer232_init0`'dan tek farkı, kesme programlarının içinden dallanıldığı için, `using 1` parametresinin kullanılmasıdır. Böylece bu fonksiyonun, çağırıldığı kesme programı gibi, registerbank 1'i kullanması sağlanır.

timer_answer_init0 : Mikrodenetleyicinin, zamanlayıcı 0 koşullamalarını yapmak için kullanılır. Kesme programları dışındaki fonksiyonlardan dallanılarak, zamanlayıcı başlatılması için `using 0` parametresi kullanılmıştır. Böylece bu fonksiyonda, çağırıldığı fonksiyondaki gibi, mikrodenetleyicinin 4 adet kütük grubundan, registerbank 0'ın kullanılması sağlanır. TMOD kütüğüne, zamanlayıcı 0'ı 16 bit zamanlayıcı olarak koşullamak için, gerekli değeri yazar ve sürenin belirlendiği `delay` parametresindeki değeri, TH0 ve TL0 kütüklerine yükler. Zamanlayıcı 0 kesmesine izin verdikten sonra, TR0 bayrağına 1 yazarak, zamanlayıcıyı başlatır.

timer_answer_init1 : `timer_answer_init0`'dan tek farkı, kesme programlarının içinden dallanıldığı için, `using 1` parametresinin kullanılmasıdır.

Böylece bu fonksiyonun, çağırıldığı fonksiyonlar gibi, registerbank 1'i kullanması sağlanır.

time_out_answer : Zamanlayıcı 0 taşması oluştuğunda, dallanılan kesme programıdır. Zamanlayıcı durdurulur ve ana program içinde kontrol edilen, time_out_answer_flag bayrağına 1 yazılır.

time_out_232 : Zamanlayıcı 1 taşması oluştuğunda, dallanılan kesme programıdır. Zamanlayıcının başlatılma nedenini gösteren, time_out_ptr işaretçisinin değerine göre, zamanlayıcının devam etmesi gerekiyorsa, timer232_init1 fonksiyonuna dallanılarak, kütükler tekrar yüklenir, aksi durumda zamanlayıcı durdurulur. Eğer oluşan kesmenin nedeni, el terminaline mesaj gönderilirken oluşan haberleşme arızasıysa, send_flag ve rprr değişkenlerine uygun değerler verilir. Eğer, el termineli bağlıyken, modem tarafına dallanma durumu söz konusuysa, REN bayrağı 0 yapılarak, UART kesmesi engellenir. Ana program içinde kontrol edilen, time_out_flag bayrağına 1 yazılır.

send_disp : El terminalinde uzun bir mesaj değil de, az sayıda görüntü ve kontrol karakteri gönderileceği zaman, kullanılan fonksiyondur. Sayısı, n parametresi ile belirlenen değişken sayıdaki parametre, buffer dizisine yazılarak, mesaj çerçevesi oluşturulur ve host_rs232 fonksiyonuna dallanılarak, gönderme işlemine başlanır.

date_time_record : Uzdenetim biriminin, alarm girişlerinde bir değişiklik olduğu zaman, geçmiş alarm kayıtlarının yapılması için dallanılan fonksiyondur. Yeni bir alarm kaydı yapılacaksa, ilk önce NOVRAM'de yer olup olmadığına bakılır. Eğer yer kalmamışsa, NOVRAM'deki kayıtlar kaydırılarak, en eski alarm kaydı silinir ve bu kayıtlarla ilgili, past_alm_ptr ve second_ptr işaretçilerine, uygun değerler verilir. 11 sekizliden oluşan geçmiş alarm kaydının ilk sekizlisine, oluşan alarmın numarası yazılır. Daha sonraki 5 sekizliye, alarmın oluşma zamanı, dakika, saat, gün, ay ve yıl olarak kaydedilir. Saniye bilgisi, işlem kolaylığı nedeniyle, ayrı bir dizide saklanır. Alarmın kesilme zamanının saklandığı, son 5 sekizlilik alana, o anda alarmın aktif olduğunu belirten, 'A' karakteri yazılır ve geçmiş alarm kayıt işaretçilerinin değerleri

arttırılır. Eğer, daha önce oluşmuş bir alarmin kesilmesi söz konusuysa, ilk önce bu alarmin, NOVRAM'ın neresinde kayıtlı olduğu bulunur. Alarmin kaydedildiği zaman bilgisiyle, kesildi zaman karşılaştırılarak, alarmin aktif kalış süresine bakılır. Bu süre 5 sn'den kısaysa, bu alarmı ait kayıt silinerek, daha sonraki kayıtlar bir öne kaydırılır. Eğer zaman farkı 5 sn'den uzunsa, alarm kaydının son 5 sekizlisine, gidiş zamanı kaydedilir.

rs232_reset : Mikrodenetleyicinin UART'ını, el terminaliyle haberleşme için koşullamak amacıyla kullanılır. 8 veri bitiyle, 1'er adet başlangıç ve sonlandırma bitlerinden oluşan, mod 1 biçim seçimi ve UART kesmesine izin vermek için, SCON kütüğü koşullanır. Haberleşme hızını belirlemek için, zamanlayıcı 2'nin kullanılması ve bu zamanlayıcının başlatılması için, T2CON kütüğü, haberleşme hızının 9600 baud olması için de, zamanlayıcı 2'ye ait RCAP2H ve RCAP2L kütüklerine uygun değerler yazılır.

modem_reset : Mikrodenetleyicinin UART'ını, modem tarafla haberleşme için, koşullamak amacıyla kullanılır. 8 veri biti, TB8 programlanabilir data biti, 1'er adet başlangıç ve sonlandırma bitlerinden oluşan, mod 3 biçim seçimi, ve UART kesmesine izin vermek için, SCON kütüğü koşullanır. Haberleşme hızını belirlemek için, zamanlayıcı 2'nin kullanılması ve bu zamanlayıcının başlatılması için, T2CON kütüğü, haberleşme hızının 1200 baud olması için de, zamanlayıcı 2'ye ait, RCAP2H ve RCAP2L kütüklerine uygun değerler yazılır.

buffer_trans_proc : El terminaliyle haberleşirken, buffer dizisindeki sekizlileri, tamamen ASCII karakterlerden oluşacak şekilde düzenleyerek, gönderilecek çerçevenin son halini, trans_buffer dizisine yazmak için kullanılır.

send2320 : El terminaline bir mesaj gönderilirken, host_rs232 fonksiyonunun içinden çağırılan bir fonksiyondur. Hattın dolu olup olmadığını gösteren, cdt_ptr değişkeninin değerini 0 ise, buffer_trans_proc fonksiyonunda hazırlanan, trans_buffer dizisinin ilk elemanı gönderilir, ve 40 ms'lik zamanlayıcı başlatılarak, haberleşmeyle ilgili kütük ve değişkenlere gerekli değerler verilir.

send2321 : El terminaline mesaj gönderirken, send2320 fonksiyonu ile gönderilen, ilk sekizliden sonraki sekizlilerin, gönderildiği fonksiyondur. Alınan tekrar veya ESC karakterine göre, gönderilecek karakter belirlenir ve gönderilen her karakterden sonra, 40 ms'lik zamanlayıcı başlatılır.

convert_to_hex : bcd_num parametresindeki, BCD biçimli sekizliyi, HEX biçimine çevirir. NOVRAM'den, BCD biçiminde okunan zaman kütüklerindeki değerleri, HEX biçimine çevirirken kullanılır.

imp_alm_disp : Mikrodenetleyicinin UART'ının, el terminali veya modem taraflarından hangisine bağlanacağını, modemin veri hızının seçilmesini sağlayan kontrol uçlarının ve LED'lerde görüntülenecek olan öncelikli alarm çıkışlarının bulunduğu, imp_alm_buf_n ve imp_alm_buf_p değişkenleri hazırlanır. Normal ve yedek sistemlerden hangisinin alarmlarının görüntüleneceğinin seçildiği anahtarın konumunu gösteren, n_p_flag bayrağının değerine göre, bu iki değişkenden biri kullanılarak, LED'ler ve kontrol uçları sürülür.

address_next_sys : Hatta bağlı olan, tüm istasyonların alarmları öğrenilmek istendiği zaman, kullanılan bir fonksiyondur. Adreslenen ilk istasyondan yanıt alındığı zaman, veya zaman aşımı durumunda, bir sonraki istasyonun, alm_request fonksiyonu kullanılarak adreslenmesi için kullanılır. Bütün istasyonların adreslenmesi gerçekleştiği zaman, el terminaline bağlantı için gerekli düzenlemeler yapılır ve alarmı olan sistemlerin numaraları görüntülenir.

send_ack : Bir yanıt veya INFO mesajının doğru alındığını bildirmek için, ACK mesajı göndermek amacıyla kullanılır. ACK mesaj çerçevesi oluşturularak, send_buffer dizisine yazılır ve host_rs232 fonksiyonuna dallanılarak, gönderme işlemine başlanır.

5.6. Yazılım Kontrol Bilgisi

Uzdenetim Birmi yazılımı, Windows uyumlu, Win-Edit kelime işlem programı kullanılarak, C dilinde yazılmıştır. Bu kaynak dosyası, Keil Elektronik'in 8051 mikrodeneleyicileri için geliştirdiği, C51 derleyicisi kullanılarak derlenmiştir.

C51 derleyicisi, C dili ifadelerini ve diğer komutları, Intel nesne biçimine dönüştürerek, bir nesne dosya yaratır. Ayrıca derleyici, seçime bağlı olarak, değişken isimleri, fonksiyon isimleri, satır numaraları gibi, programın dScope-51 veya Intel uyumlu bir emülatör kullanılarak, hata analizinin yapılmasını sağlayacak gerekli bilgileri hazırlayabilir. Derleme işlemi sonucunda, kaynak kodu, komut bilgisi, birleştirici listesi ve sembol tablosunu içeren bir listeleme dosyası oluşturulur.

Derleme işlemi sonucunda elde edilen nesne dosya, L51 bağlayıcı/yerleştirici programının giriş dosyası olarak kullanılarak, bağlantı, bellek düzenleme ve mutlak dosya oluşturma işlemleri gerçekleştirilir. Oluşturulan, abs uzantılı bu dosya, Intel ICE-51 FX/PC emülatöre yüklenerek, programın hata ayıklama işlemi gerçekleştirilir.

Keil C-51 paketi; C51.EXE, L51.EXE, LIB51.EXE, OHS51.EXE programları ve bunların kullandığı dosyalardan oluşmuştur.

Programın geliştirilme aşamaları şunlardır:

- Yazılımı istenen program, dosyaları ASCII biçiminde saklayan herhangi bir kelime işlem programı kullanılarak yazılır. Yazılan programın eki, C olarak verilir.
- Elde edilen kaynak dosyası, C51.EXE derleyicisiyle nesne koduna çevrilir. Bu işlem için,

C51 kaynak adı.C CODE DEBUG

komutu kullanılır. Bu derleme işlemi sonucunda, 'kaynak adı.OBJ' ve 'kaynak adı.LST' olmak üzere iki dosya üretilir. Kullanılan CODE parametresi, LST uzantılı dosyaya programın, birleştirici kodunun ilave edilmesini sağlar.

DEBUG parametresi, OBJ uzantılı dosyaya, programın test aşamasında gerekli olan, hata ayıklama bilgisinin eklenmesini sağlar. Eğer, derleme işlemi sırasında hata oluşmuşsa, bu hatanın yeri ve nedeni, LST uzantılı dosyadan öğrenilerek, kaynak dosyada gerekli düzeltmeler yapılır, ve program tekrar derlenir.

- Program parçaları arasındaki, bağlantı, bellek düzenleme ve mutlak dosya oluşturma işlemlerinin gerçekleştirilmesi için, L51.EXE programı kullanılır. Bunun için,

L51 kaynak adı.OBJ TO kaynak adı.ABS RAMSIZE (256)

komutu kullanılır.

- Elde edilen, ‘kaynak adı.ABS’ dosyası, I51FX.EXE programına giriş olarak yüklenerek, ICE-51 FX/PC emülatörde kullanılır.
- ABS uzantılı dosyanın, Intel HEX biçimine dönüştürülmesi için, OHS51.EXE programı kullanılır. Bunun için,

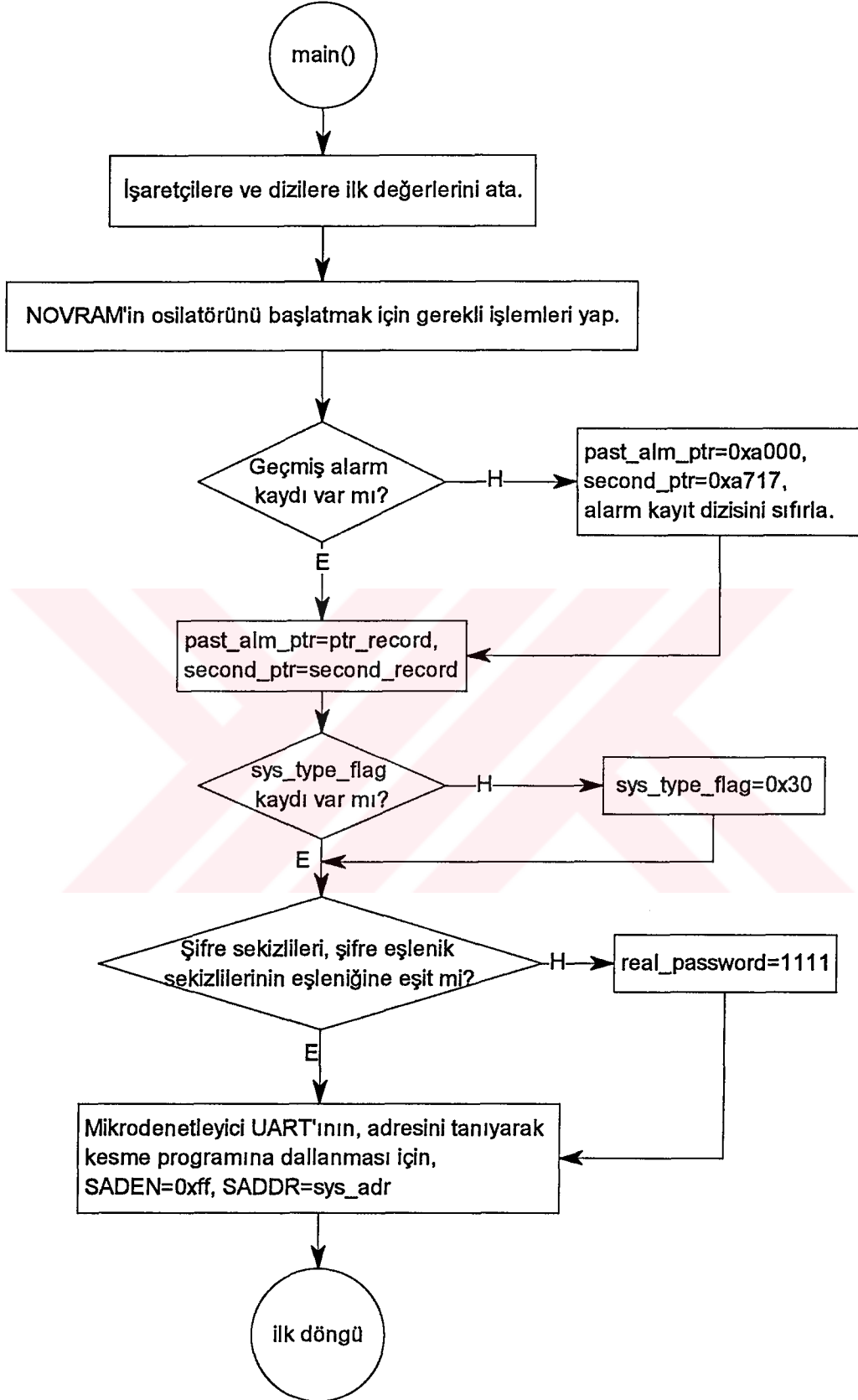
OHS51 kaynak adı

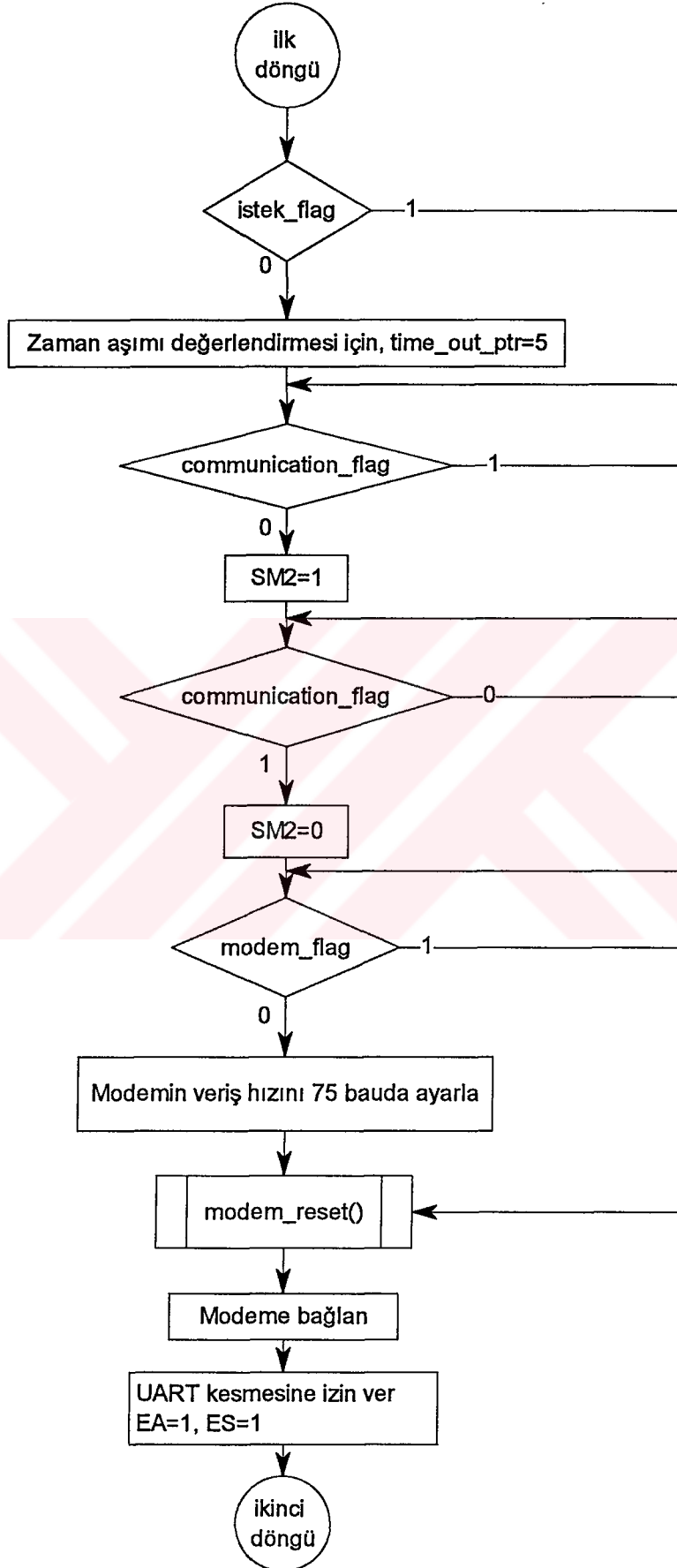
 komutu kullanılır. Bu işlemin sonucunda kaynak adı.HEX isimli bir dosya oluşur.
- Elde edilen kaynak adı.HEX isimli dosya, DATA I/O cihazına aktarılır ve bu program EPROM’a yüklenir.

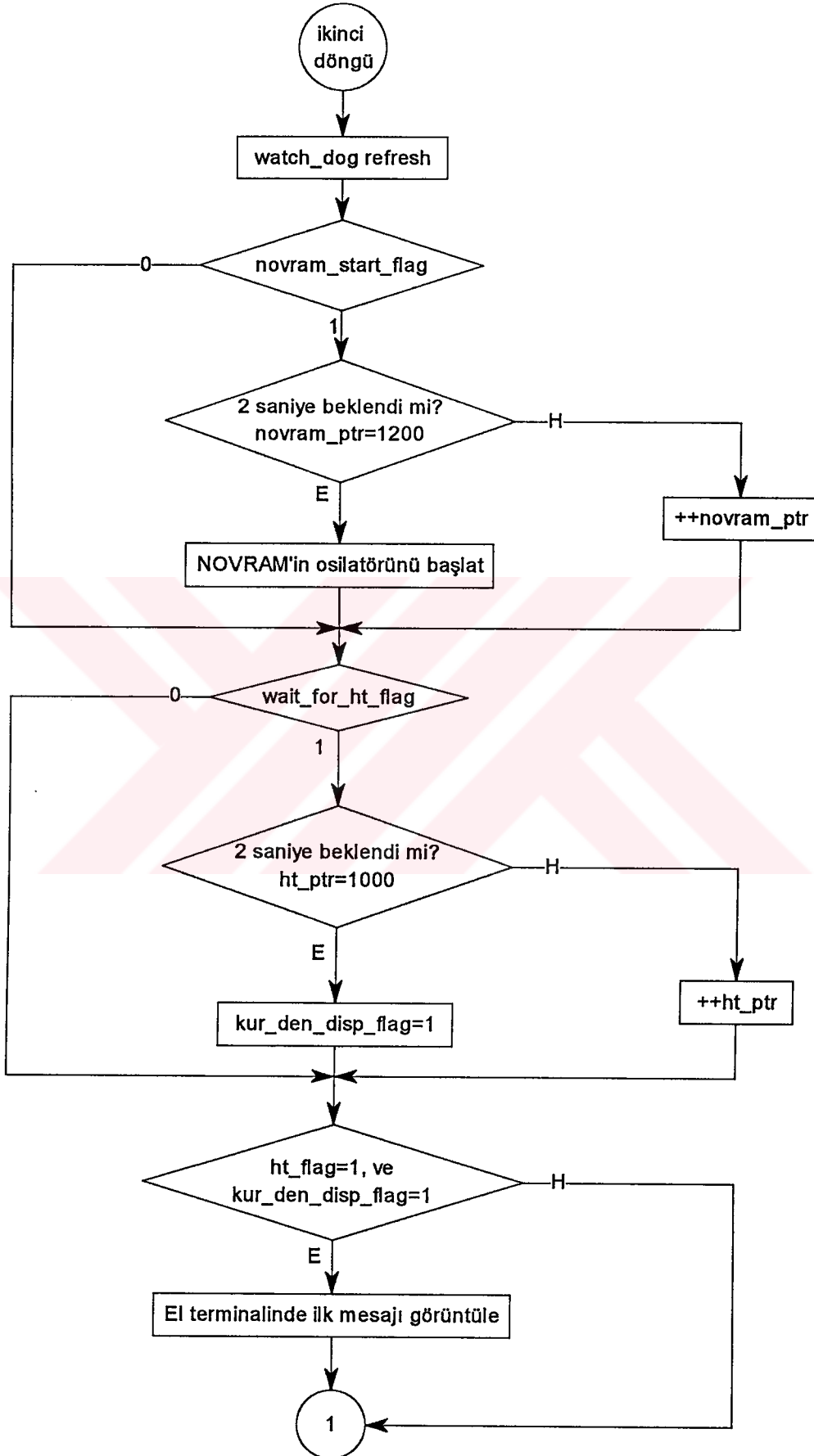
5.7. Akış Diyagramları

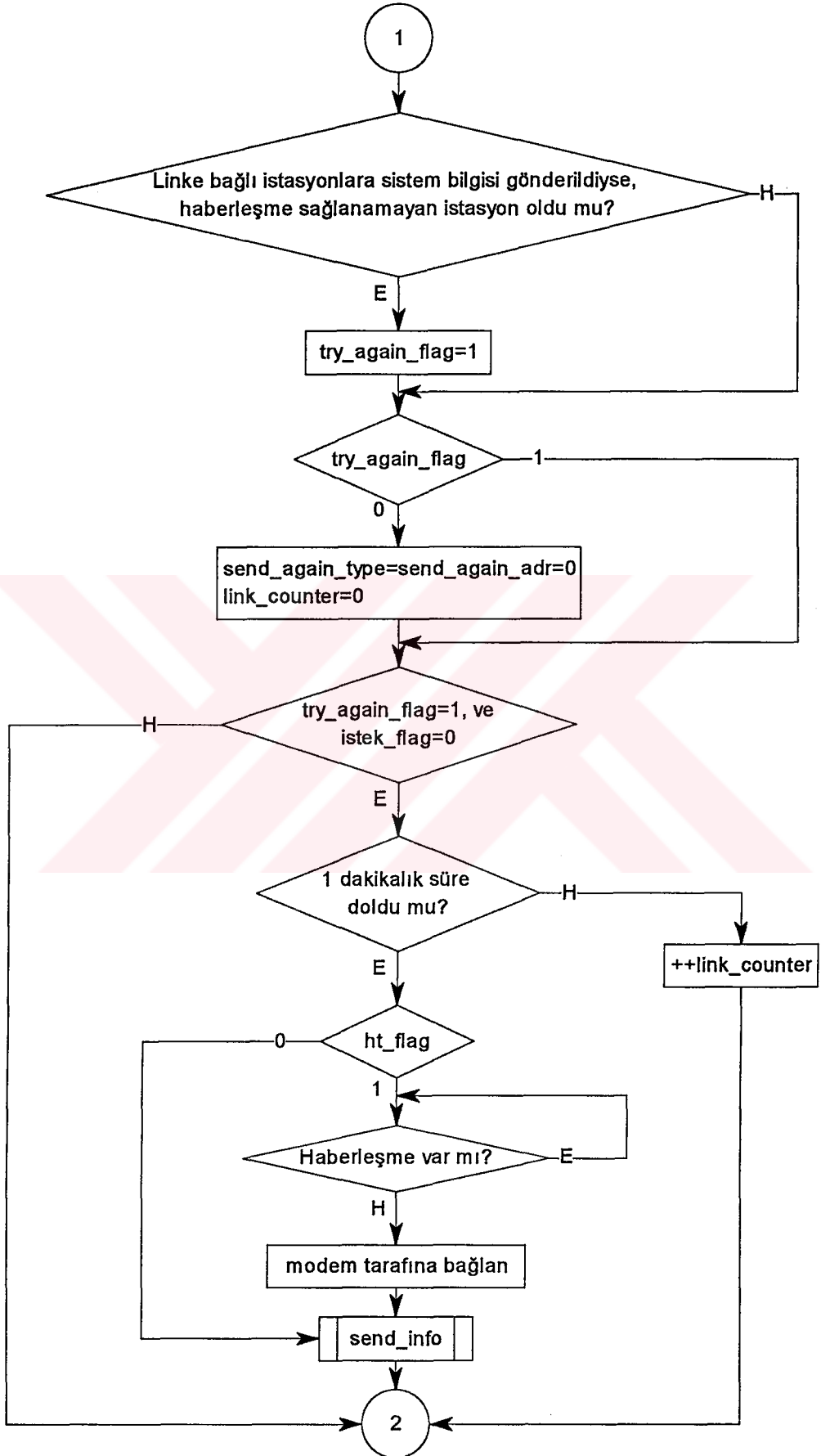
Bu bölümde, Uzdenetim Birimi üzerinde koşan programın, en önemli fonksiyonlarının akış diyagramları verilmiştir.

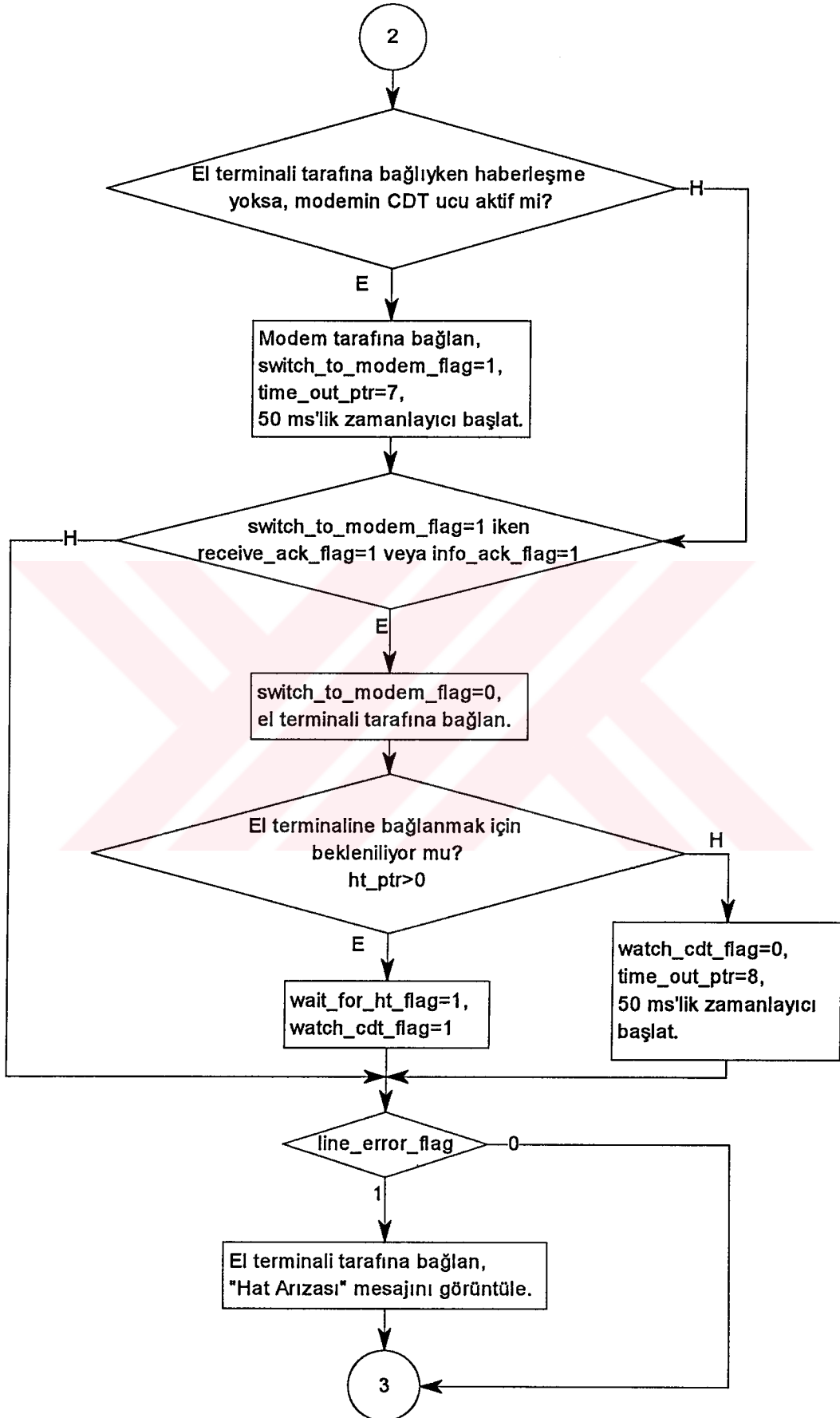
main(): 5.1 Bölümü’nde ayrıntılı tanıtımı yapılmış olan, ana program döngüsüdür. Bu bölümde anlatılan işlevlerin akış diyagramı aşağıdaki gibidir.

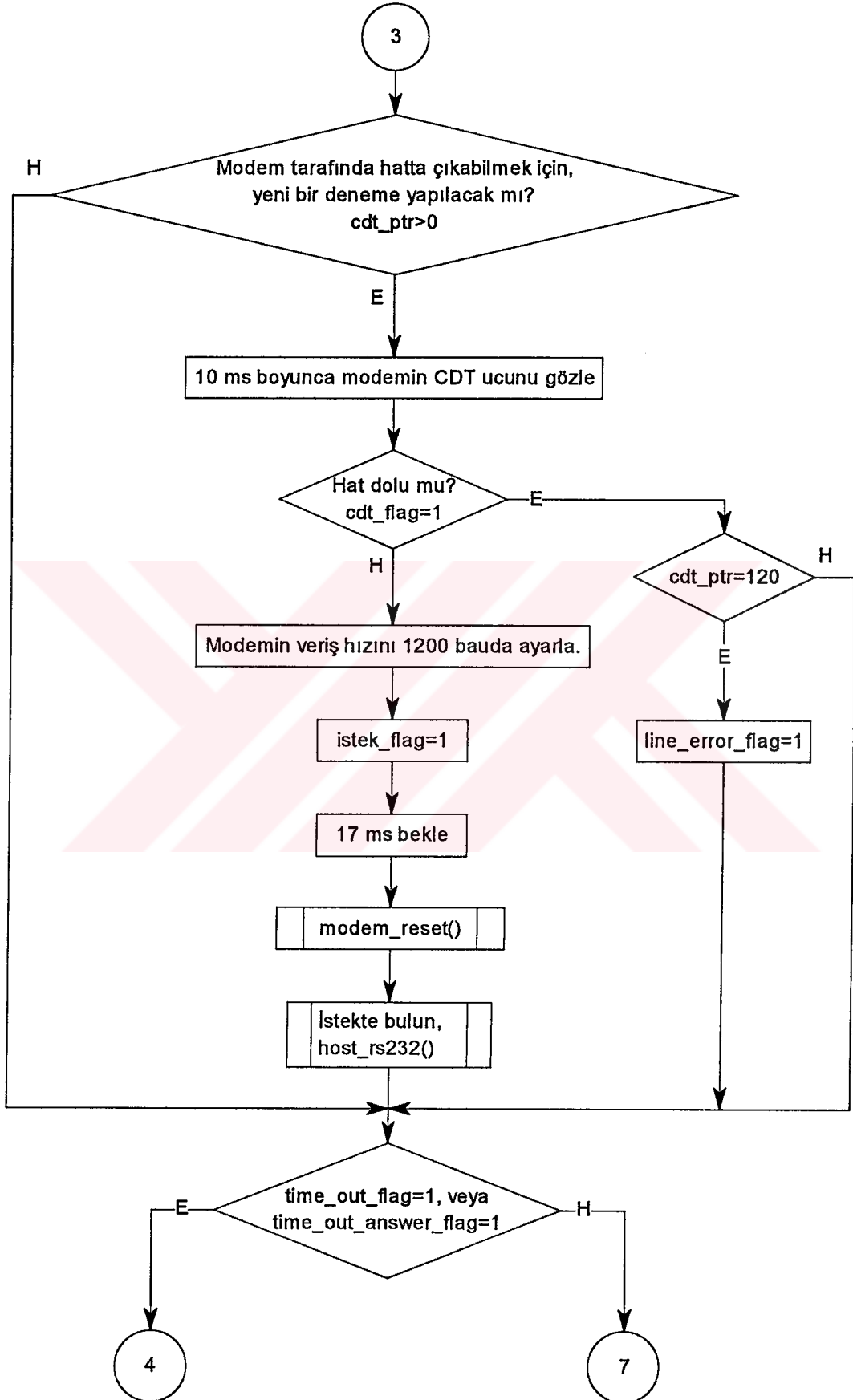


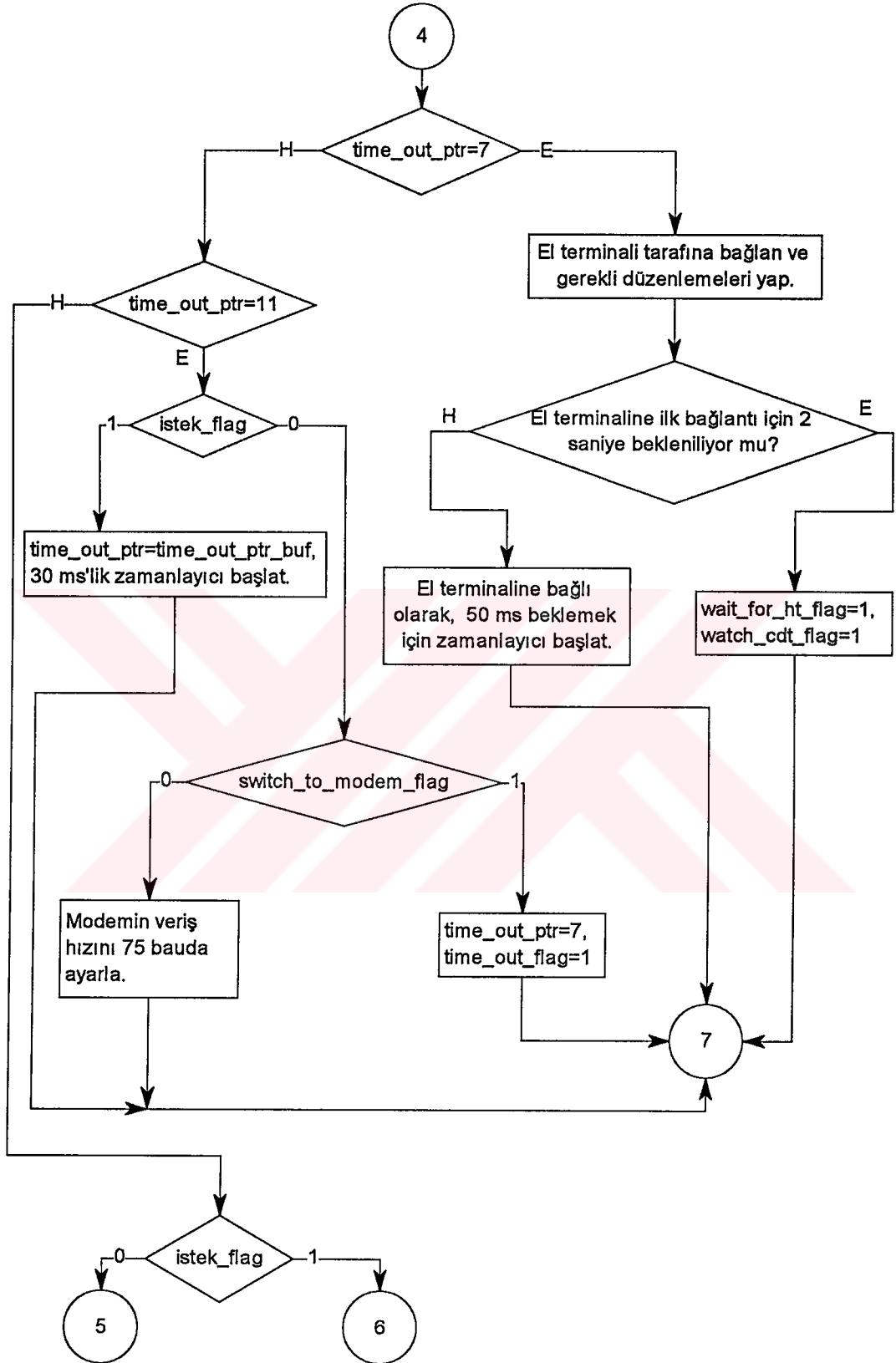


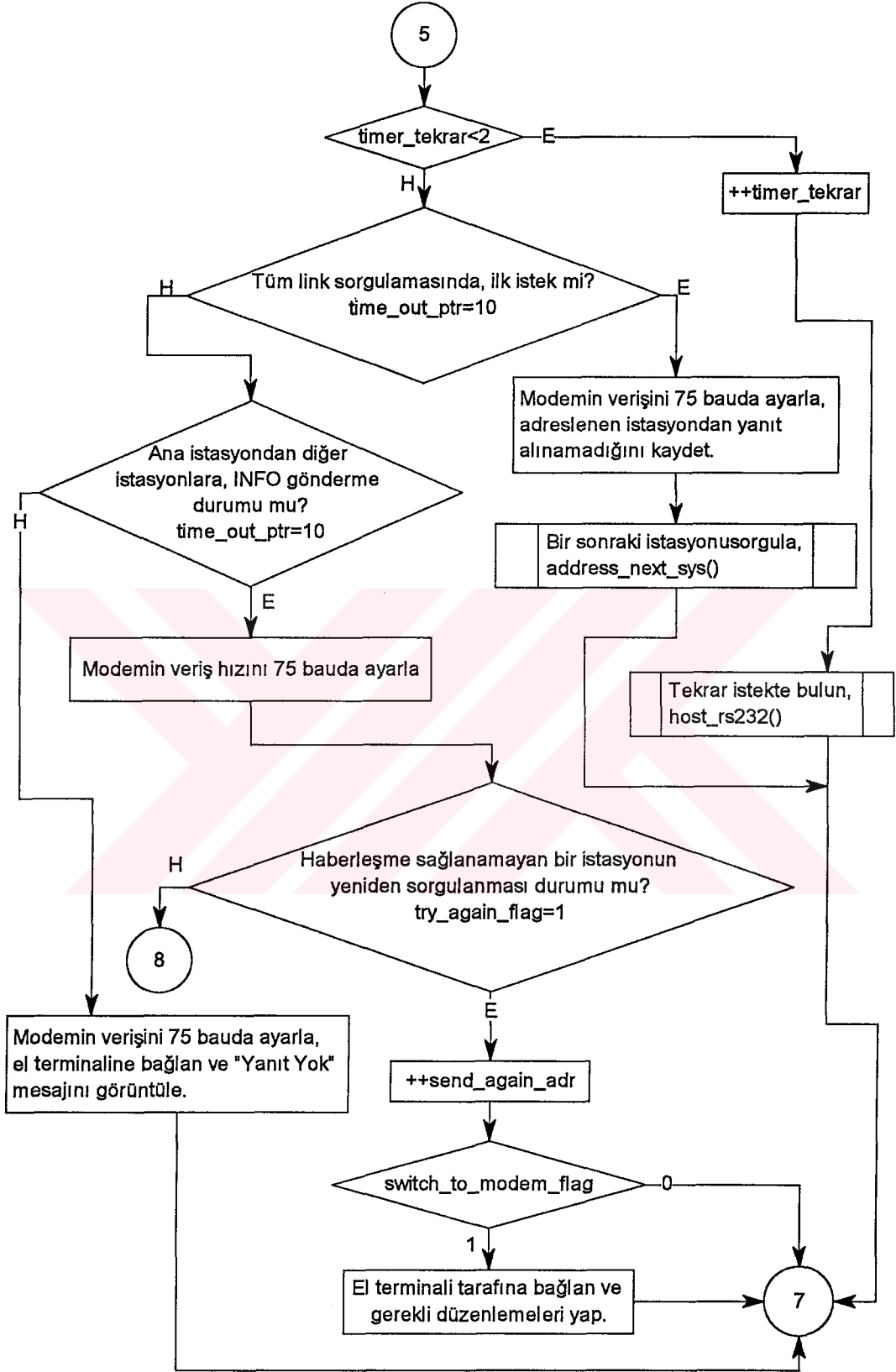


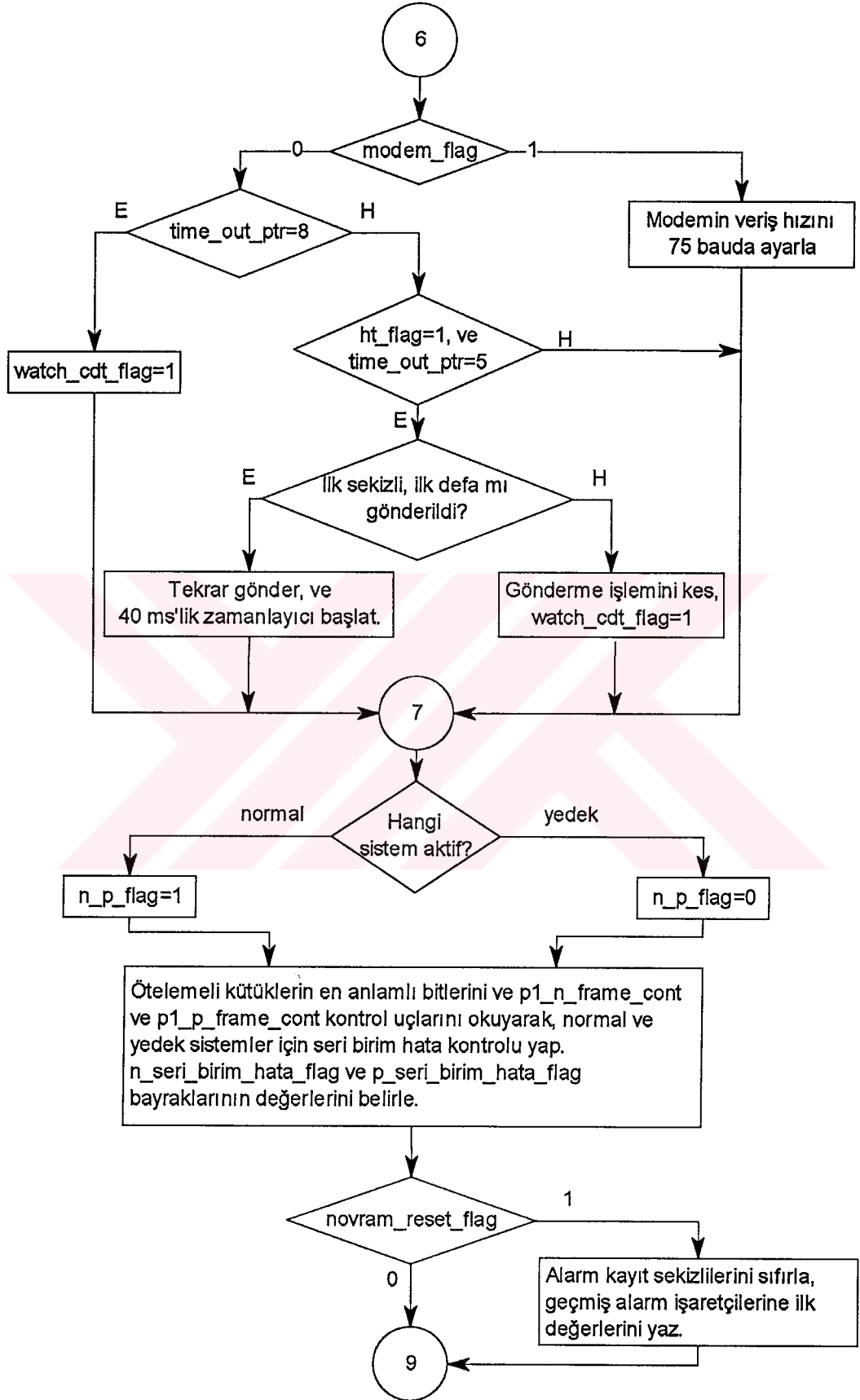


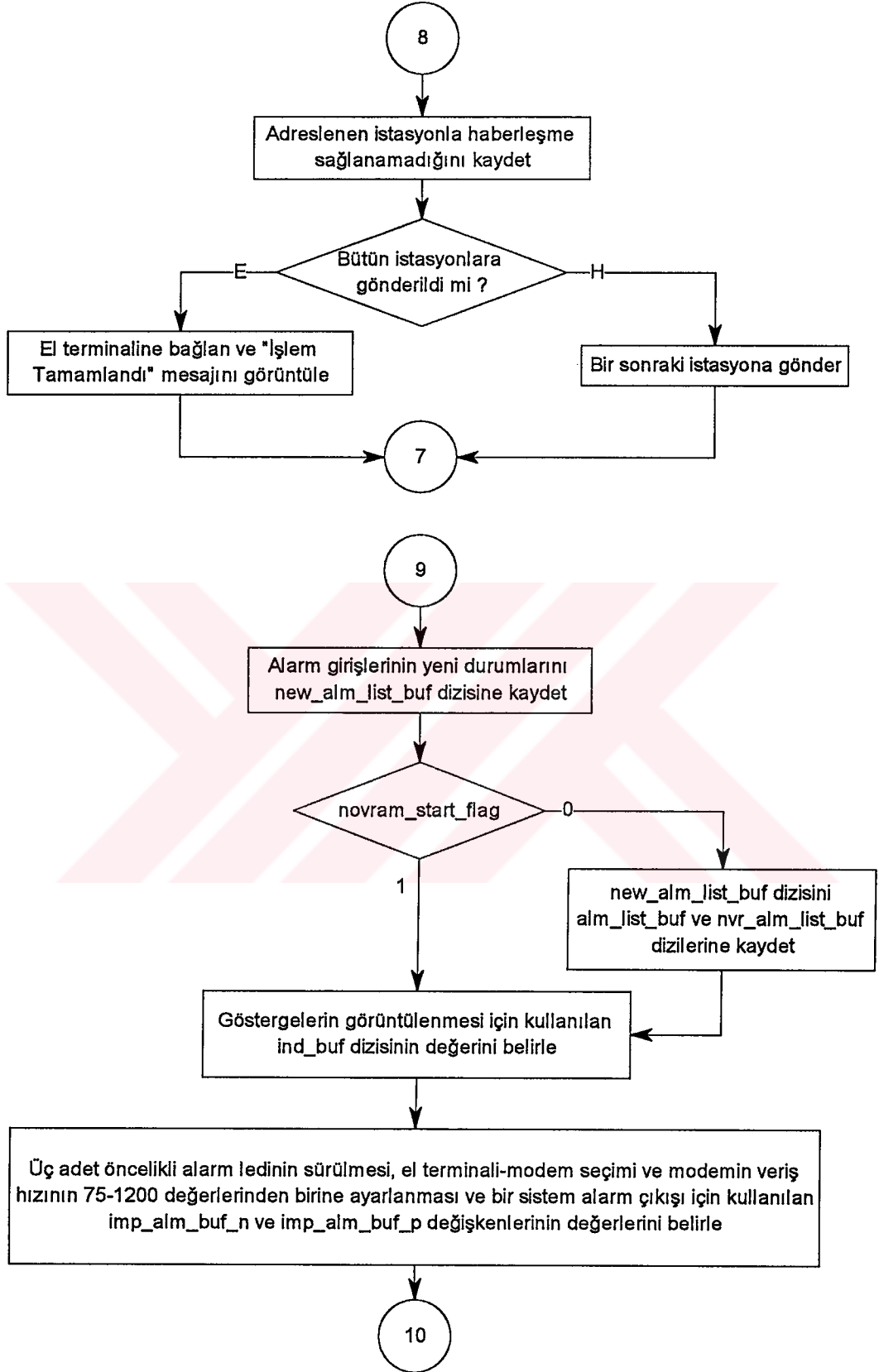


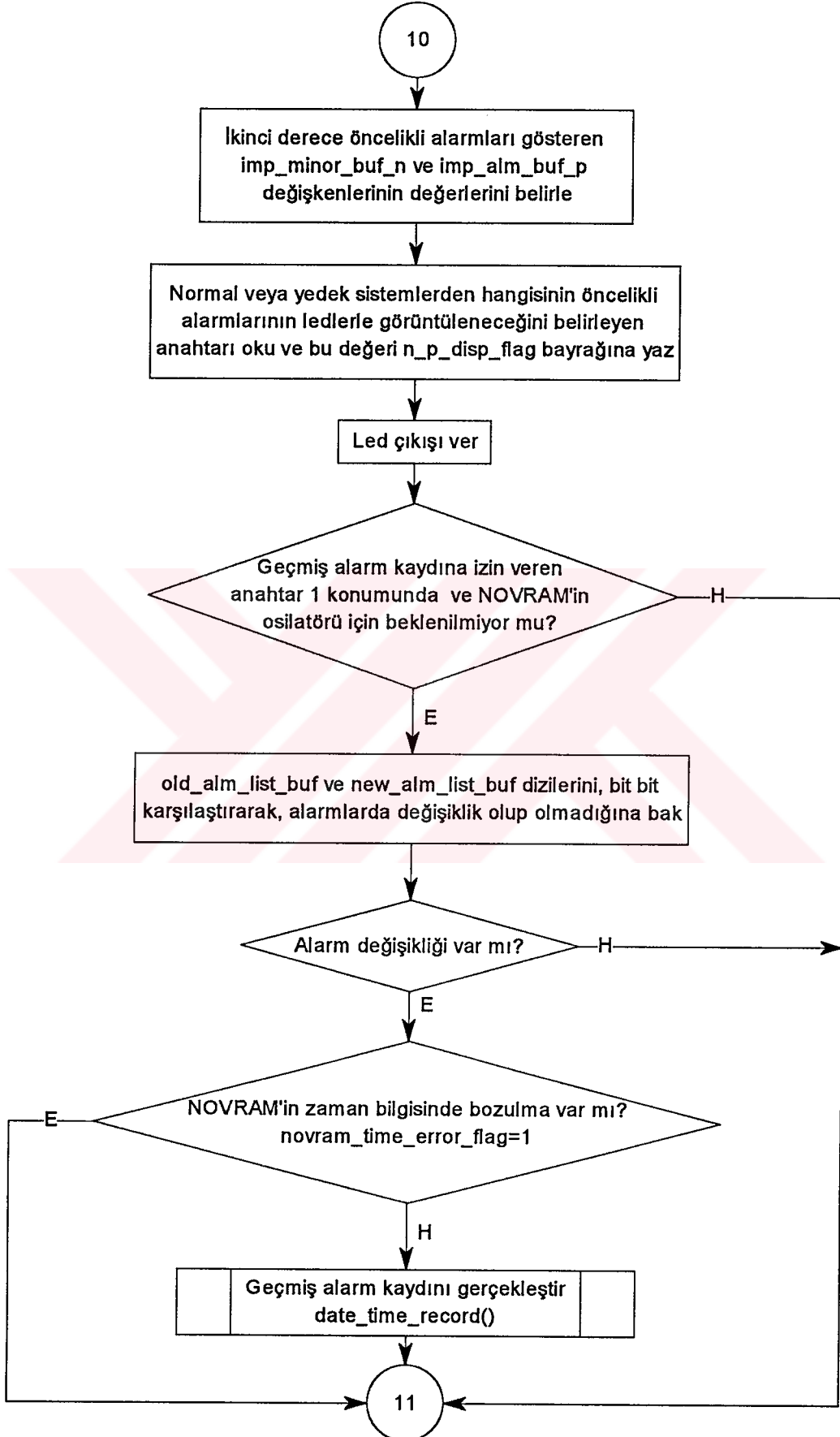


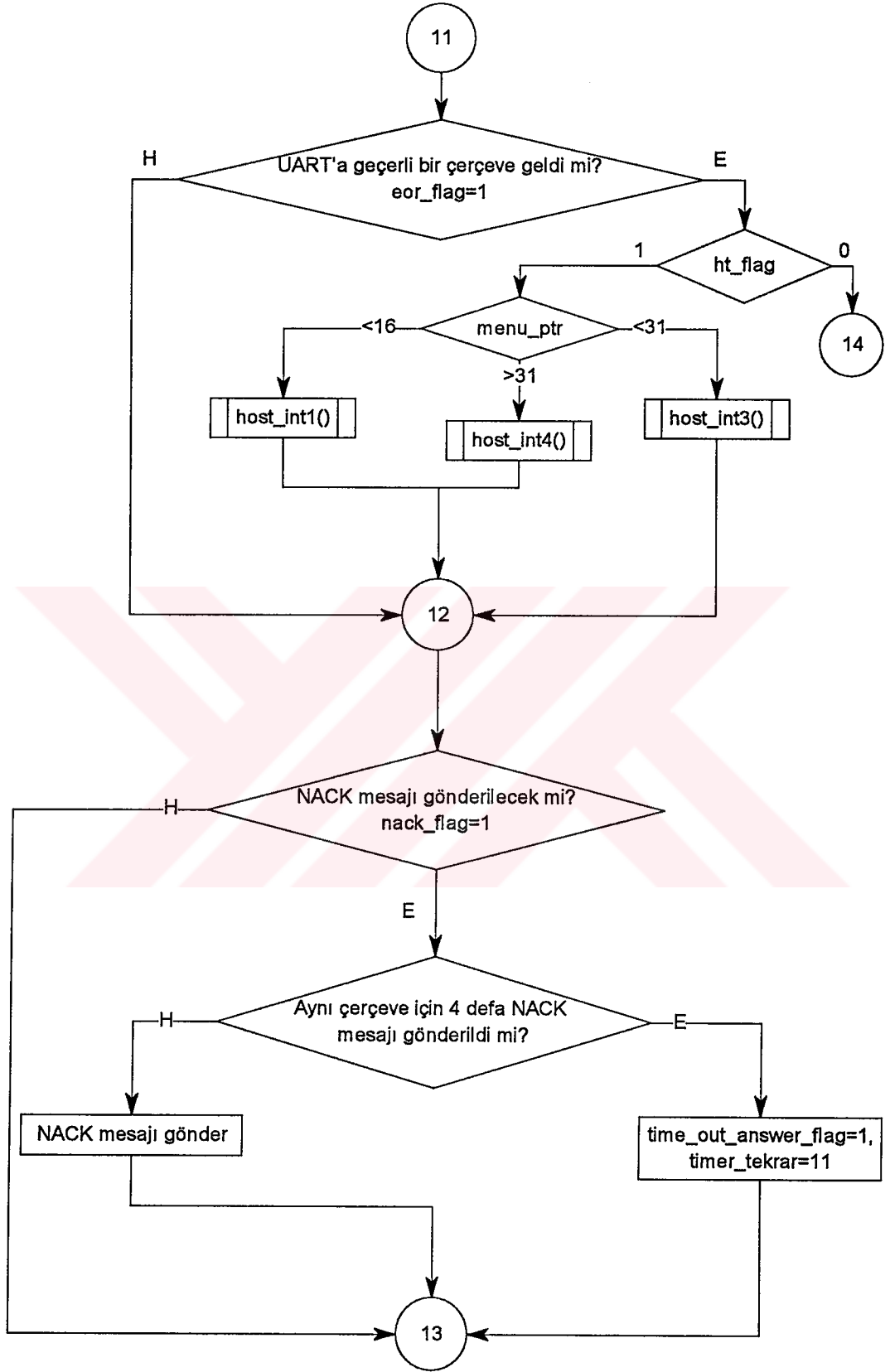


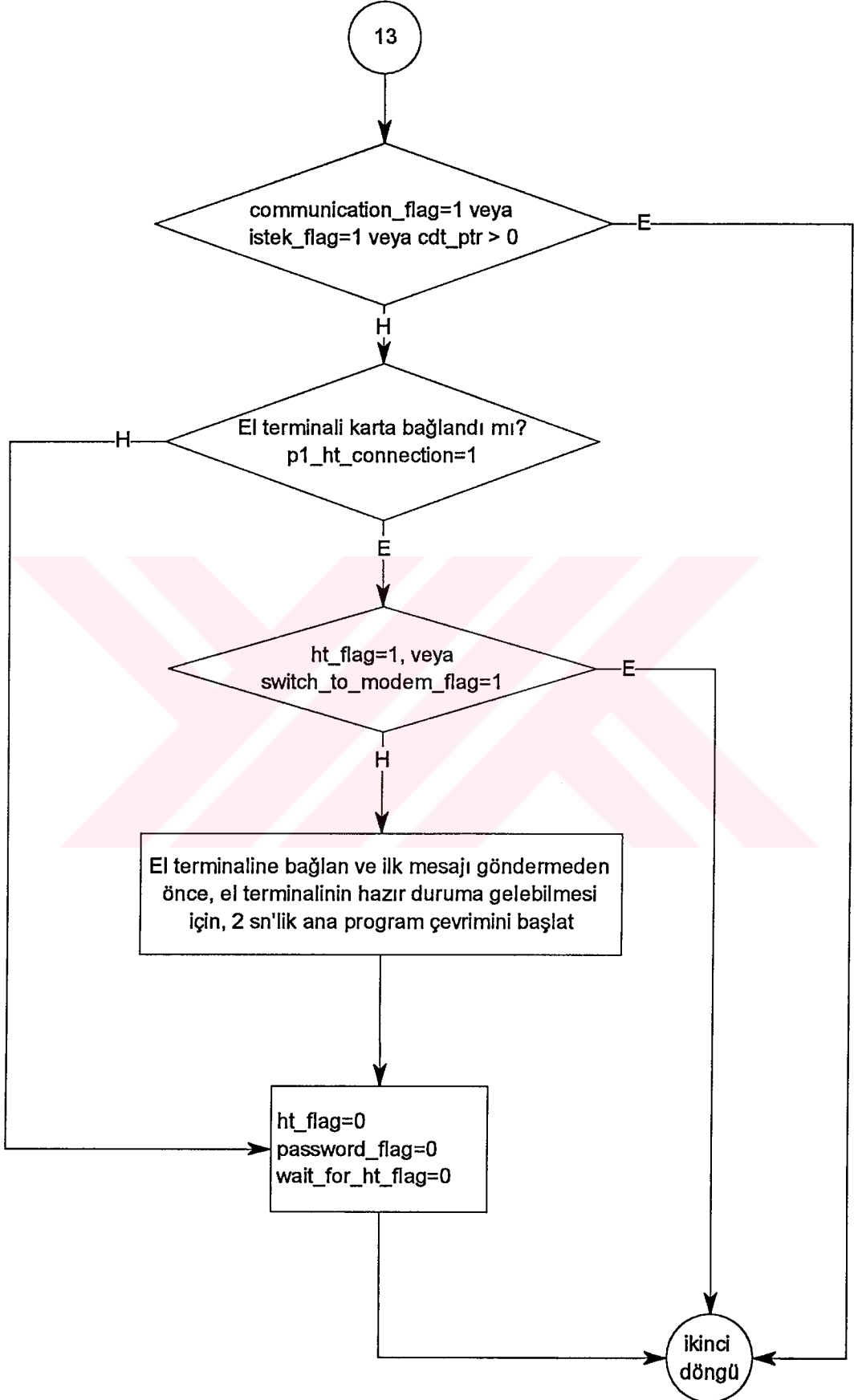


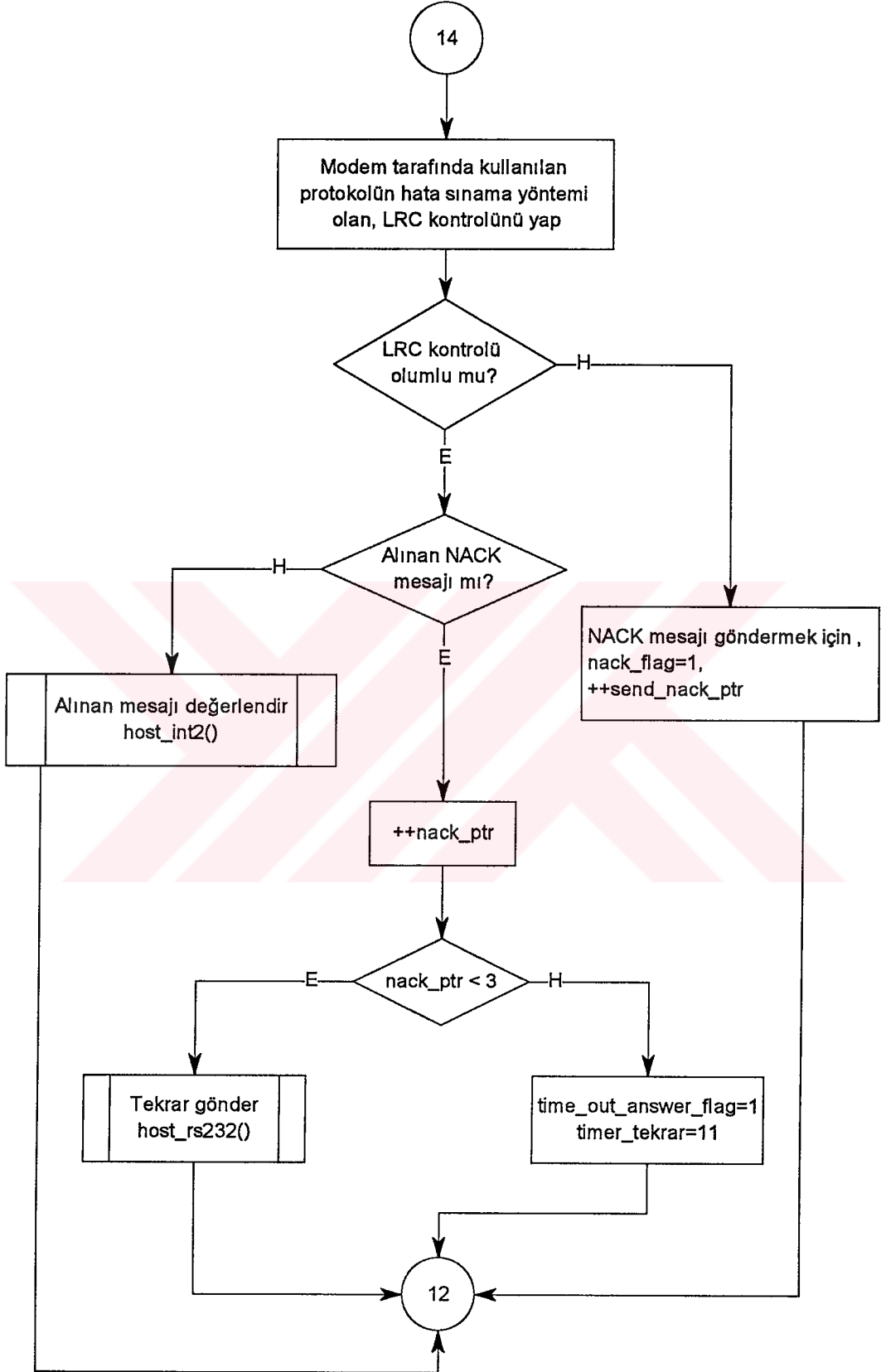






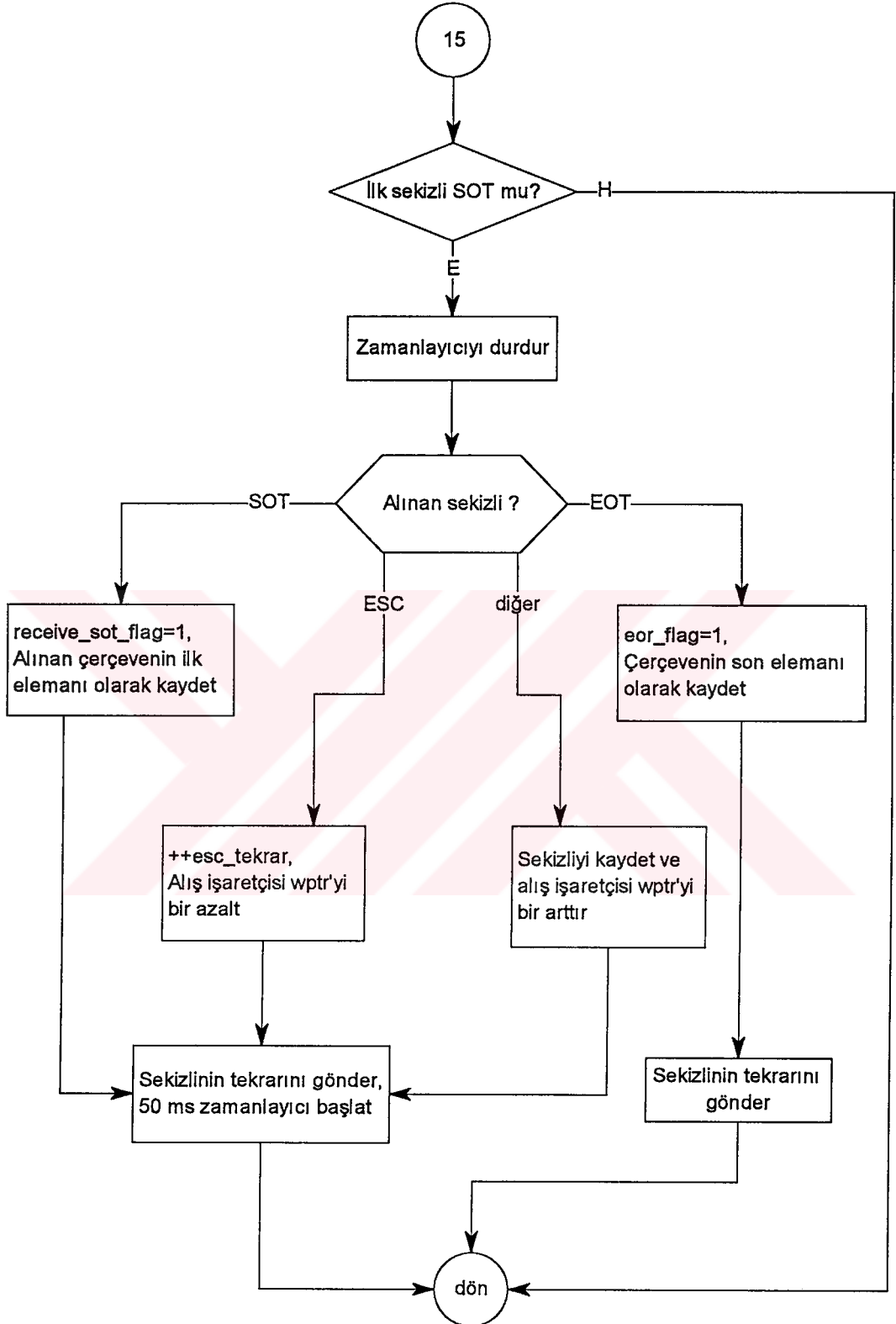


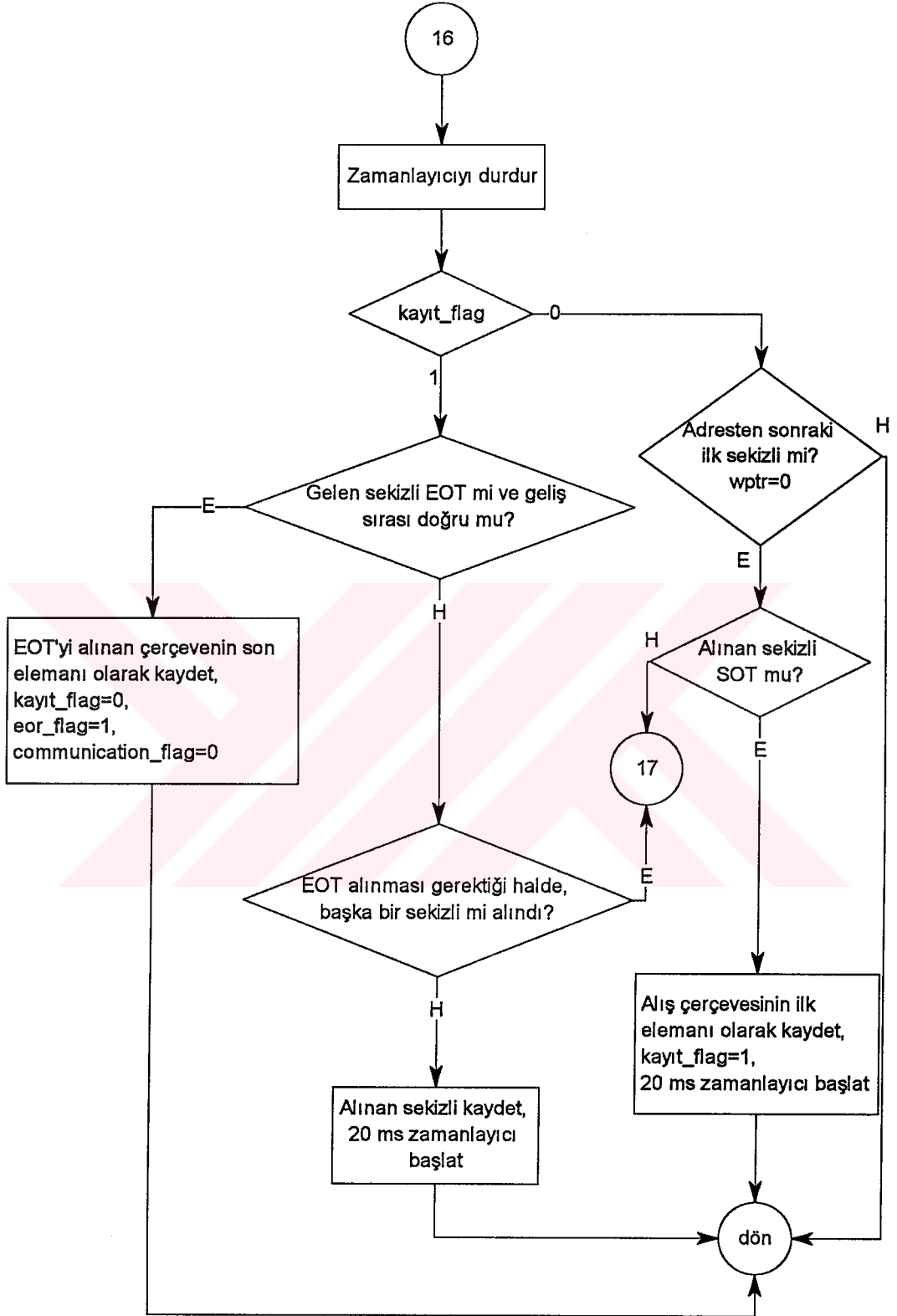


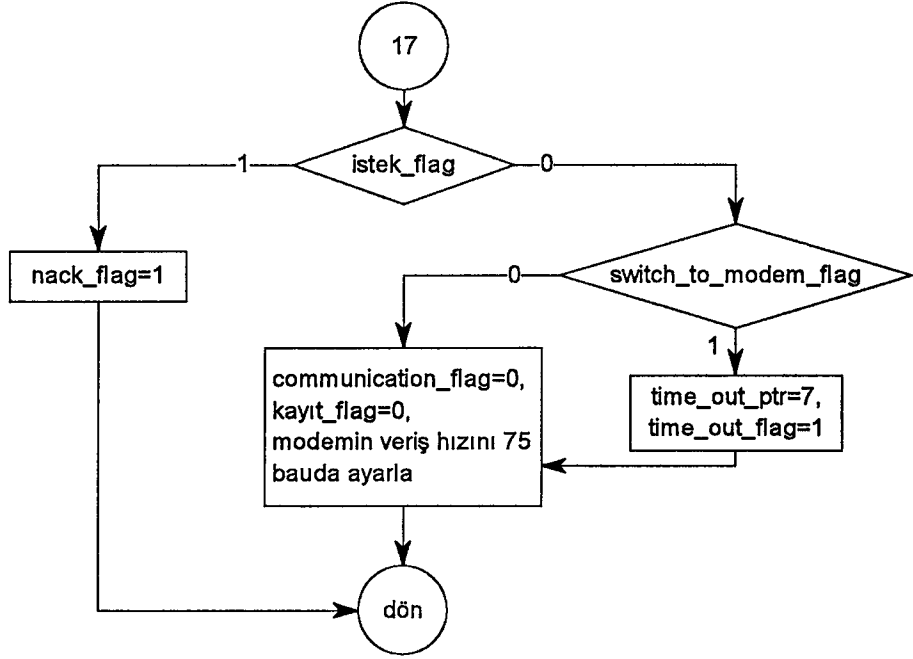


rec232(): 5.5 Bölümünde tanımlanan UART kesme programının akış diyagramı:

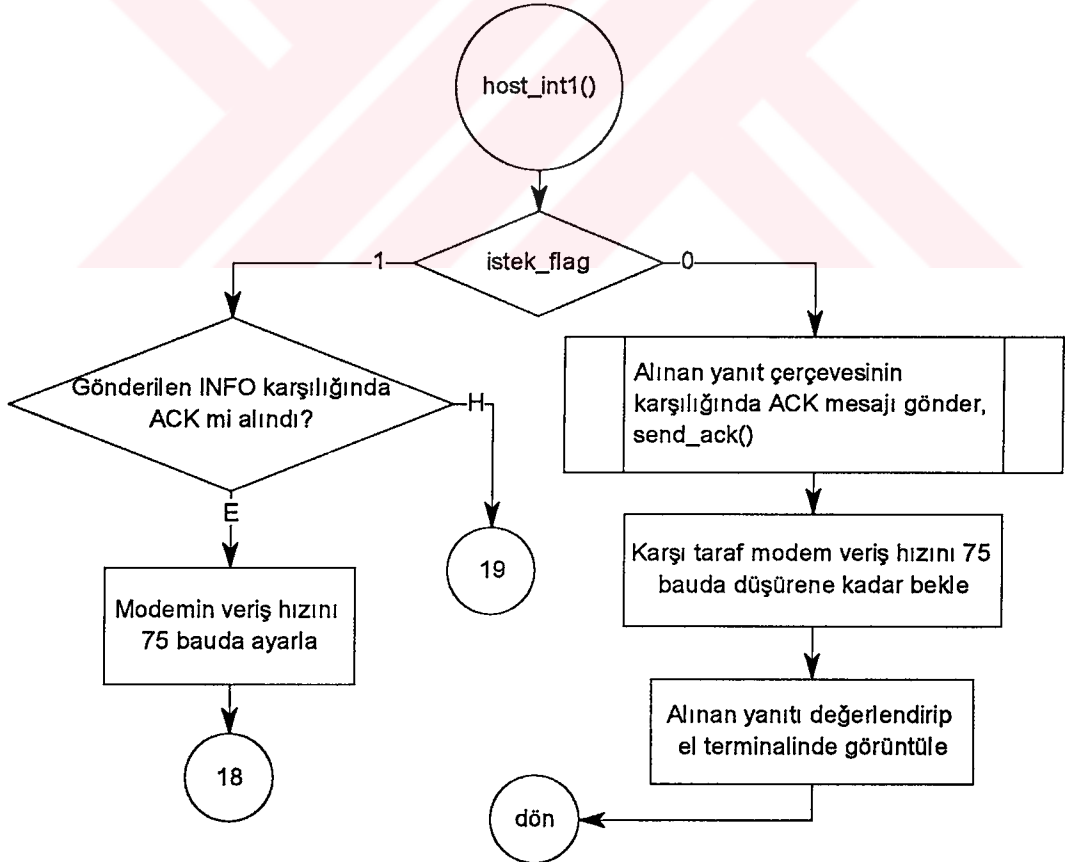


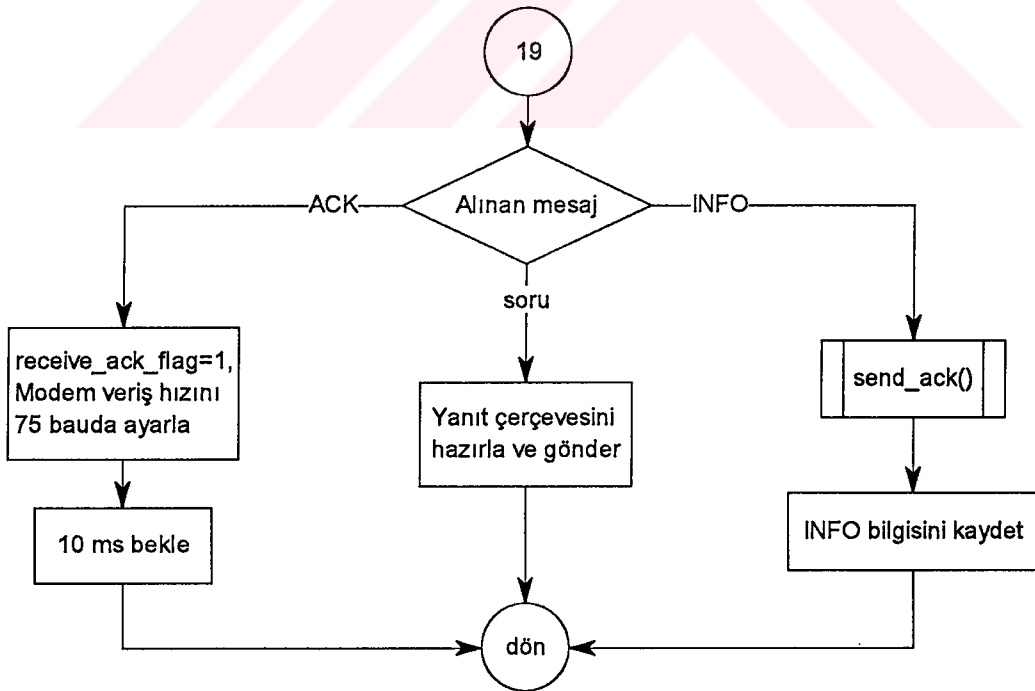
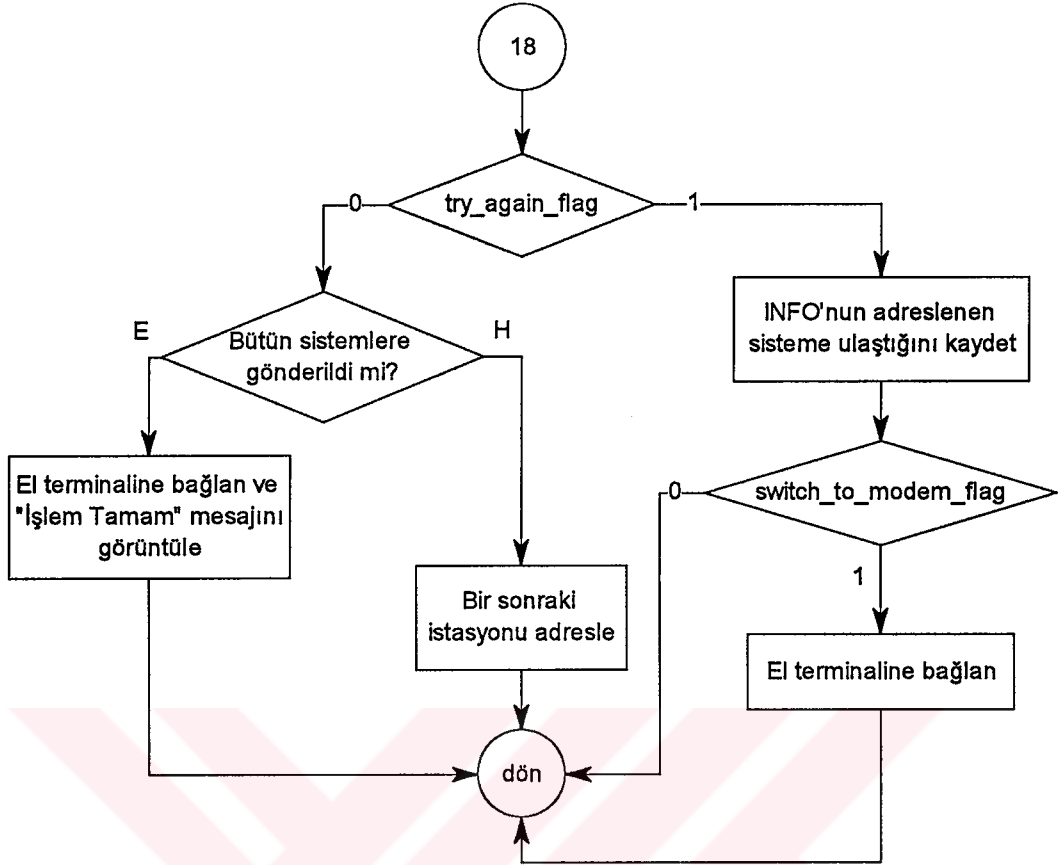






host_int1(): 5.5 Bölümünde tanımlanan, modem haberleşmesinin değerlendirildiği fonksiyondur.





SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Veri haberleşmesi yapılan bir sistemde, bazı hataların oluşması kaçınılmaz olduğu için, iletim sırasında oluşan periyodik veri bozulmalarının üstesinden gelecek, bazı yöntemler geliştirilmelidir. Haberleşme sistemi, her istasyonun diğer bir istasyona veri gönderebilmesini sağlamalı, ve gönderici taraf, bu verinin karşı tarafa hatasız olarak ulaştığından emin olmalıdır. Hem gönderici hem de alıcı taraf, birbirlerine gönderdikleri mesajların tam kontrolünü ellerinde tutabilmelidirler. Verinin bozulması durumunda, alıcı taraf gönderici tarafı, mesajı tekrar göndermesi için uyarabilmeli veya hataları düzeltebilmelidir.

Haberleşme ağındaki trafik akışı, kontrollü ve düzenli olmalıdır. Bunun anlamı, gönderici ve alıcı tarafların, kullanıcılar arasında iletilen mesajların tanımını ve sıralamasını bilmesidir. Genellikle, istasyonlar arasındaki bağlantı yolu, birden fazla kullanıcı tarafından paylaşılmaktadır. Dolayısıyla, hattın çok kullanıcı tarafından paylaşılmasını sağlayacak yöntemler bulunmalıdır.

Veri bağlantı kontrolleri veya bağlantı protokolleri, bu ihtiyaçlara cevap vermektedir. VBK'lar, hem yazılım hem de donanımdan oluşmaktadırlar ve bir ağdaki her istasyonda bulunmaktadırlar.

Bu tezin ikinci bölümünde, veri bağlantı kontrollerinin temel unsurları olan, mesaj yapıları, bağlantı kontrol yöntemleri, hata sezme ve düzeltme yöntemleri ve akış kontrol yöntemleri incelenmiştir. Haberleşme endüstrisinde, bugüne kadar geliştirilmiş olan çok sayıda farklı veri bağlantı yöntemleri bulunmaktadır. Kısa bir süre öncesine kadar üreticiler, kendi ürünleri için en uygun yöntemi seçip, uygulamayı tercih etmişlerdir. Bu durum, farklı üreticilerin ürünleri arasında uyumsuzluğa yol açmıştır. Daha sonra, büyük şirketlerin ve uluslararası standartların etkisiyle, şirketler

birbiriyle uyumlu veri bağlantı kontrol yöntemleri tasarlama yolunu seçmişlerdir. Fakat, hala farklı standartlar ve yöntemler nedeniyle, bu ürünlerin kullanıcıları bazı sorunlarla karşılaşmaktadırlar.

Tezin üçüncü bölümünde, Alcatel Teletaş'ta geliştirilmekte olan, SR2810A Sayısal Mikrodalga Radyo Link Sistemi'nin tanıtımı yapılmıştır. Bu sistem, 2 Mbit/s, 8 Mbit/s ya da 4×2 Mbit/s veri hızlarında çalışmak üzere tasarlanmıştır. Modülasyon biçimi QPSK, RF çalışma frekans bölgesi 10.5 GHz bandıdır. Sistem, telekomünikasyon alanındaki genel ve özel gereksinimleri sağlamak amacıyla kullanılabileceği gibi; petrol ve gaz boru hatlarının, demiryollarının ve enerji dağıtım hatlarının denetimi için, iletişim ortamı olarak da kullanılabilir.

Tezin dördüncü bölümünde, SR2810A 8 Mbit/s, radyo link sisteminin, uzdenetim biriminin, donanım yapısı tanıtılmıştır. Uzdenetim birimi, aynı haberleşme hattına bağlı, terminal ve tekrarlayıcı olarak çalışan R/L sistemlerinin, çalışmalarını denetlemek, ve alarm ve gösterge bilgilerini izlemek için tasarlanmıştır. 8 bit mikrodenetleyici tabanlı bu birim, bulunduğu istasyonun alarm ve gösterge kayıtlarını yapmakta, ve aynı zamanda bir analog servis kanalı vasıtasıyla, yüksek frekans birimlerine bağlanıp, diğer istasyonları sorgulayabilmektedir. Bir kullanıcı, birime el terminali ile bağlanıp, herhangi bir istasyonu denetleyebilmekte, ve doğru şifreyi girdiği takdirde, sistem bilgilerini düzenleyebilmektedir.

Tezin beşinci bölümünde, uzdenetim birimi üzerinde koştan yazılımın tanıtımı yapılmıştır. Bu yazılım, uzdenetim sistemi için, asenkron mesaj yapısı, zaman aşım ve çatışmalı hat kontrol yöntemi, LRC ve tekrarlı hata düzeltme yöntemi, ve dur ve bekle akış kontrol yöntemi içeren veri bağlantı kontrolü sağlamakta, ve aynı zamanda, el terminali ile yapılabilecek işlemler için, bir mönü yapısı içermektedir.

Uzdenetim birimi ve el terminalinin yazılımları, Ansi C dilinde yazılmış ve derleme, bağlama ve yerleştirme işlemleri, C-51 paketi ile gerçekleştirilmiştir. Yazılan programların, donanımların üzerindeki testleri ve hata ayıklama işlemleri için, Intel'in ICE-51FX/PC emülatörleri kullanılmıştır. Programın yüksek seviyeli bir dilde

yazılması, geliştirme aşamasında kolaylık sağlamıştır. Hata ayıklama aşamasında emülatör kullanılarak, birimin donanımının tasarımı bitmeden yazılımın kısmen test edilmesi ve donanım hazır olduktan sonra yazılımın, birimin üzerindeki gerçek testlerinin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Emülatör kullanımının sağladığı en büyük kolaylıklar, kaynak dosya üzerinde adım adım hata takibi, programın herhangi bir noktasında program değişkenlerinin, mikrodenetleyicinin kütüklerinin değerlerinin izlenebilmesi, programın herhangi bir noktasından diğer bir noktasına kadar veya komut satırından girilen koşullar gerçekleşene kadar koşturulabilmesi, program komutlarının işlem sürelerinin ölçülebilmesidir.

Modem haberleşmesinde kullanılan protokol, hatta meydana gelen geçici bozulma durumlarında, yeterli sayıda tekrarlama yapılarak, haberleşmenin sağlıklı şekilde gerçekleştirilebilmesini sağlamıştır. Özellikle modemde meydana gelebilecek bir donanım arızası nedeniyle, hattın sürekli meşgul görünmesi durumunun farkedilebilmesi ve el terminali vasıtasıyla kullanıcının uyarılabilmesi için gerekli önlemler alınmış ve bu sayede sistemlerin kilitlenmesi önlenmiştir.

Önceki bölümlerde tanıtımı yapılan uzdenetim sisteminde, hattı gözleyen tek bir kontrol merkezi yerine, hatta bağlı herhangi bir sistemden diğer sistemlerin denetlenmesi amaçlandığı için, kullanılan çatışmalı hat kontrol yöntemi uygun sonuç vermiştir. Ayrıca tanıtılan sistemde, hatta bağlı tüm sistemler arasında yoğun bir erişim amaçlanmadığı için, çatışmalı hat kontrol yönteminde ortaya çıkabilen çakışma durumlarının olasılıkları çok düşüktür.

Mikrodenetleyicinin UART'ının dönüşümlü olarak modem ve el terminali taraflarına bağlanmaları nedeniyle, yoğun modem haberleşmesi yapan bir sisteme el terminali bağlandığı zaman, çok kısa bir süre için el terminaline hizmet verilemiyebilir. Kullanıcı tarafından hemen hemen hiç farkedilmeyen bu durum bir sorun yaratmamaktadır.

Bu çalışmanın devamı olarak, aynı hatta bağlı radyo link istasyonlarının, bir İletişim Yönetim Ağı (TMN)'na bağlanarak, bu ağ tarafından denetlenmesini ve

kontrol edilmesini sağlayacak, çalışmalar yapılacaktır. Bunu gerçekleştirmek için, uzdenetim biriminin veri bağlantı kontrol yöntemi, aynı zamanda TMN ağından gelecek sorgulama ve isteklere cevap verebilecek şekilde, düzenlenecektir. Bu amaçla sistemin hat kontrol yöntemi tarama/seçme olarak değiştirilecek ve hatta bağlı sistemlerden bir tanesi ana istasyon olarak kullanılacaktır. Ana istasyon düzenli olarak diğer istasyonları sorgulayacak ve topladığı bilgileri kendisinden istendiği zaman iletmek üzere saklayacaktır.

TMN Ağına bağlantı için, çeşitli arabağlantı standartları belirlenmiştir. Aynı hatta bağlı R/L sistemlerinin, bir ağ elemanı (NE) olarak ağa bağlanabilmeleri için, Q2 ara bağlantı standartlarının sağlanması gerekmektedir. Bu amaçla, R/L hattının ana istasyonuna bir Q2 ara bağlantı kartı bağlanacak ve ana istasyon bu karta, kendisine gelecek olan sorgulama ve düzenleme komutlarına yanıt vermesini sağlayacak olan, Q1 ara birim protokolüyle bağlanacaktır. Böylece aynı hatta bağlı olan R/L sistemleri, TMN ağının uygun noktalarındaki terminaller aracılığıyla denetlenebilecek ve düzenlenebileceklerdir.

KAYNAKLAR

- [1] BERTSEKAS, D.,and GALLAGER, R., Data Networks, Englewood Cliffs,
NJ : Prentice-Hall, 1987
- [2] BLACK, U.D., Data Communications and Distributed Networks, Third Edition,
Englewood Cliffs. NJ : Prentice-Hall, 1993
- [3] TANENBAUM, A.S., Computer Networks, Second Edition, Englewood Cliffs,
NJ : Prentice-Hall, 1989
- [4] HARBISON, S.P.,and STEELE, G.L., C: A Reference Manual, Third Edition,
Prentice-Hall Software Series,1991
- [5] Keil Elektronik GmbH, C-51 Professional Developers Tool Kit, 1980
- [6] Intel Corporation, ICE-51FX/PC In-Circuit Emulator User's Guide,1990
- [7] CCIR Rep. No. 607-4
- [8] CCITT Rep. No. G.703
- [9] CCITT Rep. No. G.823
- [10] ETSI doc. prETS 300-019-1-0
- [11] Intel Corporation, Embedded Microcontrollers and Processors, Volume I, 1992
- [12] Intel Corporation, Memory Products, 1992
- [13] HITACHI
- [14] SGS-THOMSON Microelectronics, MK48T02B Data Sheet, 1992
- [15] Dallas Semiconductor Corporation, Product Data Book, 1992
- [16] Dallas Semiconductor Corporation, Application Note Book, 1995
- [17] Motorola Inc., High-Speed CMOS Logic Data Book, 1989
- [18] Maxim Integrated Products, New Releases Data Book, Volume III, 1994
- [19] Texas Instruments Inc., TCM3105DWL Data Sheet, 1990
- [20] EIA RS-422-A Standard, 1978
- [21] National Semiconductor Corporation, DS26C32ACM Data Sheet, 1992

- [22] National Semiconductor Corporation, FACT Advanced CMOS Logic Databook, 1988
- [23] Texas Instruments Inc., Operational Amplifiers and Comparators Data Book Volume A, 1995
- [24] NEC Electronics Inc., TLP121 Data Sheet, 1988
- [25] TDK Semiconductor Corporation, ACF321825-152 Data Sheet, 1993
- [26] SGS-THOMSON Microelectronics, SM6T6V8 Data Sheet, 1989



ÖZGEÇMİŞ

Kaan Erkan, 1968 yılında, İstanbul'da doğmuştur. 1979 yılında girdiği Kadıköy Anadolu Lisesi'nden, 1986 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme Bölümü'ne girmiş, 1990 yılında mühendis ünvanı almıştır. 1991 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Elektrik - Elektronik Fakültesi'nde, yüksek lisans öğrenimine başlamış ve daha sonra öğrenimini, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Haberleşme Programı'nda sürdürmüştür. Halen, 1993 yılında girdiği, Alcatel Teletaş, Araştırma ve Geliştirme Bölümü'nde mühendis olarak görev yapmaktadır.