



NMT Kursus

Instruktioner
Øvelser
Opgaver

METALINDUSTRIENS EFTERUDDANNELSE

Forord

Dette kompendie er beregnet til brug ved efteruddannelsen indenfor svagstrømsområdet.

Bogen indeholder en gennemgang af NMT systemets opbygning og virkemåde, endvidere er der en gennemgang af en mobilstations blokdiagram, med henblik på fejlfinding på denne.

NMT systemet er ret komplekst, og der er i kompendiet stort set kun medtaget de funktioner, der må antages at have betydning for reparatører af mobilstationerne.

Ønskes en dybere indsigt i systemet kan der henvises til NMT doktrinerne DOC 1. - DOC 4. Disse bøger er udgivet af Statens Teletjeneste.

Kompendiet er udarbejdet af Håndværkerskolen i Sønderborg.

Med det foreliggende kompendie håber vi at have dækket reparatørernes behov for kendskab til NMT systemet, der vil naturligvis altid være behov for ændringer, og vi vil være taknemmelige for enhver kritik eller henvendelse om mulige rettelser eller tilføjelser.

Svend Erik Bertelsen Anders Christensen

Indholdsfortegnelse

Forord	1	Roaming	10
Indholdsfortegnelse	2	Slutsignaler	10
Forkortelser og udtryk	3	Compander/Expander	11
Offentlige mobiltelefonsystemer 5		Kanalsøgning.	12
Starten	5	Signaler	14
Manuelle sytemer	5	Signaler generelt	14
Nordisk System	5	Signaler fra MTX til alle standby MS: . .	14
NMT Systemet	5	Signaler til en specifik MS.	14
NMT Successen	5	Liniesignaler.	15
NMT 900	5	Signaler fra MS- MTX	15
Andre landes systemer	6	Takster	16
TACS	6	Afregning	16
C-450	6	Frekvensområde NMT 450/900- 17	
RADIOCOM 2000	6	Frekvensplan NMT450	17
Mobiltelefoner i Europa	6	Kanalgrupper NMT 450	17
GSM systemet	6	Frekvensplan NMT900	18
NMT systemet	7	Kanalgrupper NMT 900	19
Mobilstationen	7	Cellulare radiosystemer- 20	
Opkald til MS	8	Frekvens genbrug	20
Opkald fra en MS	9	Cellular Systemet	20
Omkobling af bestående samtale	9		

Celle størrelse21

Mobilstationen22

Betjeningsdel22

Logikdel23

Radiodel24

Basisstationen25

Signalstyrkemodtageren25

Alarmkredsløb25

MTX26

Signaleringsystemet.28

Signaleringen28

Modulationen28

FFSK28

Forstyrrelser29

Afhjælpning af forstyrrelser29

Bygefejl29

Overførsel af data.30

Rammer.30

NMT450 Blokdiagram44

AP4111 Blokdiagram44

Beskrivelse af blokdiagrammet44

Funktion45

Kredsløbsbeskrivelse47

Syntese48

Indgangstrin48

Spændingsregulatoren48

TX/AF forstærker48

NMT900Blokdiagram49

AP4112 Blokdiagram49

Beskrivelse af blokdiagrammet49

Funktion50

Kredsløbsbeskrivelse52

RX syntesemodul54

Forkortelser og udtryk

AC Access kanal

En kanal som er markeret på en særlig måde, anvendes ved tildeling af trafikkanal, når en mobilstation ønsker at foretage et opkald.

A abonnent

Kaldende abonnent

B abonnent

Kaldte abonnent

BS Basisstation

Basisstationen er bindeleddet mellem det faste ledningsnet og radioforbindelsen til mobilstationen. I BS genereres samtidig Phi- signalet der anvendes til kontrol af samtalekvaliteten.

BSA Basisstationsområde

Det område som radiomæssigt dækkes af den pågældende basisstation.

CC Kaldekanal

En af radiokanalerne på en BS er markeret som kaldekanal, opkald til MS foretages på denne kanal.

CU Kontrolenhed

En del af basisstationen, som tager sig af styringen af de forskellige funktioner i stationen, som fx. start og stop af sender, start og stop af phi signal samt fejlmeldinger. BS er styret fra MTX.

FFSK Hurtig frekvensskift data

Et modulationsprincip, som anvendes ved overførsel af data mellem MTX og BS/MS. Signaleringshastigheden er 1200 baud, og der anvendes 1200 Hz for logisk 1, og 1800 Hz for logisk 0.

HMS Håndportabel mobilstation

En særlig lille udgave af mobilstationen, må ifølge specifikationerne ikke veje over 1 kg, men ses ofte betydelig lettere.

MFC Multi frekvens kode signalering

Et signaleringssystem som anvendes mellem MTX og de øvrige telefoncentraler, benytter 2 ud af 6 frekvenser til overføring af cifre.stem

NMT Systemet

Et offentligt mobiltelefonsystem, som omfatter de nordiske lande, Danmark, Norge, Sverige, Finland, Færøerne og Island, samt Schweiz.

PMS Prioriteret mobilstation

En mobilstation som har en særlig facilitet, som sikrer en lettere adgang til systemet i perioder med megen trafik.

SR Signalstyrke modtager

En speciel modtager der findes på BS. En speciel modtager der er i stand til at bestemme signalkvaliteten på en hvilken som helst kanal i systemet.

SU Overvågningsenhed

En kontrolenhed som overvåger en igangværende samtales kvalitet og om nødvendigt sender en alarm til MTX.

TA Trafikområde

En gruppe af BS under en given MTX, opkald til MS udsendes samtidigt på alle basisstationer i et trafikområde.

TC Trafikkanal

En kanal der benyttes til opkald fra MS

Ø SIGNAL Overvågningssignal

Et overvågningssignal der udsendes sammen med samtalen på en trafikkanal, benyttes til at kontrollere samtalekvaliteten.

Offentlige mobiltelefonsystemer

Når man i dag nævner ordet mobiltelefon tænker man uvilkaarligt på det forholdsvis nye NMT system, men danmark har faktisk haft forskellige mobiltelefonsystemer i en meget lang årrække.

Starten

Allerede først i halvtredserne var der et automatisk system i drift i københavn, men teknikken var på det tidspunkt ikke tilstrækkeligt udviklet, og systemet vandt aldrig den store udbredelse.

Manuelle systemer

I midten af tredserne blev et manuelt system åbnet, det fik navnet A- systemet, og det vandt publikums interesse, og blev hurtigt efterfulgt af et B- og et C system. Det var alle manuelle systemer, som ikke havde dækning ud over landets grænser. Det første system, hvor der var flere lande involveret, var D- systemet, som blev anvendt i både norge, sverige og danmark. Systemet var et UHF system, som havde 80 kanaler.

Nordisk System

Efterhånden som behovet for mobiltelefoner voksede, forsøgte man at lave et europæisk samarbejde for at få udviklet et fælleseuropæisk system, men det var på det tidspunkt ikke muligt at opnå enighed, og der blev istedet etableret et fællesnordisk samarbejde, der resulterede i et fælles mobiltelefonnet, der kunne anvendes i alle de nordiske lande, uanset hvor den pågældende abonnent var hjemmehørende. Der blev reserveret et frekvensområde omkring 450 MHz, og et fuldautomatisk system blev udviklet. Dette system fik navnet NMT systemet, og blev sat i drift 1. januar 1982.

NMT Systemet

Abonnentprognoserne sagde på det tidspunkt, at dette system skulle dække behovet indtil 1990, hvor man ville søge at etablere det fælleseuropæiske system. NMT systemet blev hurtigt en meget stor succes, og det viste sig hurtigt nødvendigt at tage alle radiokanaler i brug, også dem der ellers blev benyttet af D- systemet, hvorfor det blev nødvendigt at nedlægge dette system.

NMT Successen

NMT systemet blev hurtigt en succes og en hel række andre lande benytter systemet i lidt afvigende udgaver.

NMT systemet var beregnet til at kunne klare et abonnentantal på ca 50 000, men der blev allerede i 1985 problemer med antallet af radiokanaler, og det blev nødvendigt at begrænse adgangen til systemet, dette var imidlertid en uholdbar situation, og da der var mulighed for at udnytte frekvensbåndet omkring 900 MHz blev det besluttet at udvikle et nyt NMT system, et system hvor der var mulighed for mange flere kanaler, samt en bedre udnyttelse af kanalerne ved hjælp af småcelleteknik (se herom senere).

NMT 900

Dette nye system fik navnet NMT-900 og blev sat i drift 1. januar 1987. Systemet fik ret hurtigt landsdækning, og har på nuværende tidspunkt omkring 100 000 abonnenter.

Andre landes systemer

I andre af de europæiske lande benyttes forskellige systemer.

TACS

England har et system, som kaldes TACS (Total Access Communication System), systemet ligger i området fra 890 MHz - 950 MHz.

ÖBZ- C-450

I forbundsrepublikken Tyskland har man et system C-450 der benytter området 450 - 460 MHz.

RADIOCOM 2000

I Frankrig findes et system som kaldes RADIOCOM 2000 og anvender både 200 MHz - og 420 MHz områderne.

Ud over de her nævnte systemer skal det nævnes, at NMT systemet eller afarter af dette anvendes i op mod 20 forskellige lande.

Mobiltelefoner i Europa

Det er meget forskelligt hvor mange mobiltelefonanlæg der findes i de forskellige lande, og det er bemærkelsesværdigt, at den største koncentration ligger i de Nordiske lande. se grafen herunder.

GSM systemet

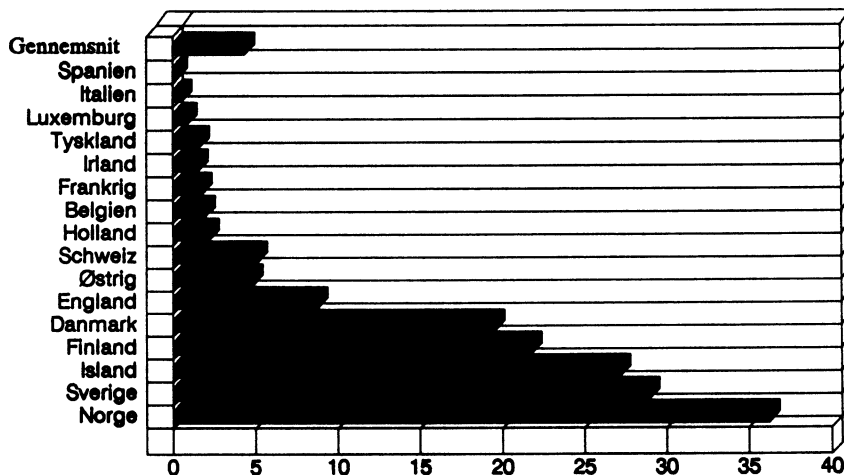
De her nævnte systemer vil sandsynligvis blive anvendt i mange år fremover, men som før nævnt er der planer om et fælleseuropæisk system. Dette system har fået navnet GSM systemet og er nu ved at være specificeret, og der skal her kort nævnes de vigtigste træk fra systemet.

Systemet vil benytte 900 MHz båndet, og vil i takt med udnyttelsen efterhånden overtage kanalerne i NMT 900 systemet. Systemet anvender digital overførsel af talen, således at der overføres 8 fuldhastighedskanaler eller 16 halvhastighedskanaler pr. bærebølge. De enkelte kanaler bliver overført tidsmultiplexet.



Mobiltelefoner i Europa

abonnenter pr 100 indbg. Jan. 1989

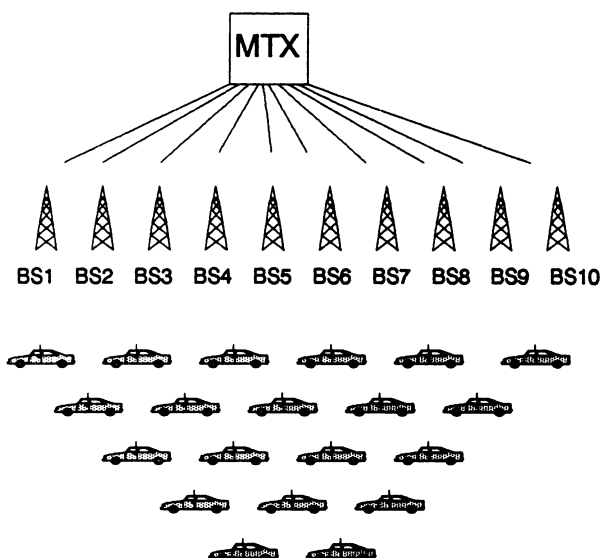


NMT systemet

I det følgende vil NMT systemets virkemåde blive forklaret i korte træk.

NMT systemet består af en telefoncentral (MTX) et antal fremskudte radioanlæg de såkaldte basisstationer (BS) og mobilstationerne (MS).

Systemet er opbygget i et hieraki som vist på tegningen herunder, med MTXen øverst, herunder basisstationerne og nederst mobilstationerne.



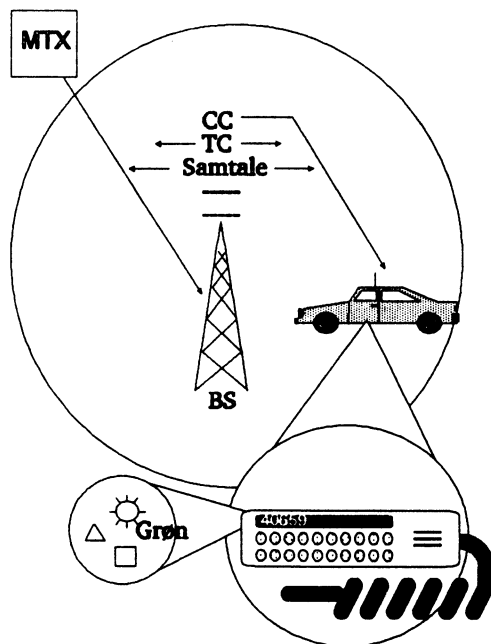
I NMT systemet er det MTXen der kontrollerer al forbindelse med mobilstationerne, i det følgende kaldet MS, det gælder såvel opkald fra MS og opkald til MS. Ud over det skal MTXen holde rede på hvor dens hjemmehørende MS befinder sig, således at et opkald kan kobles videre til en anden MTX om nødvendigt.

Dette skal MTXen selv styre, således at den faste abonnent ikke behøver at vide hvor en bestemt MS befinder sig. MTXen skal også kunne foretage en omkobling af en igangværende samtale, for at sikre en optimal samtalekvalitet.

Mobilstationen

Når en mobilstation tændes, vil den begynde at søge efter en kaldekanal CC, det er en kanal hvor der sendes data der fortæller at kanalen er en CC. For at gøre søgningen så hurtig som mulig, vil MSen kun stoppe hvis der er bærebølge på kanalen, er det tilfældet, vil MSen vente på datatransmission i 20 mS. Kommer der ikke data vil søgningen fortsætte. Det er imidlertid ikke nok at kanalen er markeret som CC, det skal også være en markering, der fortæller at signalet kommer fra en BS i MSen eget trafikområde.

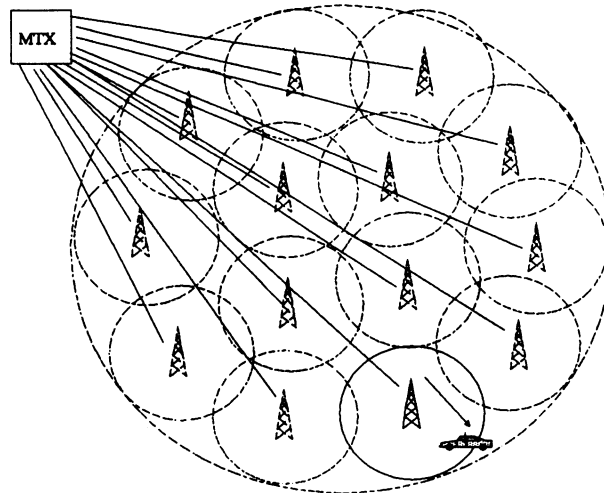
Søgningen starter fra et tilfældigt kanalnummer, og i den første søgerunde vil modtageren kun acceptere bæreølger over 20 dBuV, dette er for at undgå at MSen låser sig til en fjern BS, hvilket kan give problemer, når en samtale skal etableres. Hvis der



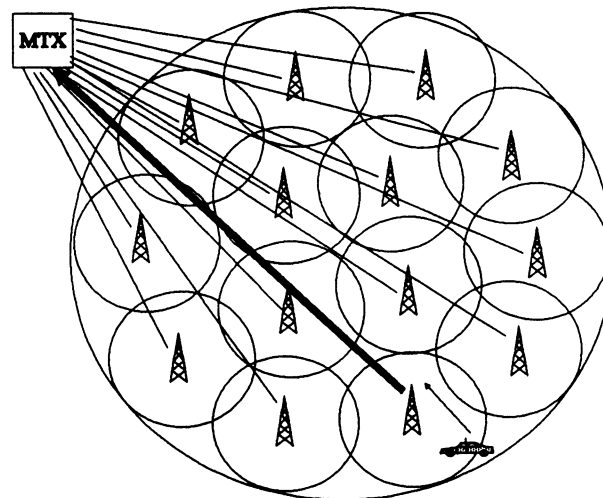
ikke findes en kanal i første søgerunde, søges videre, men med fuld følsomhed.

//Søgning ved forskellige niveauer

MTX kalder en MS over alle BS i trafikområdet



MS svarer på opkald
MTX registrerer
hvilken BS der har modtaget svaret



Når MS har fundet en CC vil den standse søgningen og forblive på denne CC, samtidig vil en grøn lampe (serviceindikator) blive tændt, dette informerer brugeren om at MSen er låst til nettet og kan modtage opkald.

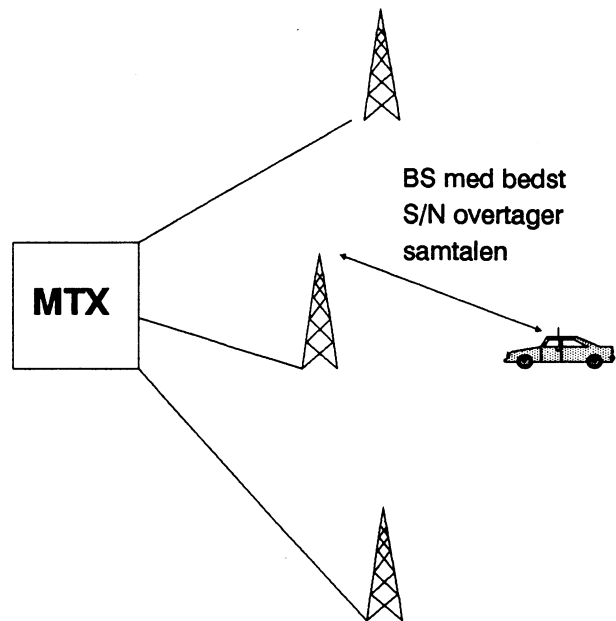
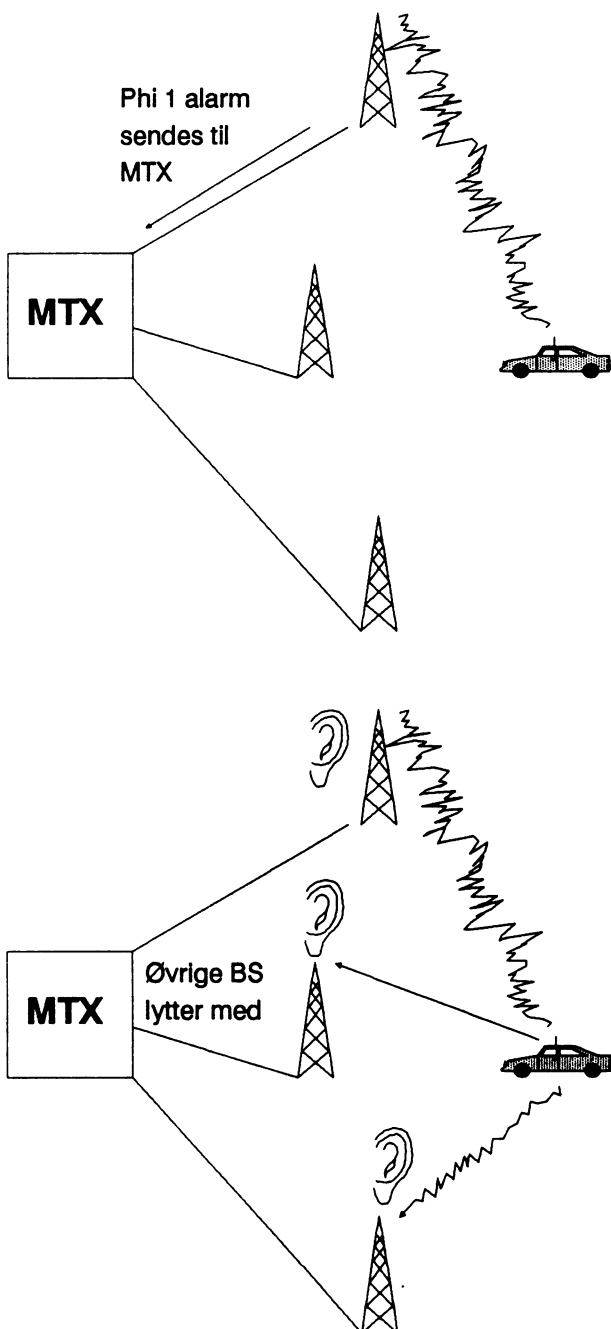
Opkald til MS

Hvis en fast abonnent ønsker at kalde en bestemt MS, vælges den pågældende MS's nummer, og MTXen vil kalde MSen over alle Ccer i MSens trafikområde. Hvis MSen hører opkaldet, vil den svare på den kaldekanal hvortil den har været låst, MTXen vil nu finde en ledig kanal på den BS hvor-

til MSen var låst og dirigere MSen til denne kanal og her vil samtalen blive etableret.

Opkald fra en MS

Når abonnenten ønsker at foretage et opkald, sker det lidt anderledes end ved en almindelig telefon. Det ønskede nummer indtastes, og røret løftes af. Herved begynder MSen automatisk at søge efter en ledig TC, når en sådan er fundet, foretager MSen et opkald, MTXen besvarer dette opkald og reserverer



den pågældende kanal til samtalen, først på dette tidspunkt overføres det ønskede nummer til MTXen, som sørger for sammenkoblingen i det faste net.

Skitse der viser et kald fra MS

Omkobling af bestående samtale

Under samtale foretages en løbende kvalitetskontrol af samtalen, dette sker ved at BS sender et såkaldt Phi signal ud til MSen, som returnerer signalet til BSen. Signalet ligger på ca. 4 kHz, og har et frekvenssving på kun 300 Hz. På BS foretages en S/N måling på det returnerede signal. Der er fastlagt to grænseværdier, 30 dB og -5dB. Hvis S/N bliver dårligere end 30 dB vil BS sende en såkaldt Phi 1 alarm til MTXen, hvis S/N bliver dårligere end -5 dB sendes en Phi 2 alarm.

Hvis MTXen modtager en Phi 1 alarm vil den beordre de omkringliggende BSer til at foretage en signalstyrkemåling på samtalen, hvis det nu viser sig at en af de andre BSer hører MSen bedre, vil MTXen koble samtalen over til denne BS. Brugeren vil høre en sådan omkobling som en kort afbrydelse af samtalen. Denne måleprocedure gennemføres iøvrigt umiddelbart efter at ensamtale er blevet etableret, for at sikre at kvaliteten er den bedst mulige.

Hvis MTXen modtager en phi 2 alarm, vil den pågældende samtale blive koblet ned, idet det ikke kan forventes at en eventuel omkoblingsordre vil kunne udføres korrekt.

Roaming

NMT systemet er baseret på at enhver mobilstation skal kunne anvendes overalt i de nordiske lande. Det vil derfor forekomme at en mobilstation kommer udenfor sit eget trafikområde, og det vil medføre at MSen ikke vil høre et evt. opkald. For at undgå dette er systemet indrettet således at når en mobilstation bevæger sig til et sted hvor den ikke kan finde en CC fra dens eget trafikområde, vil MSen acceptere et hvilket som helst TA, men vil foretage en såkaldt roaming opdatering, dette sker ved at MSen foretager et opkald til MTXen. Hvis den pågældende mobilstation er hjemmehørende under denne MTX vil det blot blive registreret, at mobilstationen nu befinder sig under et andet trafikområde, og skal kaldes der fremover. For at kunne skelne mellem de enkelte MTXer benævner man dem hhv. MTXH (H for Home) og MTXV (V for Visitor) Hvis mobilstationen er i et område der hører under en anden MTX, vil denne MTXV sende besked "hjem" til mobilstationens egen MTXH og informere denne om at eventuelle opkald skal videresendes til MTXV. Hvis mobilstationen kommer til et andet land, skal der vælges den korrekte landskode, da mobilstationen ellers ikke vil låse på en CC. Dette er for at undgå at man i et grænseområde låser sig til en "udenlandsk" CC. Eks: Hvis man kører i københavnsområdet, vil det være muligt at låse til en svensk BS, men bliver man opdateret her, vil man fra mobilstationen skulle vælge sig "ud" af sverige for at ringe til en dansk abonnent.

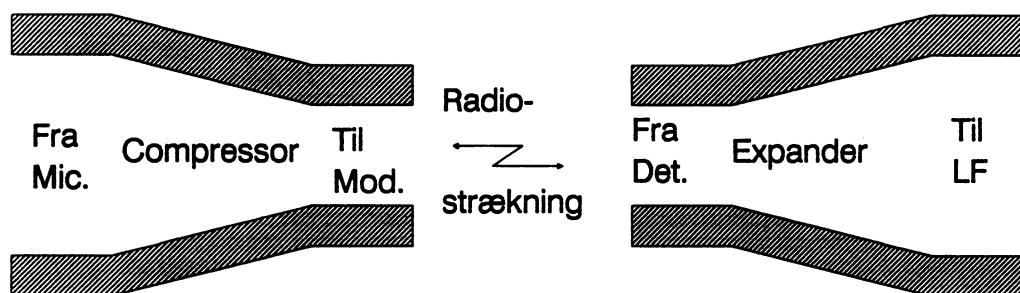
Slutsignalering

Alle samtaler afsluttes med en slutsignalering fra begge parter, for at sikre at systemet afsluttes korrekt, og for at modvirke at en sender ved en pludselig afbrydelse står med en ukontrolleret bærebølge.

Compander/Expander

Erfaringerne fra NMT 450 har vist at talekvaliteten var ringere i NMT systemet end i det faste net, dette skyldes, at dynamikområdet for talevejen bliver begrænset af radiostrækningen, (det er kun muligt at opnå mellem 30 og 40 dB), og for at opnå en så god talekvalitet som muligt, har man i NMT 900 indført en kompression af LF signalet inden det sendes til modulatorens, og efter at det er kommet ud af detektoren i modtageren foretages en tilsvarende dekompression. Kompressionen er på 2:1, således at det signal der kommer ud af modulationsforstærkeren, bliver komprimeret i amplitude, inden det sendes til modulatorens. På modtagersiden vil LF signalet efter detektoren igen blive ekspanderet inden det sendes til LF forstærkeren. Resultatet af denne signalbehandling er en mærkbar forbedring af talekvaliteten.

□



Kanalsøgning.

Disposition

5 Kanalsøgning

5.1 Generelt

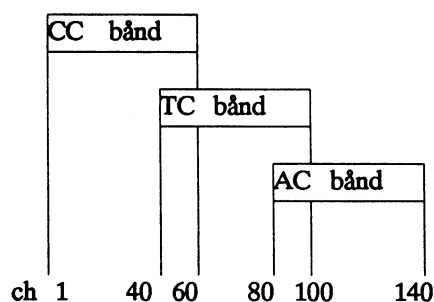
Når en mobilstation skal søge efter en CC eller en TC foregår det i NMT 450 systemet på alle 180 kanaler, dette tager selvfølgelig en vis tid, men da MSen kun standser på de kanaler hvor der sendes bærebølge, vil en komplet søgerunde alligevel ske indenfor en acceptabel tid.

5.2 Søgning i NMT 900

Anderledes er situationen når det er NMT 900 systemet, hvor der ialt 1999 kanaler. Her vil søgetiden blive meget lang, hvis alle kanaler skal afsøges. Man har derfor valgt kun at søge over et vist antal kanaler. Dette er muligt, da kanalerne er fordelt i grupper som vi har set i afsnittet om frekvensopdelingen. Dette medfører, at enhver BS har en kanal mellem kanal 1 og kanal 19.

5.3 Båndgrænser

Ved programmeringen af nummer i en MS indlægges samtidig det såkaldte basisbånd, som dækker området fra kanal 1 til kanal 304. Når MSen tændes vil den kun søge indenfor dette område. Derud-



Eksempel på søgebånd

over kan MTXen udsende en tillægsinformation, som fastlægger andre grænser, fx. et bånd for CC kanaler, et bånd for TC kanaler og et bånd for AC kanaler. Denne tillægsinformation udsendes på CC kanalerne, når der er mulighed for dette, dvs. når der ikke udsendes eller besvares opkald. Informationen opsamles og gemmes i MSen, som benytter informationen næste gang den foretager en søgning efter en kanal.

5.4 Opdelingen

I øjeblikket anvendes fx. kanal 1- 60 som CC bånd, og kanal 40 - 100 som TC bånd. Herved opnås altså en søgetid, som er en trediedel af søgetiden i NMT450 systemet. MTXen vil til enhver tid kunne ændre disse søgebånd, afhængig af trafikken på nettet eller ændringer i kanalfordelingen på nettet.

5.5 Acceskanaler.

En AC kanal er en kanal , der kun anvendes til opkald. Kanalen har en speciel mærkning, således at det er muligt for MS at skelne mellem denne og en TC. Når en MS skal foretage et opkald, vil den op-
søge en AC, og foretage opkaldet på denne kanal, kanalen vil ikke blive frigivet til trafik, men MS vil blive henvist til en anden kanal, som nu vil blive reserveret til samtalen.

Signalering

Disposition

- 1 Signalering generelt
- 2 Signaler fra MTX til alle standby MS:
- 3 Signaler til en specifik MS.

1. Signalering generelt

I NMT systemet er der behov for overførsel af forskellige signaler, herunder er nævnt de vigtigste

2. Signaler fra MTX til alle standby MS:

2.1 Nummer på den benyttede kanal.

Dette er for at nedsætte risikoen for at MS finder en falsk CC eller TC (på grund af intermodulation).

2.2 Power Bit information.

Mtx informerer MS om hvilket effektniveau der skal anvendes på den aktuelle kanal, på denne måde kan MTX etablere småcelleområder.

2.3 Kanaltipeinformation.

Da MS skal være i stand til at skelne imellem en kaldekanal CC, en fri trafikkanal TC, en akseskanal AC eller en optaget trafikkanal med data-transmission, markeres dette ved et prefix.

2.4 MS Gruppeopdeleing.

For at undgå for mange MS på en kaldekanal deles MS i en gruppe A og en gruppe B. Dette afgøres af det sidste ciffer i sikkerhedskoden K1 K2 K3 således: Hvis K3 er et ulige tal hører MS til gruppe A, hvis K3 er et lige tal hører MS til gruppe B.

2.5 Trafikområdenr.

For at MS kan afgøre under hvilket TA. nr. den befinder sig udsendes denne information. TA nr. indeholder også landskodeinformation.

2.6 Tillægsinformation.

Denne information anvendes til at informere MS om hvilket kanalbånd der anvendes hhv. CC bånd, TC bånd og AC bånd.

3 Signaler til en specifik MS.

3.1 Identitet.

For at MTX kan komme i kontakt med en bestemt MS, er det nødvendigt med et identifikationsnummer. Dette består af 7 cifre (en landskode Z og MS nr. X1--X6).

3.2 Områdeinformation.

For at undgå fejlfunktion på grund af interferens fra andre basisstationer på samme kanal sendes områdeinformation til MS hvorefter denne returnerer denne til MTX.

3.3 Kanalskifteordre.

MS kan beordres til at skifte kanal ved hjælp af en kanalskifteordre, som indeholder information om den aktuelle kanal samt den kanal der skal skiftes til.

3.4 Power Bit information.

MS returnerer de modtagne powerbit, om hvilket effektniveau der skal anvendes på den aktuelle kanal, på denne måde kan MTX etablere småcelleområder.

3.5 Kø information.

Dette er en information til MS om at denne er sat i en "kø", og at den vil blive kaldt når der igen er ledige kanaler på den pågældende BS.

3.6 Scanningsordre.

Scanningsordren anvendes hvis den pågældende BS ikke har ledige radiokanaler, og MS opfordres til selv at søge efter en ledig TC på en anden BS.

4. Liniesignaler.

Disse signaler anvendes i forbindelse med op - og nedkobling af samtaler og svarer til de signaler der anvendes i det faste telefonnet.

Der er følgende liniesignaler:**4.1 Nummer komplet**

fortæller at MS er færdig med at overføre tlf. nr.

4.2 Ringe ordre.

Sendes til MS for at starte ringetone i MS

4.3 Roaming opdatering.

Anvendes ved opdatering i nyt trafikområde.

4.4 Nedkobling.

Anvendes i begge retninger når en samtale afsluttes.

5. Signaler fra MS --- MTX**5.1 Nummer på den aktuelle kanal.**

Se under signaler fra MTX til MS.

5.2 MS nr.

MS nr. består af 7 cifre + en 3 cifret sikkerhedskode.

5.3 Områdeinformation.

Dette er for at informere MTX om hvilken BS gruppe MS har modtaget signalet fra.

5.4 Opkaldskvittering.

Dette signal er en kvittering fra MS på et opkald fra MTX.

5.5 Access signal på Accesskanal.

Dette signal fortæller MTX at en MS ønsker at foretage et opkald på en accesskanal.

5.6 Opkaldskvittering.

Dette signal er en opkaldskvittering, sendes på en trafikkanal.

5.7 Kanalbelægningsønske.

Signalet informerer MTX om at en MS ønsker benytte en TC.

5.8 Roaming opdatering.

Signalet informerer MTX om at en MS er kommet ind i et nyt TA, og ønsker at blive registreret i det.

5.9 Svarsignal.

Signalet fortæller MTX at MS har "løftet af"

5.10 Nedkobling.

Signalet fortæller MTX at MS har afsluttet en samtale.

5.11 Nummersignal.

Signalet anvendes til overførsel af det ønskede tlf. nr. Der er to typer nummersignaler, et som fortæller at der overføres første-, tredje-, femte-, syvende-ciffer, osv. og et andet signal som fortæller at det er andet-, fjerde-, sjette-, ottende-ciffer der overføres.

5.12 MFT konverter til/ fra.

Signalerne benyttes til at ind og udkoble en konverter i MTX, dette muliggør en overførsel af cifre under samtale, cifrene overføres som signalrammer, men omsættes i MTX til de multifrekvenstoner, som normalt anvendes i det faste telefonnet.

5.13 Register Recall.

Signalet anvendes til aktivering af forskellige tjenester, fx. telefonmøde. ol.

Takster

5. Afregning

5.1 Generelt

Ved afregning af samtaler, benyttes i princippet samme procedure, som den der anvendes i det faste telefonnet. A abonnenten, (den kaldende part), bliver debiteret for samtalen, prisen afgøres i centralen ved kontrol af de først valgte cifre.

5.2 Afregning

Ved afregningen i NMT systemet har man besluttet, at systemet skal være dækkende indenfor de deltagende lande, og afregningen skal i princippet være den samme uanset, hvor den kaldte NMT mobilstation befinder sig.

5.3 Opkald til NMT abonnent

Et opkald til en NMT mobilstation vil alt efter den pågældende mobilstations position blive omdirigeret til en anden MTX, men takseringen vil ske i A abonnentens central, til det pågældende lands NMT takst.

5.4 Opkald fra NMT abonnent.

Et opkald fra en NMT mobilstation vil blive debiteret til den takst, som er gældende for den MTX hvor mobilstationen på det pågældende tidspunkt er opdateret. Hvis opkaldet går til en abonnent indenfor NMT landene gælder den sædvanlige NMT takst. Hvis opkaldet går til lande udenfor NMT landene gælder den sædvanlige udlandstakst, dog minimum NMT takst.

5.5 Takseringsintervaller

Følgende takseringsintervaller benyttes ved taksering af samtaler fra NMT mobiltelefoner

- Danmark: afregnes pr. sekund
- Sverige: afregnes pr. 4 sekunder
- Norge: afregnes pr. 18 sekunder
- Finland: afregnes pr. 60 sekunder

5.6 Samtaleafgifter

De nedenfor angivne afgifter er gældende pr. 1. januar 1989

Fra dansk mobiltelefon, der befinder sig i Danmark:

- til indland, (gælder også for samtaler mellem 2 NMT-abonnenter) pr. minut 2,85 kr.
- Til udland, samme takster som fra fast telefon, dog mindst pr. minut 2,85 kr.

Taksten er gældende hele døgnet.

- Fra dansk mobiltelefon, der befinder sig i Sverige, Norge eller Finland:

Det pågældende lands NMT takst der er:

- Sverige (på hverdage kl 1800-0800 samt på lørdage og søn-og helligdage er taksten nedsat til 2,39 Skr pr minut) 3,45 Skr
- Norge pr. minut 3,68 Nkr
- Finland (på hverdage kl. 1700-0700 samt på lørdage og søndage er taksten nedsat til 1,08 Fmk for samtaler til Finland) pr. minut 2,16 Fmk
- Til dansk mobiltelefon der befinder sig i Danmark, Sverige, Norge eller fast Finland fra fast telefon i Danmark pr minut 2,85 kr.

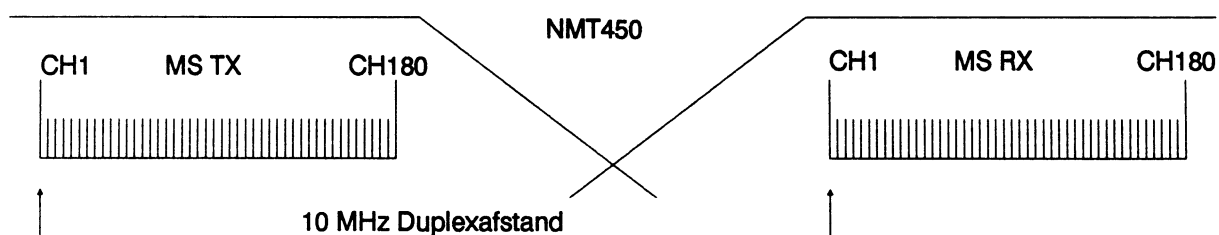
NB: De ovenfor anførte takster er gældende for såvel NMT 450 som for NMT 900.

Frekvensområde NMT 450/900

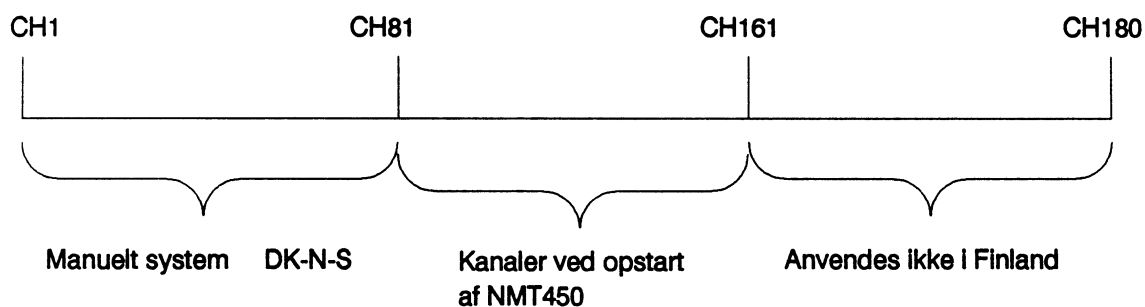
Frekvensplan NMT450

Frekvensområdet der anvendes til NMT450 dækker området fra 453 MHz - 457,5 MHz til sending fra mobilstationen, og området 463 MHz - 467,5 MHz benyttes til sending i den modsatte retning. Området er delt op i 180 kanaler, med en kanalafstand på 25 kHz. Der benyttes en Duplex afstand på 10 MHz.

Således vil en basisstation der anvender kanal 1, også kunne anvende kanalerne 9 - 17 - 25 osv. En basisstation der geografisk ligger i nærheden vil fx kunne anvende kanalerne 2 - 10 - 18 osv. eller 3 - 11 - 19 osv.



Ved opstart af NMT systemet blev der kun anvendt en del af kanalerne, idet det manuelle system benyttede en del af kanalerne. se fig. herunder



Kanalgrupper NMT 450

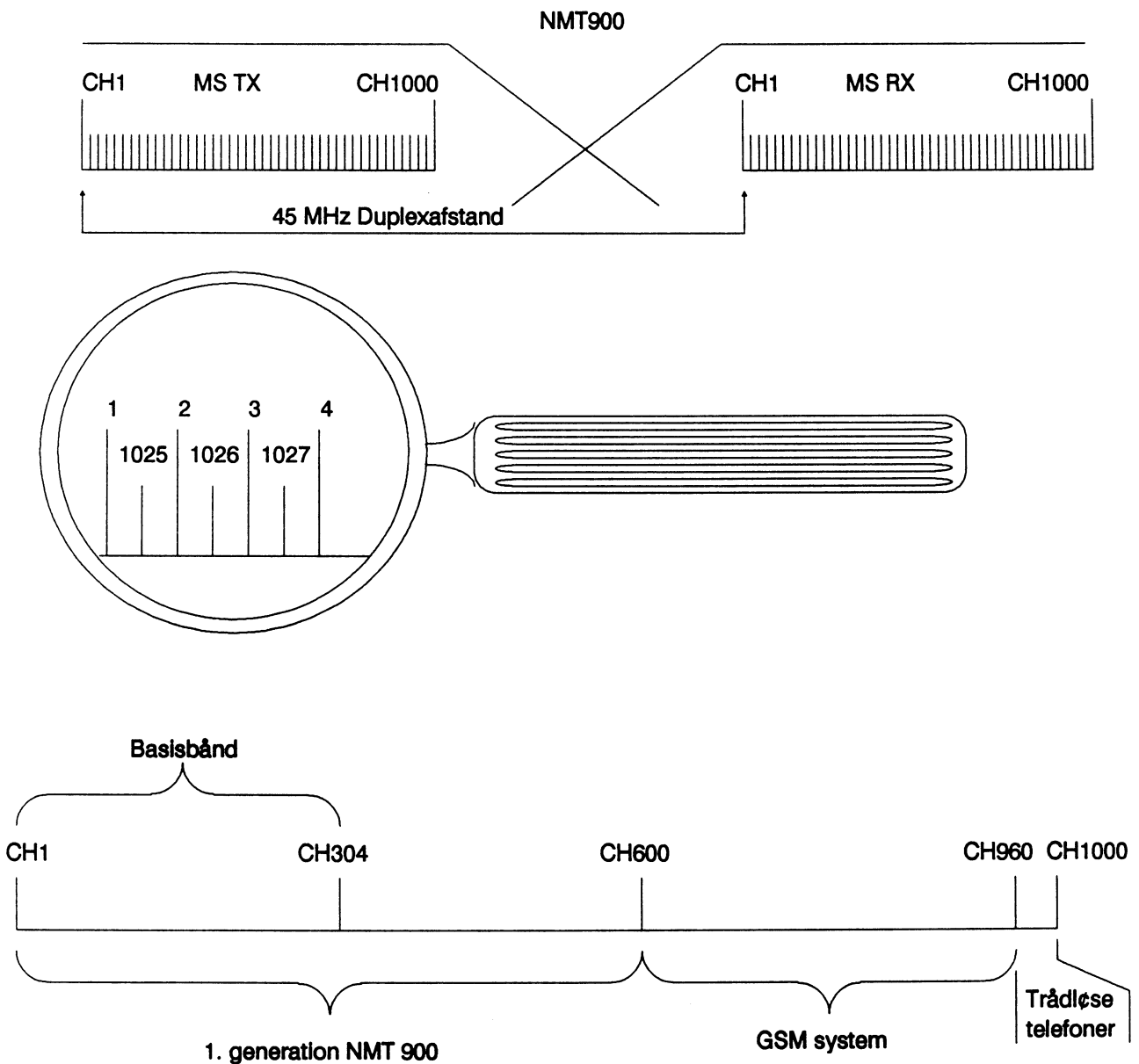
På basisstationen benyttes der normalt kun en antenne til flere sendere, den nødvendige sammenkobling af de enkelte senders PA trin sker i filtre. Disse filters båndbredde kræver at to sendere har en frekvensmæssig afstand på min 175 kHz. Der vil derfor være en begrænsning på antallet af kanaler på en given basisstation. Man har opdelt båndet i grupper på 22 eller 23 kanaler, med et spring på 8 kanaler mellem hver kanal, se fig. th.

1. grp	2. grp	3. grp	4. grp	osv.			
1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	60	61	62	63
65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80
Osv.	-	-	-	-	-	-	-

Frekvensplan NMT900

Frekvensområdet der anvendes til NMT900 dækker området fra 890 MHz - 915 MHz til sending fra mobilstationen, og området 935 MHz - 960 MHz benyttes til sending i den modsatte retning. Området er delt op i 1000 kanaler, med en kanalfastand på 25 kHz, men det vil være muligt at anvende kanaler der er placeret imellem disse, altså med en kanalfastand på 12,5 kHz, disse kanaler kaldes interleavede kanaler. Dette giver mulighed for ialt 1999 kanaler. Der benyttes en Duplex afstand på 45 MHz.

Fig nederst på siden viser hvorledes frekvensspektrret er udnyttet, og det ses at der i øjeblikket kun er benyttet en del af kanalerne, hvor mange kanaler der vil blive udnyttet fremover, vil være afhængig af udbygningen af hhv. NMT og GSM.



Kanalgrupper NMT 900

På samme måde som i NMT450 benyttes der på basisstationen normalt kun en antenne til flere sendere, den nødvendige sammenkobling af de enkelte senderes PA trin sker også her i filtre. Disse filters båndbredde kræver at to sendere har en frekvensmæssig afstand på min 475 kHz. Der vil derfor også her være en begrænsning på antallet af kanaler på en given basisstation. Man har opdelt båndet i grupper på 52 eller 53 kanaler, med et spring på 19 kanaler mellem hver kanal, se fig.



1. grp	2. grp	3. grp	4. grp	osv.				
1	2	3	4	5	6	7	8	-
19	20	21	22	23	24	25	26	-
37	38	39	40	41	42	43	44	-
55	56	57	58	59	60	61	62	-
73	74	75	76	77	78	79	80	-
91	92	93	94	95	96	97	98	-
109	110	111	112	113	114	115	116	-
127	128	129	130	131	132	133	134	-
145	146	147	148	149	150	151	152	-
163	164	165	166	167	168	169	170	-
Osv.	-	-	-	-	-	-	-	-

Cellulare radiosystemer

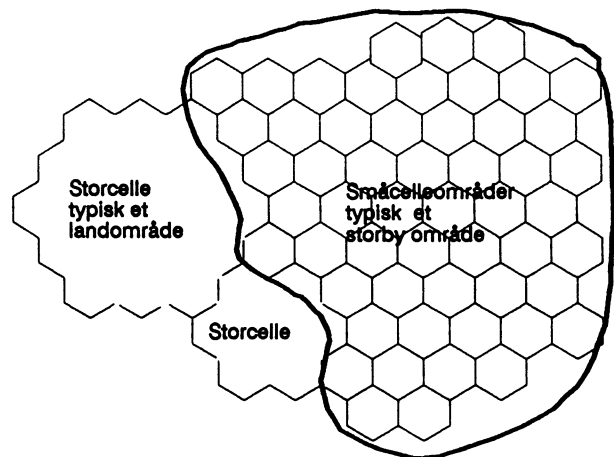
I de traditionelle radiotelefonssystemer har det hidtil været et ønske at opnå så stor rækkevidde som muligt. Det har imidlertid vist sig, at dette medfører en dårlig frekvensøkonomi. Hvad der er behov for, er et system der tillader samtidig afvikling af et stort antal samtaler, uden at det er nødvendigt at lægge beslag på et stort frekvensområde.

Frekvens genbrug

Der vil normalt være tildelt et bestemt antal kanaler til et bestemt radiosystem, og det vil derfor være nødvendigt at administrere disse kanaler på den bedste måde, så flest mulige abonnenter kan udnytte kanalerne. En metode er at begrænse rækkevidden, således at den pågældende kanal kan benyttes samtidig til en anden samtale, blot der er tilstrækkelig stor geografisk afstand mellem de to sendere. Det vil naturligvis ikke være muligt at vide hvor en mobilstation befinder sig, og det vil kunne forekomme at stationen under en igangværende samtale bevæger sig ud af dækningsområdet for en basisstation og ind i en anden stations område, dette vil give anledning til interferens. De fysiske områder, hvor en bestemt mobilstation kan bruge en given frekvens må kontrolleres automatisk af en intelligent basisstation eller central.

Cellular Systemet

Området som et cellular radio system skal dække, deles op i celler, hvis størrelse kan variere efter behov.



Indenfor en celle er der tildelt et antal kanaler der kan benyttes, og ingen af nabocellerne vil anvende de samme kanaler. Men celler der ligger længere væk vil kunne benytte de samme kanaler igen.

I praksis vil de lokale udbredelsesforhold, terrænets beskaffenhed ol. kunne påvirke cellens størrelse, således at cellerne i praksis naturligvis ikke får det viste sekskantede udseende, men vil afvige betydeligt herfra. I et automatisk radiotelefonssystem vil kendskabet til de enkelte basisstationers rækkevidde kunne indgå i valg af basisstation, samtidig med at det vil være muligt at tilpasse sendeeffekt og modtager følsomhed. I et system som NMT systemet forgår dette dynamisk, således at der til enhver tid vil være de bedste betingelser for at afvikle samtalerne med den bedste kvalitet.

Celle størrelse

Celle størrelsen har meget stor indflydelse på den bedste og mest økonomiske afvikling af trafikken i et bestemt område.

I et tyndt befolknet område vil det være mest økonomisk at anvende store celler, da der ikke er behov for at kunne afvikle et stort antal samtaler på en gang, men det er derimod ønskeligt at opnå stor rækkevidde for at spare på antallet af basisstationer.

I et tæt befolknet område er der derimod behov for at kunne afvikle mange samtaler på en gang, og derfor anvendes små celler således at de samme kanaler kan genbruges flere gange indenfor et snævert geografisk område. I et småcellesystem vil opleve at mobilstationen bevæger sig igennem flere celler under en samtale, det kræver at centralen er i stand til at omkoble samtalen til den bedst beliggende basisstation. Denne omkobling kaldes lidt misvisende for hand-off.



Mobilstationen

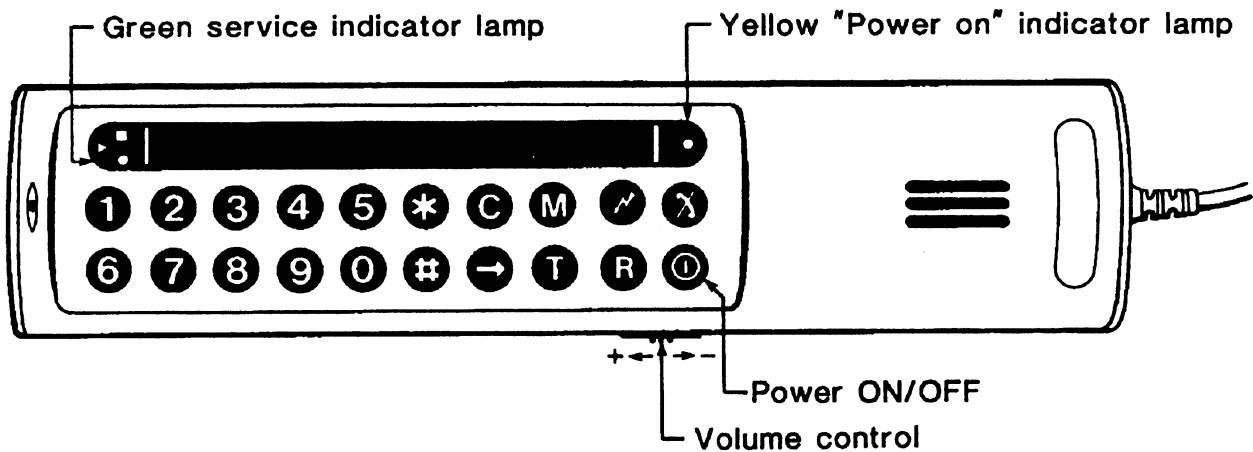
Mobilstationen kan funktionsmæssigt deles op i tre hoveddele:

- betjeningsdel
- logik- og kontrol del
- radiodel

Betjeningsdel

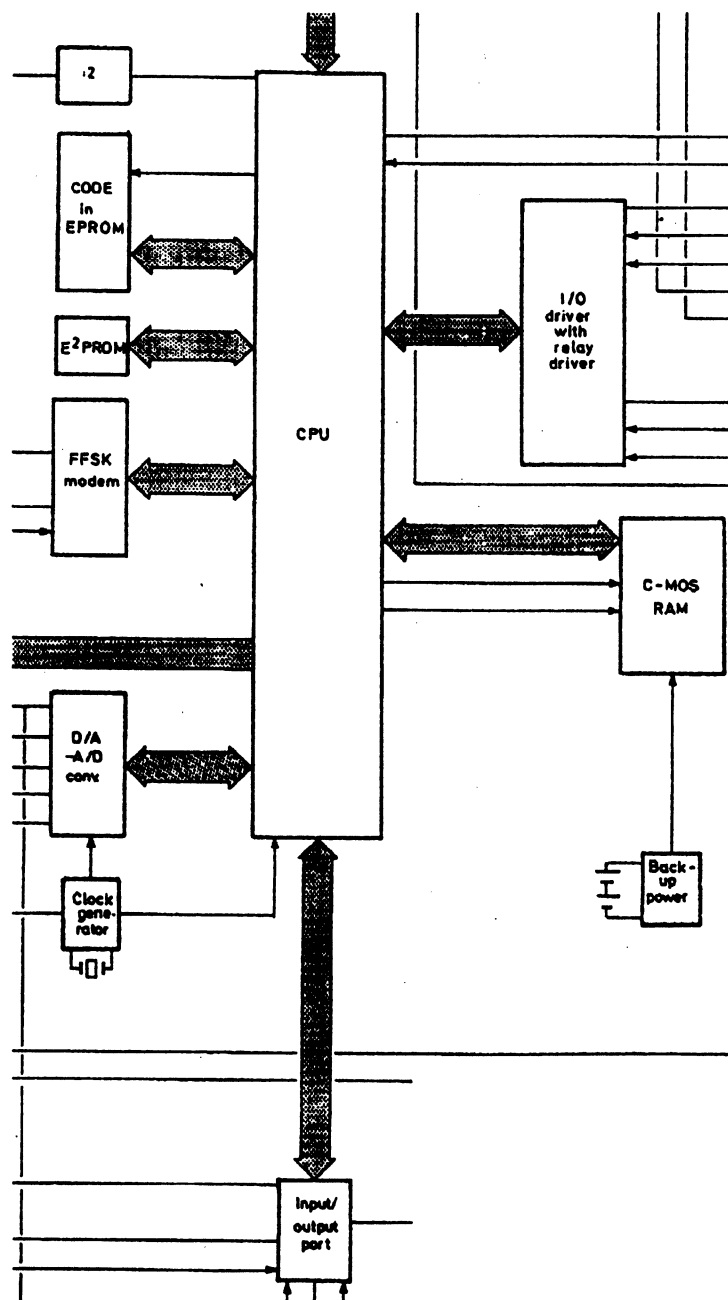
Betjeningsdelen omfatter enheder for de funktioner som brugeren benytter sig af.

- Mikrotelefon
- ON/OFF kontakt
- Tastatur
- Display for valgt nummer
- Serviceindikator
- Opkaldsindikator
- Indikator for opdateringsalarm
- Landsvælger
- Signalgiver for opkald og fejl
- Separat mikrofon/ højttaler med styrkekontrol
- Rat-tast



Logikdel

Denne del er ret omfattende, idet alle de forskellige funktioner i radiotelefonen styres herfra, det gælder såvel kanalskift, som effektskift, læsning af tastatur, besvare og fortage opkald. Logikdelen er opbygget omkring en mikroprocessor, dette giver samtidig mulighed for at tilføje en hel del andre funktioner, som spærring for afgående samtaler eller blot spærring for visse samtaler, det er også muligt at anvende kortnummervalg, i visse tilfælde kan der foretages søgning i kortnumrene. Enkelte fabrikater anvender talestyret opkald, således at man kan fortage opkald uden at slippe rattet.



Radiodel

Radiodelen ligner i store træk en traditionel radiotelefon, og består af en sender, en modtager, som begge er koblet til antennen via et duplexfilter. Samtalerne gennemføres som duplexdrift. Dette giver mulighed for at kontrollere kvaliteten af samtalen ved at der fra basisstationen overføres et overvågningssignal, som i mobilstationen sløjfes tilbage til basisstationen, hvor der foretages en signal/ støjmåling.

Sendeeffekten er delt op i tre niveauer.

For NMT450 er det hhv. 15 Watt, 1,5 Watt og 0,15 Watt.

For NMT900 er det 6 Watt, 1 Watt og 100 mWatt.

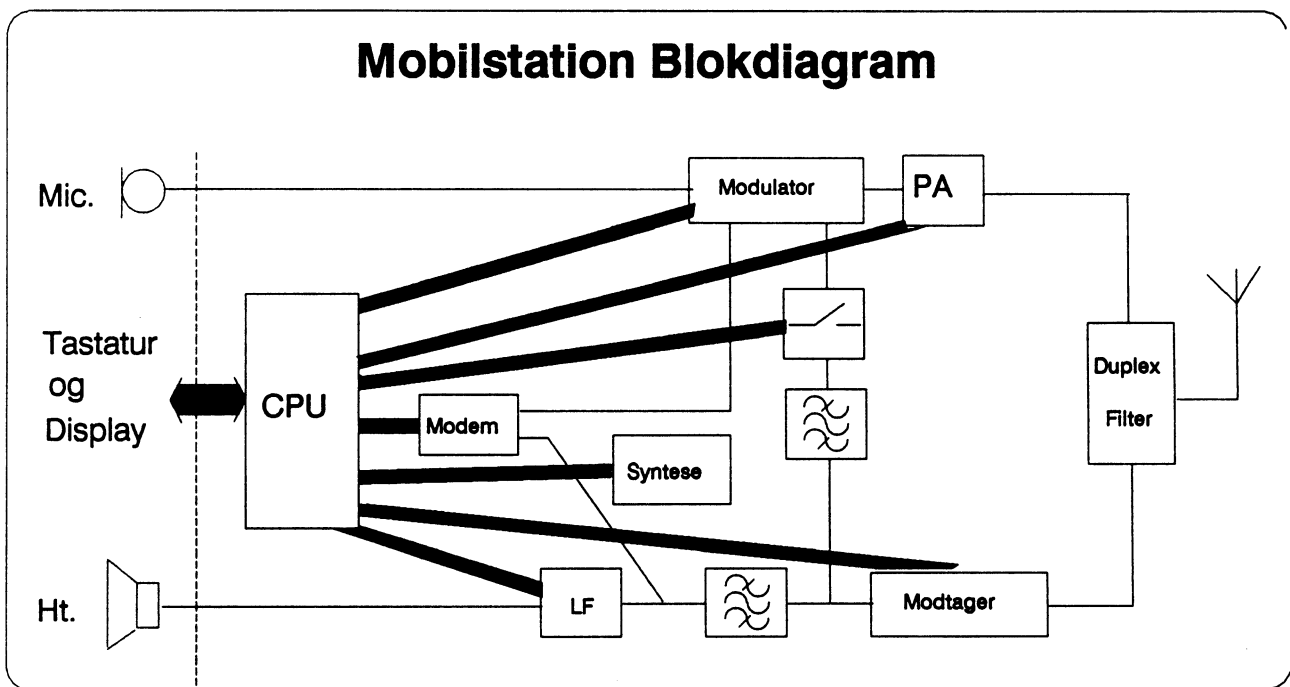
Der anvendes en kanalfasthed på 25 kHz i NMT 450, i NMT900 er afstanden ligeledes 25 kHz, men der er mulighed for at anvende kanaler der ligger mellem disse, og derved kommer afstanden ned på 12,5 kHz.

Der anvendes en Duplex afstand på 10 Mhz i NMT 450, og 45 Mhz i NMT 900.

I modtagerdelen er der en kredsløb der er i stand til at måle bæreølgenes styrke, dette benyttes til at udvælge de kraftigste stationer når modtageren søger en kanal.

□

Mobilstation Blokdiagram



Basisstationen

En basisstation består for hver kanal af en senderenhed TX og en modtagerenhed RX med tilhørende kontrolenhed CU. derudover findes der en fælles signalstyrkemodtager SR med tilhørende styreenhed SU. Dertil kommer det nødvendige sammenkoblingsudstyr til sendere modtagere og antenner.

Kontrolenheden CU indeholder logik til styring og overvågning af sende- modtage udstyret, modem til signalering med MTXen samt kredsløb til generering og modtagning af Phi signalet.

Basisstationen fjernstyres fra MTXen , og de vigtigste funktioner er:

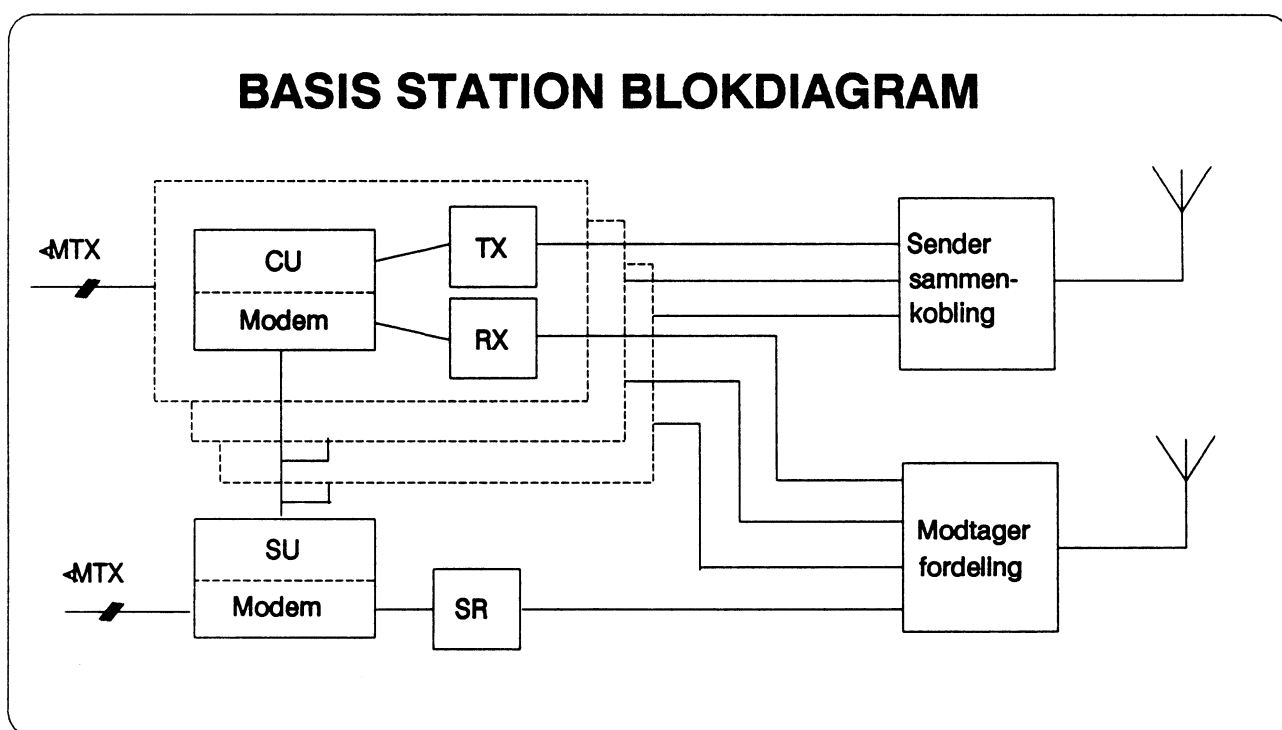
- kanalvalg
- start/ stop af sender
- start/ stop af Phi signal
- styring af overvågnings- og kontrolrutiner

Signalstyrkemodtageren

Denne modtager benyttes til kontrol af kvaliteten af Phi signalet, der kommer retur fra MS. Modtageren er syntesestyret, og kan styres fra MTXen til at lytte på en hvilken som helst kanal, dette benyttes når MTXen ønsker at kontrollere en samtale, som er igang på en af de omkringliggende basisstationer.

Alarmkredsløb

På basisstationen findes mulighed for tilkobling af forskellige alarmsystemer, som når de aktiveres, automatisk sender alarmerne videre til MTXen.



MTX

Udtrykket MTX står for Mobil Telefon EXchange.

MTXens opgave er at styre alle funktioner i NMT systemet, som fx op- og nedkobling af samtaler, informere abonnenterne, sørge for debitering af samtaler osv. De nærmere detaljer vil blive gennemgået i de efterfølgende kapitler, og vil ikke blive uddybet nærmere her. På næste side er vist et meget forenklet blokdiagram af en MTX. De her i landet anvendte MTX'er er alle af fabrikatet LM Ericsson type AXE.

Forkortelser anvendt i MTX blokdiagram

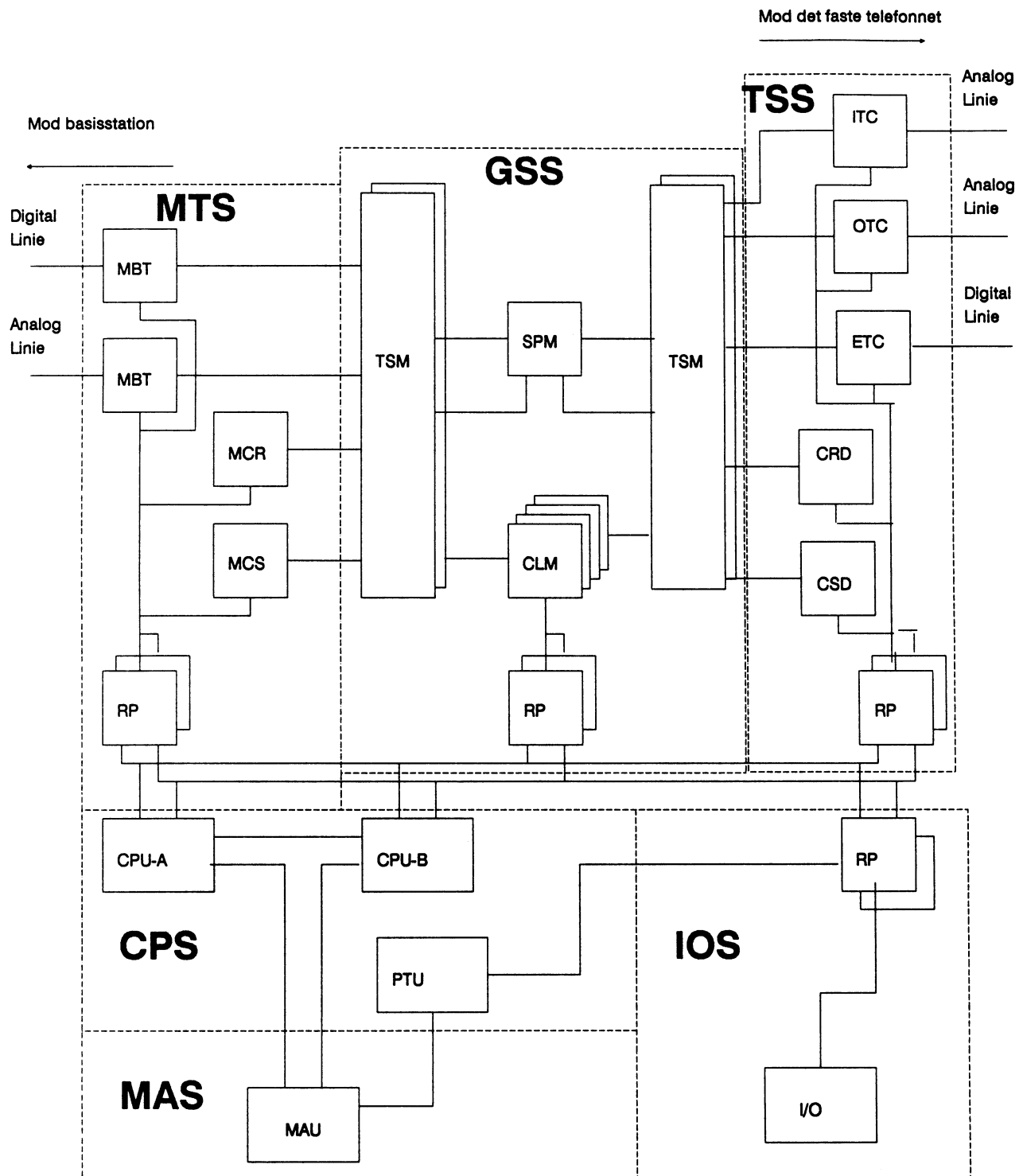
Hovedblokke:

GSS	Digitalt gruppevælger
TSS	Linie og signaleringssystem
MTS	Tovejs forbindelser til Basisstationer
CPS	Hovedprocessorsystem
IOS	Input / Output til processor
MAS	Vedligeholdelses- og kontrolsystem

Underblokke:

TSM	Time switch	Udgør tilsammen en digital gruppevælger
SPM	Space switch	
CLM	Clock modul	
ITC	Indgående linier	
OTC	Udgående linier	
ETC	Terminal udstyr	
CRD	Kode senderudstyr	
CSD	Kode modtageudstyr	
MBT	Basestation linieudstyr	
MCR	Mobil kode modtager	
MCS	Mobil kode sender	
RP	Regionalprocessor	
CPU	Central processor	
PTU	Processor test udstyr	
MAU	Vedligehold og service	
I/O	Input /Output fra centralpersonel	

MTX BLOKDIGRAM



Signaleringsystemet.

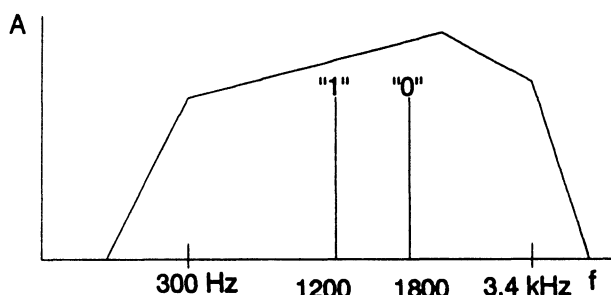
Signaleringen

Da NMT systemet er et fuldautomatisk system, kræves der et ret omfattende signalleringsystem for at foretage op- og nedkobling af samtaler, samt til at overvåge samtalekvaliteten og bestemme hvor i NMT systemets område en bestemt mobilstation befinder sig.

Signaleringen sker imellem MTX og BS, og mellem MTX og MS.

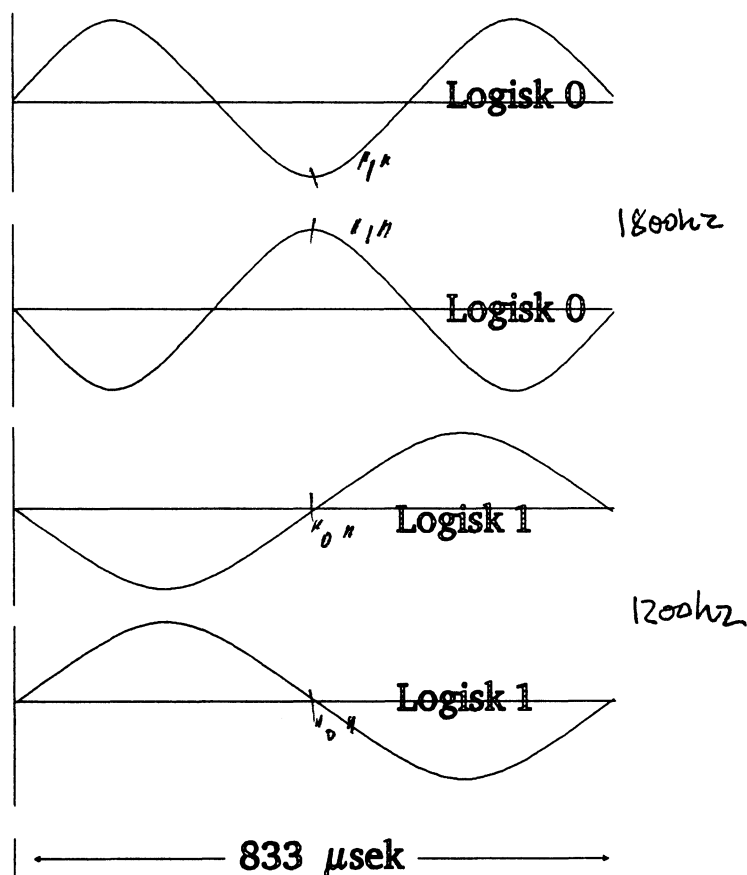
Modulationen

Der gælder de sædvanlige regler for frekvenssving og lavfrekvens område, som kendes fra almindelige radiotelefon systemer. Δf max 5 kHz og et LFområde fra 300 Hz til 3,4 kHz. Datasignaleringen skal kunne være inden for dette område, hvilket stiller særlige krav til signaleringsprincippet.



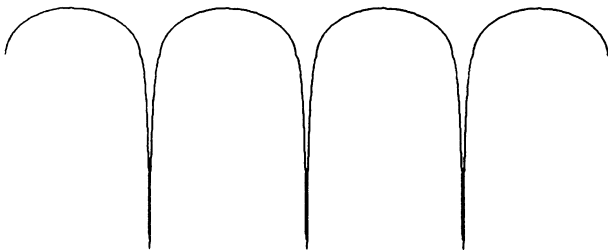
FFSK

Der er tale om digital transmission baseret på FFSK (fast frequency shift keying) dette er en speciel form for dataoverførsel, hvor der benyttes en signaleringshastighed på 1200 baud (bit pr. sek.). De enkelte bit, 0 og 1 overføres som lavfrekvenstøner, logisk 0 repræsenteres ved 1800 Hz, og logisk 1 ved 1200 Hz. Signaleringen skal selvsagt overføres over lange strækninger, såvel over linier som over radiostrækninger, hvilket uvægerligt medfører forskellige fejl.



Forstyrrelser

Efter analyse af målinger foretaget på radiotelefon-systemer, har det vist sig, at de værste forstyrrelser der forekommer på radiostrækningen, skyldes variationer i feltstyrken på grund af refleksioner, de såkaldte bygfejl. Disse kan skyldes fx. bygninger eller metalkonstruktioner, men ved de korte bølgelængder der her er tale om kan selv små ujævnheder i terrænet også kunne give generende refleksion.

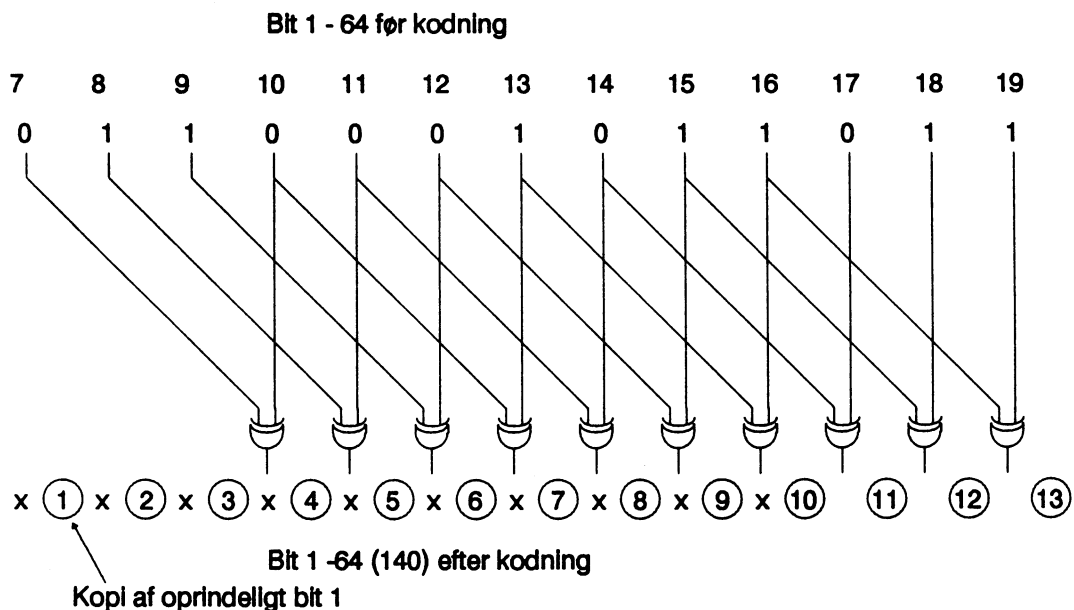


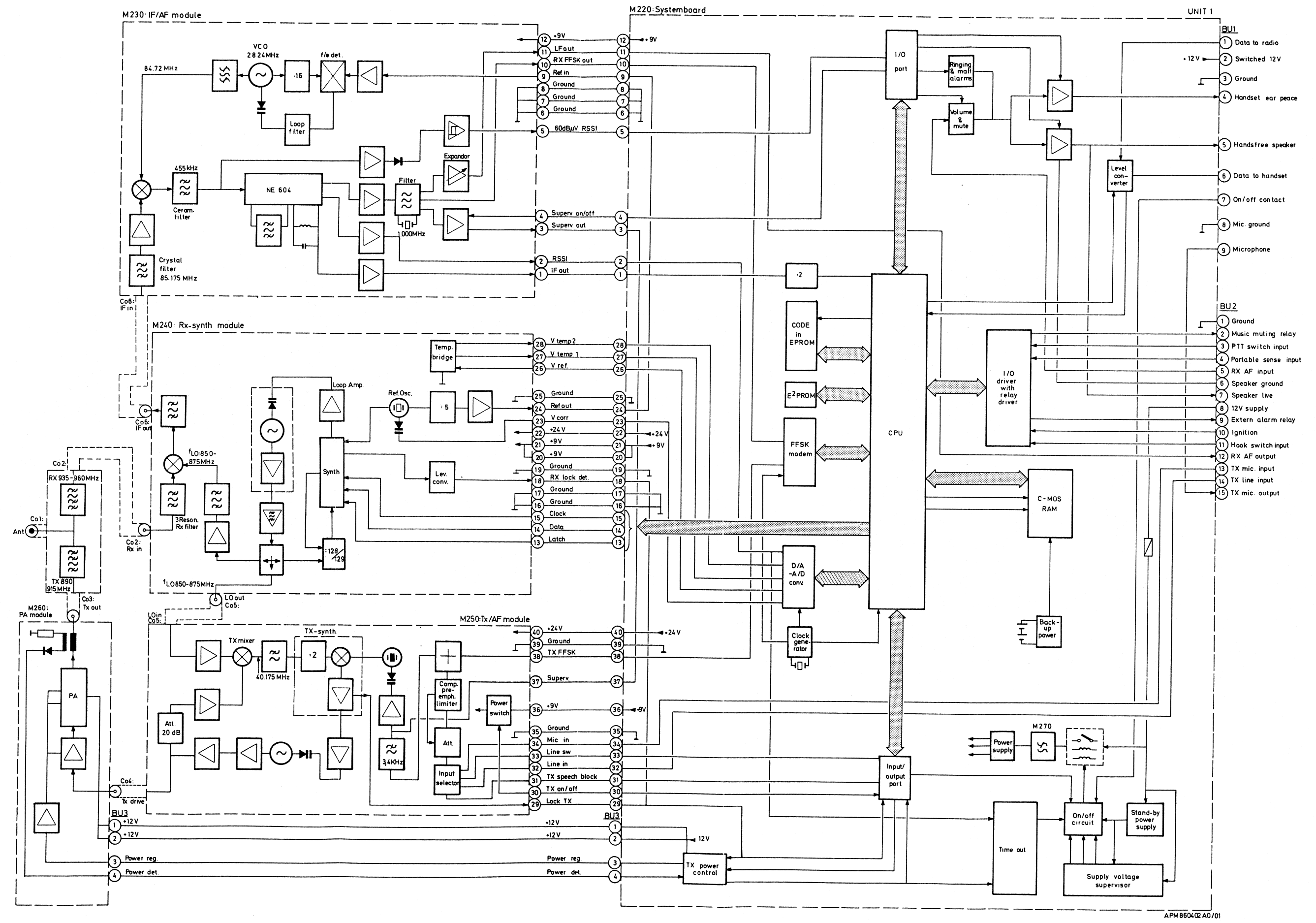
Bygefejl

Kort fortalt går systemet ud på at der genereres såkaldte paritetsbit, disse paritetsbit overføres lidt senere end selve databittene, og ved modtagelsen af signaler vil det være muligt at genskabe tabte bit. Det er muligt at genskabe signalet selv om der forekommer bygfejl hvor der mangler helt op til 6 bit, blot der kommer 19 fejlfrie bit efter de fejlbehæftede bit. Denne tilføjelse af paritetsbit øger naturligvis antallet af bit der skal overføres, hvorved den effektive signaleringshastighed nedsættes.

Afhjælpning af forstyrrelser

Sådanne fejl ytrer sig ved at signalet kortvarigt bliver meget svagt, for derefter at holde sig stabilt i en længere periode. Disse fejl må ikke give fejlfunktion af systemet, og der er derfor udviklet en speciel fejlkorrigerende kode, som gør at opståede fejl automatisk vil blive korrigeret.

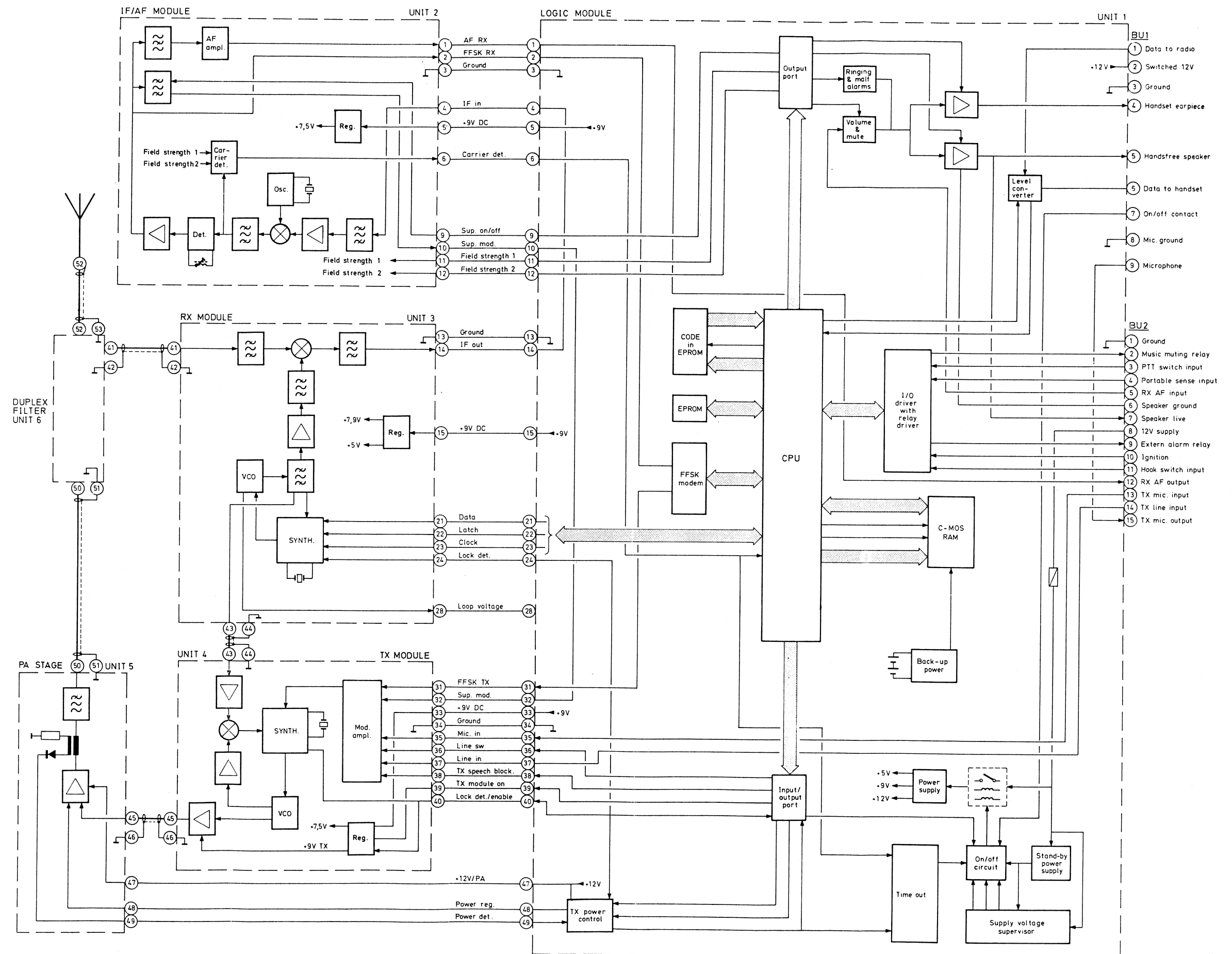




APM8504/02 A0/01

Philips AP 4112

Fig. 5 Block diagram, transceiver

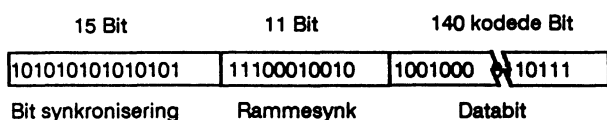


APM951104A0

Overførsel af data.

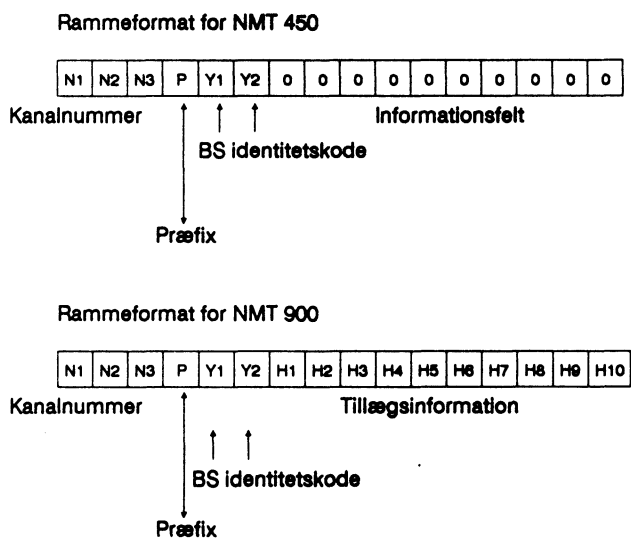
Ved overførsel af data samles disse i såkaldte rammer, en sådan ramme består af 3 dele, en del der anvendes til synkronisering af modtagerens clock-oscillator, en del der indeholder ramme synkronisering, og den sidste del som indeholder data- og paritetsbit. Ialt består en ramme af 15 bit til clock synkronisering, 11 bit til ramme synkronisering og 64 databit. Efter at rammen er blevet genereret bliver databittene kodet efter den førnævnte fejlkorrigerende kode, og en komplet ramme kommer herefter til at fylde 166 bit. Alle signalrammer i NMT systemet har dette format, uanset om rammen skal anvendes i MTX, BS eller MS.

NMT - Ramme



Rammer.

I det efterfølgende vil de forskellige rammetyper blive beskrevet i detaljer. Der vil kun blive vist de egentlige databit, efter at de fejlkorrigerende bit er fjernet, synkroniseringsbit vil heller ikke blive vist.



De 64 bit i en ramme deles op i blokke på 4 bit, hvilket giver 16 blokke ialt. Indholdet af rammerne er lidt forskellig afhængig af om de bliver sendt fra MTX eller fra MS.

De tre første blokke udgør det aktuelle kanalnummer, angivet som BCD kode. Den næste blok indeholder et såkaldt prefix der fortæller hvilken funktion den pågældende ramme har, derefter følger en blok, som indeholder landskoden for den pågældende MTX, i den næste blok angives hvilket trafikområde den pågældende BS tilhører. De resterende 10 blokke indeholder nuller i det viste eksempel, men hvis en MTX ønsker at kalde en MS vil dennes

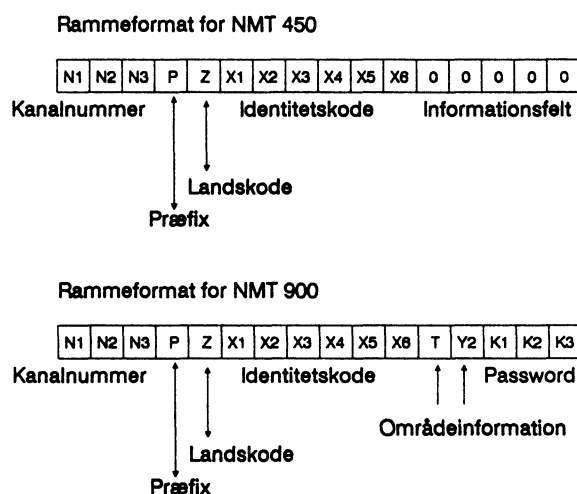


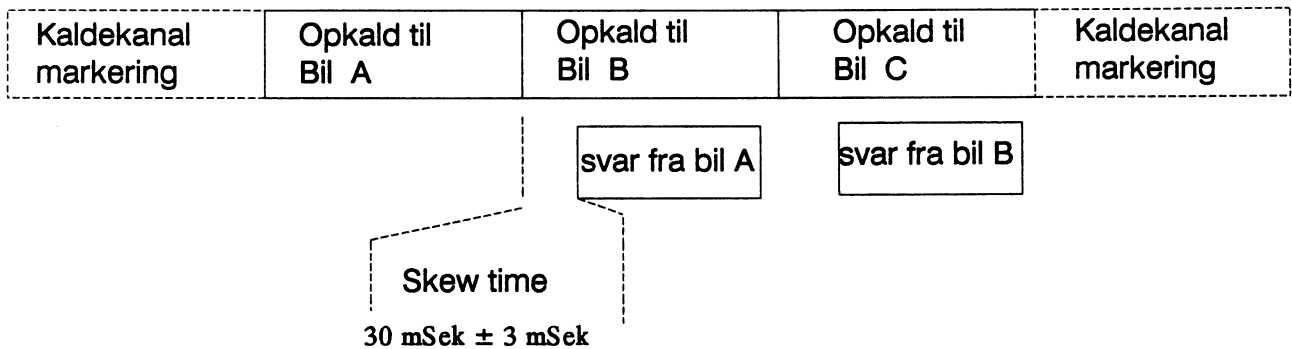
abb. nr. blive angivet her. Der kan overføres forskellige informationer i disse blokke se senere i dette afsnit. NB: alle data angives som binære tal, med undtagelse af kanalnummeret, der angives i BCD kode.

I retningen fra MS mod MTX angiver de første tre blokke ligeledes kanalnummeret, i den efterfølgende blok angives ligeledes prefix, det skal dog bemærkes, at prefix har forskellig betydning i de to signalerings retninger. Efter prefix følger mobilstationens identitet, denne består af en landskode, og et trafikområdenr. samt stationens tlf. nr. Derudover er der plads til at overføre forskellige informationer, disse fremgår af det efterfølgende.

Afkortet svar

Hvis en mobilstation bliver kaldt fra MTX må der nødvendigvis gå lidt tid inden MS kan sende sin svarramme afsted, og på tidspunkter hvor der er meget trafik på nettet kan det forekomme at MTX foretager opkald i to på hinanden følgende rammer. I et sådant tilfælde er der fare for at den først kaldte mobilstation ikke er færdig med at sende sin svarramme, før den sidst kaldte mobilstation begynder at sende sin, og dette vil naturligvis kunne ødelægge begge svar. For at undgå dette er mobilstationen således indrettet at PA trinnet lukkes ned før hele rammen er sendt, dette kan tillades, eftersom der ikke forekommer tillægsinformation ved et svar på et opkald.

Mobilstationen svarer på opkald i den efterfølgende ramme

**Afkortet svarramme**

PA trin lukker ned før rammen er færdig

N1	N2	N3	P	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	0	0	0	0	0
----	----	----	---	---	----	----	----	----	----	----	---	---	---	---	---

NMT rammerne

på de næste sider vises de forskellige signalrammer der anvendes, først vises rammer i retningen fra MTX mod MS, derefter rammer der anvendes i retningen fra MS mod MTX, og til sidst rammer fra MTX mod BS og omvendt.

Rammerne der vises herunder anvendes i retningen

fra MTX til MS

Signalrammer NMT450

Ramme	1.A	Kaldekanal markering			
Kanal Nr.	Prefix	TA Nr.	Udfyldningsciffer		Udfyldningsciffer
N1 N2 N3	P(12)	Y1 Y2	0 0 0 0 0 0 0 0		0 0 0

Ramme	1.B	Kombineret kalde- og trafikkanal markering			
Kanal Nr.	Prefix	TA Nr.	Udfyldningsciffer		Udfyldningsciffer
N1 N2 N3	P(4)	Y1 Y2	0 0 0 0 0 0 0 0		0 0 0

Ramme	2.A	Opkald til mobiltelefon på kaldekanal			
Kanal Nr.	Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer		Udfyldningsciffer
N1 N2 N3	P(12)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6		0 0 0

Ramme	2.B	Trafikkanal anvisning på kaldekanal			
Kanal Nr.	Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer		Trafikkanal nummer
N1 N2 N3	P(12)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6		N _a N _b N _c

Kø information til prioriteret mobiltelefon på kaldekanal

Ramme	2.C				
Kanal Nr.	Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer		Trafikkanalnr. (fiktivt)
N1 N2 N3	P(12)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6		N _a N _b N _c

Ramme	3.A	Trafikkanal anvisning på trafikkanal			
Kanal Nr.	Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer		Trafikkanal nummer
N1 N2 N3	P(5)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6		N _a N _b N _c

Ramme	3.B	Identitets forespørgsel på trafikkanal			
Kanal Nr.	Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer		
N1 N2 N3	P(5)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6		0 0 0

Ramme	4	Markering af ledig trafikkanal			
Kanal Nr.	Prefix	TA Nr.	Udfyldningsciffer		
N1 N2 N3	P(3)	Y1 Y2	0 0 0 0 0 0 0 0		0 0 0

Signalrammer NMT450

Ramme	5.A	Linie signal			
Kanal Nr.	Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer		
N1 N2 N3	P(6)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	Signal Nr. L (n) L (n) L (n)	

Ramme	5.B	Svare signal til møntbox			
Kanal Nr.	Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer	Signal Nr.	Tarif info.
N1 N2 N3	P(6)	Y1 Y2		L (0)	Q ₁ Q ₂

Ramme	6	Udfyldningsramme			
Kanal Nr.	Prefix	TA Nr.	Udfyldningscifre		
0 0 0	P(0)	0 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0	

De efterfølgende Rammer anvendes i retningen fra Mobilstationen mod MTXen . Rammerne ligner de foregående, bortset fra, at der ikke er angivelse af trafikområdenummer, da dette er urelevant i denne signaleringsretning.

Ramme	10.a	Opkaldskvittering fra prioriteret mobilstation (afkortet ramme)			
Kanalnummer	Prefix	Mobil telefonnummer			Udfyldningscifre
N1 N2 N3	P(1)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	0 0 0 0 0		

Ramme	10.b	Kanalbelegningsønske, og identitet fra almindelig mobilstation			
Kanalnummer	Prefix	Mobil telefonnummer			Udfyldningscifre
N1 N2 N3	P(1)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	0 0 0 0 0		

Ramme	11	Kanalbelegningsønske for roaming opdatering på trafikkanal			
Kanalnummer	Prefix	Mobil telefonnummer			Udfyldningscifre
N1 N2 N3	P(14)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	0 0 0 0 0		

Signalrammer NMT450

Ramme	12	Kanalbelægningsønske fra møntbox på trafikkanal		
Kanal Nr.	Prefix	Mobil abonnent nummer		Signal Nr.
N1 N2 N3	P(11)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6		0 0 0 0 0

Ramme	13.a	Linie signal		
Kanal Nr.	Prefix	Mobil abonnent nummer		Signal Nr.
N1 N2 N3	P(8)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6		L(n) L(n) L(n) L(n) L(n)

Ramme	13.b	Opkaldskvittering fra møntbox		
Kanal Nr.	Prefix	Mobil abonnent nummer		Signal Nr. Tarif info.
N1 N2 N3	P(8)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6		L(2) L(2) L(2) Q 1Q 2

Ramme	14.a	Ciffer signal 1ste 3die 5te 7ende o.s.v.		
Kanalnummer	Prefix	Mobil telefonnummer		Pos indk. Ciffer værdi
N1 N2 N3	P(7)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6		S(0) S(0) S(n) S(n) S(n)

Ramme	14.b	Ciffer signal 2det 4de 6te 8tende o.s.v.		
Kanalnummer	Prefix	Mobil telefonnummer		Pos indk. Ciffer værdi
N1 N2 N3	P(7)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6		S(15) S(15) S(n) S(n) S(n)

Ramme	15	Udfyldningsramme		
Kanalnummer	Prefix			Udfyldningsciffer
N1 N2 N3	P(0)	0 0 0 0 0 0 0 0 0		0 0 0

Signalrammer NMT900

Ramme	1.A	Kaldekanal markering generelt			
Kanal Nr.		Prefix	TA Nr.	Tillægsinformation	
N1 N2 N3		P(12)	Y1 Y2	H1 H2 H3 H4 H5 H6 H7 H8 H9 H10	

Ramme	1.A'	Kaldekanal markering for Mobilstationer gruppe A Gruppe A = ulige (K3)			
Kanal Nr.		Prefix	TA Nr.	Tillægsinformation	
N1 N2 N3		P(11)	Y1 Y2	H1 H2 H3 H4 H5 H6 H7 H8 H9 H10	

Ramme	1.a''	Kaldekanal markering for Mobilstationer gruppe B Gruppe B = lige (K3)			
Kanal Nr.		Prefix	TA Nr.	Tillægsinformation	
N1 N2 N3		P(13)	Y1 Y2	H1 H2 H3 H4 H5 H6 H7 H8 H9 H10	

Ramme	1.b	Kombineret Kalde- og Trafikkanal			
Kanal Nr.		Prefix	TA Nr.	Tillægsinformation	
N1 N2 N3		P(4)	Y1 Y2	H1 H2 H3 H4 H5 H6 H7 H8 H9 H10	

Ramme	2.a	Opkald til Mobilstation på kaldekanal (se ramme 1a-1a'-1a'')			
Kanal Nr.		Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer	Tillægsinformation
N1 N2 N3		P(12) / (11)(13)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	H8 H9 H10

Ramme	2.b	Trafikkanal anvisning på kaldekanal			
Kanal Nr.		Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer	Trafikkanal nummer
N1 N2 N3		P(12)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	N _a N _b N _c

Ramme	2.c	Køinformation til prioriteret Mobilstation på kaldekanal			
Kanal Nr.		Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer	Tillægsinformation
N1 N2 N3		P(12)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	H8 H9 H10

Ramme	2.d	Trafikkanal scannings ordre på kaldekanal			
Kanal Nr.		Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer	Tillægsinformation
N1 N2 N3		P(12)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	H8 H9 H10

Ramme	2.e	Alternativ opkaldstype på kombineret Kalde- Trafikkanal			
Kanal Nr.		Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer	Tillægsinformation
N1 N2 N3		P(4)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	H8 H9 H10

Signalrammer NMT900

Ramme	2.f	Kø information til mobilstation										
Kanal Nr.		Prefix	TA Nr.		Mobil abonnent nummer						Tillægsinformation	
N1 N2 N3		P(12)	Y1 Y2		Z X1 X2 X3 X4 X5 X6						H8 H9 H10	

Ramme	3.a	Trafikkanal anvisning på trafikkanal										
Kanal Nr.			Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer						Trafikkanal	
N1 N2 N3			P(5)	Y1 Y2	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Na Nb Nc

Ramme	3.b	Identitets forespørgsel på trafikkanal									
Kanal Nr.		Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer						Tillægsinformation	
N1 N2 N3		P(5)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6						H8 H9 H10	

Ramme	3.c	Trafikkanal anvisning på trafikkanal. Kort procedure					
Beordret kanal		Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer			Beordret kanal nr.
N1 N2 N3		P(9)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6			Na Nb Nc

Ramme	3.d	Trafikkanal anvisning på access kanal											
Kanal Nr.			Prefix		TA Nr.		Mobil abonnent nummer					Trafikkanal	
N1 N2 N3			P(7)		Y1 Y2		Z X1 X2 X3 X4 X5 X6					Na Nb Nc	

Ramme	4	Ledigmarkeret trafikkanal				
Kanal Nr.		Prefix	TA Nr.	Udfyldningscifre		Tillægsinformation
N1 N2 N3		P(3)	Y1 Y2	0 0 0 0 0 0 0		H8 H9 H10

Ramme	4.b	Accesskanal markering			
Kanal Nr.		Prefix	TA Nr.	Udfyldningscifre	Tillægsinformation
N1 N2 N3		P(7)	Y1 Y2	0 0 0 0 0 0 0	H8 H9 H10

Ramme	5.a	Linie Signal					
Kanal Nr.		Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer			Signal nr.
N1 N2 N3		P(6)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6			L(n) L(n) L(n)

Ramme	5.b	LLinie Signal : svar til møntbox						
Kanal Nr.		Prefix	TA Nr.	Mobil abonnent nummer			Signal nr.	Tarif info.
N1 N2 N3		P(6)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6			L(0)	Q1 Q2

Signalrammer NMT900

Ramme	6	Udfyldningsramme		
		Prefix		
0 0 0		P(0)	0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0

**De efterfølgende Rammer anvendes i retningen
fra Mobilstationen mod MTX**

Ramme	10.a	Opkaldskvittering fra Mobilstation		
Kanal Nr.		Prefix	Mobil abonnent nummer	Område info
N1 N2 N3		P(1)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	T
				Udfyldningscifre
				0 0 0 0

Ramme	10.b	Kanalbelægningsønske fra Mobilstation på trafikkanal		
Beordret kanal		Prefix	Mobil abonnent nummer	Område info
N1 N2 N3		P(1)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	T Y2
				Password
				K1 K2 K3

Ramme	10.c	Kanalbelægningsønske fra en kaldt Mobilstation på trafikkanal		
Kanal Nr.		Prefix	Mobil abonnent nummer	Område info
N1 N2 N3		P(6)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	T Y2
				Password
				K1 K2 K3

Ramme	10.d	Opkaldskvittering fra Mobilstation på alternativ kaldetype på kombineret Kalde- Trafikkanal		
Kanal Nr.		Prefix	Mobil abonnent nummer	Område info
N1 N2 N3		P(10)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	T
				Udfyldningscifre
				0 0 0 0

Ramme	11.a	Roaming opdateringsønske på trafikkanal		
Beordret kanal		Prefix	Mobil abonnent nummer	Område info
N1 N2 N3		P(14)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	T Y2
				Password
				K1 K2 K3

Ramme	11.b	Opkaldskvittering på kaldekanal fra prioriteret Mobilstation		
Kanal Nr.		Prefix	Mobil abonnent nummer	Område info
N1 N2 N3		P(15)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	T
				Udfyldningscifre
				0 0 0 0

Ramme	12	Kanalbelægningsønske på trafikkanal fra mæntbox		
Kanal Nr.		Prefix	Mobil abonnent nummer	Område info
N1 N2 N3		P(11)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	T Y2
				Password
				K1 K2 K3

Signalrammer NMT900

Ramme	13.a	Linie Signal		
Kanal Nr.	Prefix	Mobil abonnent nummer	Signal Nr.	
N1 N2 N3	P(8)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	L(n) L(n) L(n) L(n) L(n)	

Ramme	13.b	Linie Signal: Opkaldskvittering fra møntbox		
Beordret kanal	Prefix	Mobil abonnent nummer	Signal nr.	Tarif info.
N1 N2 N3	P(8)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	L(2)L(2)L(2)	Q1 Q2

Ramme	14.a	Ciffer signal 1ste 3die 5te 7ende o.s.v.		
Kanal Nr.	Prefix	Mobil abonnent nummer	Pos.ind.	Ciffer værdi
N1 N2 N3	P(7)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	S(0) S(0)	S(n) S(n) S(n)

Ramme	14.b	Ciffer signal 2det 4de 6te 8tende o.s.v.		
Beordret kanal	Prefix	Mobil abonnent nummer	Pos.ind.	Ciffer værdi
N1 N2 N3	P(7)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	S(15) S(15)	S(n) S(n) S(n)

Ramme	15	Udfyldningsramme		
Udfyldning	Prefix	Udfyldning		
0 0 0	P(0)	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0		

Signalrammer MTX til BS

Ramme	20	Kanalaktiveringsordre				
Kanal Nr.	Prefix	TA Nr.	BS ind.	Udfyldningsciffr	Aktiv. ordre	
N1 N2 N3	P(15)	Y1 Y2	Z (15)	0 0 0	A (n)	f ø f ø f ø f ø f ø

Ramme	21b	Signalstyrke mållings ordre, eller ledig markering af trafikkanal				
Kanal Nr.	Prefix	TA Nr.	BS ind.	Udfyldningsciffr		
N1 N2 N3	P(3)	Y1 Y2	Z (15)	0 0 0	V (15)	0 0 Na Nb Nc

Ramme	21c	Signalstyrke mållings ordre på aktuel trafikkanal				
Kanal Nr.	Prefix	TA Nr.	BS ind.	Udfyldningsciffr		
N1 N2 N3	P(5)	Y1 Y2	Z (15)	0 0 0	V (15)	

Ramme	22	Anden overvågnings funktion				
Kanal Nr.	Prefix	TA Nr.	BS ind.	Udfyldningsciffr	Funktion	Ordre
N1 N2 N3	P(14)	Y1 Y2	Z (15)	0 0 0	V 1 V2 V3	V 4 V5 V6

De efterfølgende rammer anvendes i retningen fra BS til MTX

Ramme	25	Kanalstatus information				
Kanal Nr.	Prefix		BS ind.	Udfyldningsciffr	Status info.	Udfyldningsciffr
N1 N2 N3	P(9)		Z (15)	0 0	A (n)	0 0 0 0 0 0 0 0

Ramme	26	Signalstyrke måle resultat				
Kanal Nr.	Prefix		BS ind.	Udfyldningsciffr	Ch. nr.	Måleresultat
N1 N2 N3	P(2)		Z (15)	0 0	Na Nb Nc	R (n1) R (n2) R (n1) R (n2)

Ramme	27	Svar på anden overvågningsfunktion (svar på ramme 22)				
Kanal Nr.	Prefix		BS ind.	Udfyldningsciffr	Information	
N1 N2 N3	P(4)		Z (15)	0 0	V 1 V2 V3 V4	0 0 0 0 0

Ramme	28	Overvågningsopkald fra BS				
Kanal Nr.	Prefix		BS ind.	Udfyldningsciffr	Information	
N1 N2 N3	P(13)		Z (15)	0 0	V 1 V2 V3 V4	0 0 0 0 0

Prefix nr.	Binær kode	Prefix betyder i retningen	
		fra MTX mod BS/MS	fra BS/MS mod MTX
P (0)	0000	Udfyldning	Udfyldning
P (1)	0001	Ikke benyttet	Opkaldskvittering
P (2)	0010	Ikke benyttet	Måleresultat
P (3)	0011	Trafikkanal	Ikke benyttet
P (4)	0100	Kalde/trafikkanal	Kvittering for serviceordre
P (5)	0101	Kanal anvisning og identitets forespørgsel	Ikke benyttet
P (6)	0110	Linie signal	Ikke benyttet
P (7)	0111	Ikke benyttet	Ciffer signal
P (8)	1000	Ikke benyttet	Linie signal
P (9)	1001	Ikke benyttet	Kanal status
P(10)	1010	Test kanal	Ikke benyttet
P (11)	1011	Ikke benyttet	Mægtbox kanalbelægning
P (12)	1100	Kaldekanal	Ikke benyttet
P (13)	1101	Ikke benyttet	Anden information
P (14)	1110	Måling / service	Roaming opdatering
P (15)	1111	Kanal aktivering	Ikke benyttet

Linie nr.	Binær kode	Linie nr. betyder i retningen	
		fra MTX mod BS/MS	fra BS/MS mod MTX
L (0)	0000	Svar til møntbox	Ikke benyttet
L (1)	0001	Ikke benyttet	Nedkobling
L (2)	0010	Ikke benyttet	Svarkvittering (møntbox)
L (3)	0011	<i>Send cifre</i> Roaming opdatering	Ikke benyttet
L (4)	0100	Ikke benyttet	Ikke benyttet
L (5)	0101	Ikke benyttet	Ikke benyttet
L (6)	0110	Identitets forespørgsel	Ikke benyttet
L (7)	0111	Ikke benyttet	MFT Konverter fra
L (8)	1000	Ikke benyttet	MFT Konverter til
L (9)	1001	Ringe ordre	Ikke benyttet
L (10)	1010	Ikke benyttet	Ikke benyttet
L (11)	1011	Ikke benyttet	Ikke benyttet
L (12)	1100	Ikke benyttet	Ikke benyttet
L (13)	1101	Ikke benyttet	Ikke benyttet
L (14)	1110	Ikke benyttet	Svar
L (15)	1111	Nedkobling	Ikke benyttet

Aktivering nr.	Binær kode	Aktiverings ordre betyder i retningen	
		fra MTX mod BS	fra BS mod MTX
A (0)	0000	Stop sending, stop sending af Phi signal,	Ikke benyttet
A (1)	0001	Ikke benyttet	Kvittering for Stop sending, stop sending af Phi signal,
A (2)	0010	Ikke benyttet	Svarkvittering (møntbox)
A (3)	0011	Send Phi signal fø = 1, 2, 3, 4	Ikke benyttet
A (4)	0100	Undertryk Phi signal alarm	Ikke benyttet
A (5)	0101	Forbind linie i BS	Kvittering for Undertryk Phi signal alarm
A (6)	0110	Ikke benyttet	Ikke benyttet
A (7)	0111	Ikke benyttet	Phi 1 alarm
A (8)	1000	Ikke benyttet	Phi 2 alarm
A (9)	1001	Ikke benyttet	Reserveret til kvittering for squelch out
A (10)	1010	Slet undertrykkelse af Phi signal alarm	Ikke benyttet
A (11)	1011	Reserveret til squelch out	Kvittering for Slet undertrykkelse af Phi signal alarm
A (12)	1100	Stop sending af Phi signal Indkobling af squelch	Ikke benyttet
A (13)	1101	Ikke benyttet	Kvittering for Stop sending af Phi signal
A (14)	1110	Ikke benyttet	Kvittering for Start af sender
A (15)	1111	Start af sender	Ikke benyttet

Kodning af Phi signal frekvens i ramme 20 A =3			
Notering i skema	kode	Betydning	
f_{\emptyset}	0011	Send Phi signal	Frekvens 1
f_{\emptyset}	1100	Send Phi signal	Frekvens 2
f_{\emptyset}	1001	Send Phi signal	Frekvens 3
f_{\emptyset}	0110	Send Phi signal	Frekvens 4

NMT450 Blokdiagram

AP4111 Blokdiagram

Det følgende kapitel indeholder en beskrivelse af radioanlægget.

Bemærk venligst følgende:

Batterispændingen er angivet til 13,2 Volt, det er den nominelle forsyningsspænding, og den spænding der skal anvendes ved justeringer i stationen.

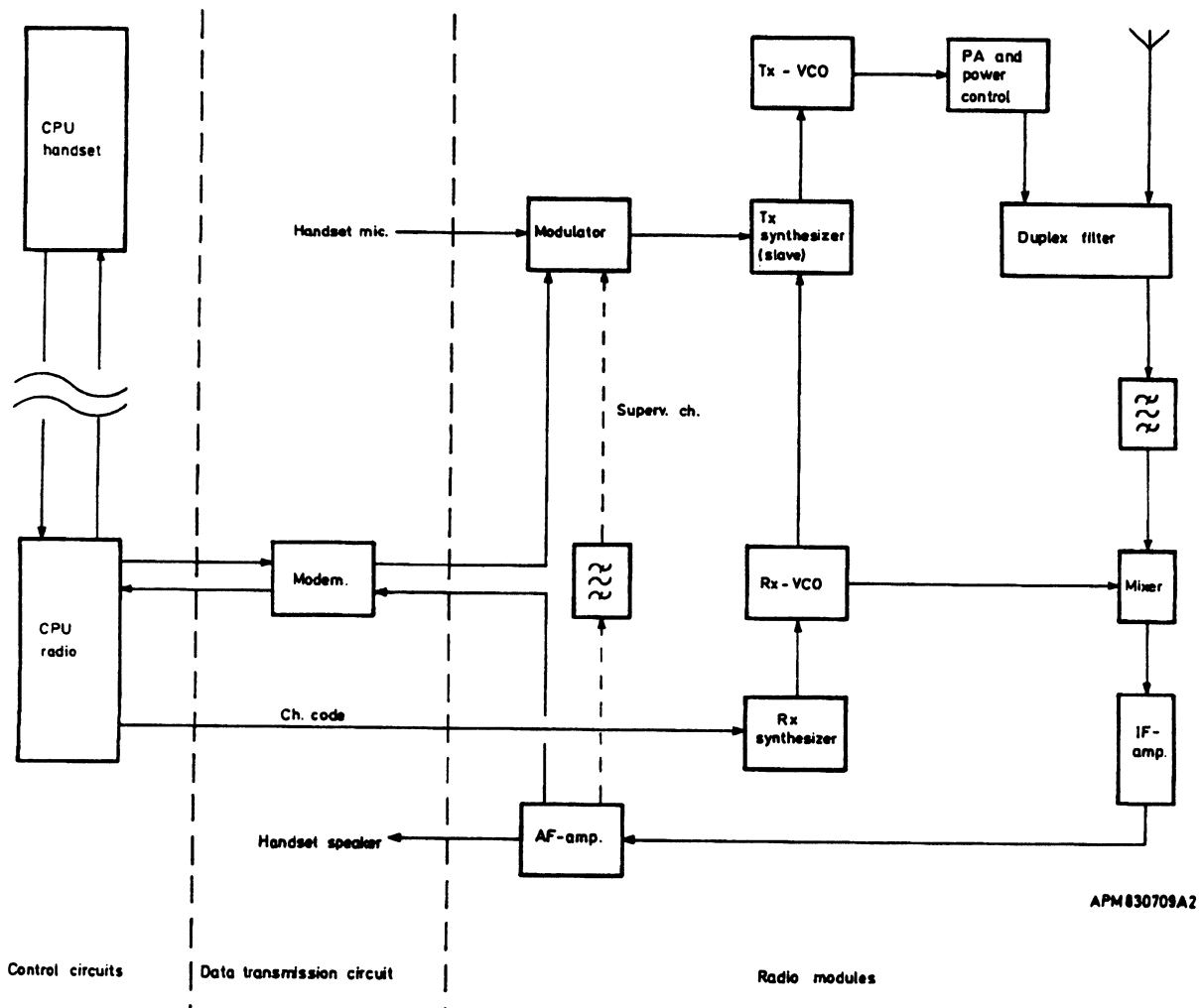
de fleste interne forbindelser sker via hovedprintet U1. Disse forbindelser er vist i diagrammet.

I diagrammet er signalveje angivet med pile, hovedsignalveje er angivet med optrukne linier.

Beskrivelse af blokdiagrammet

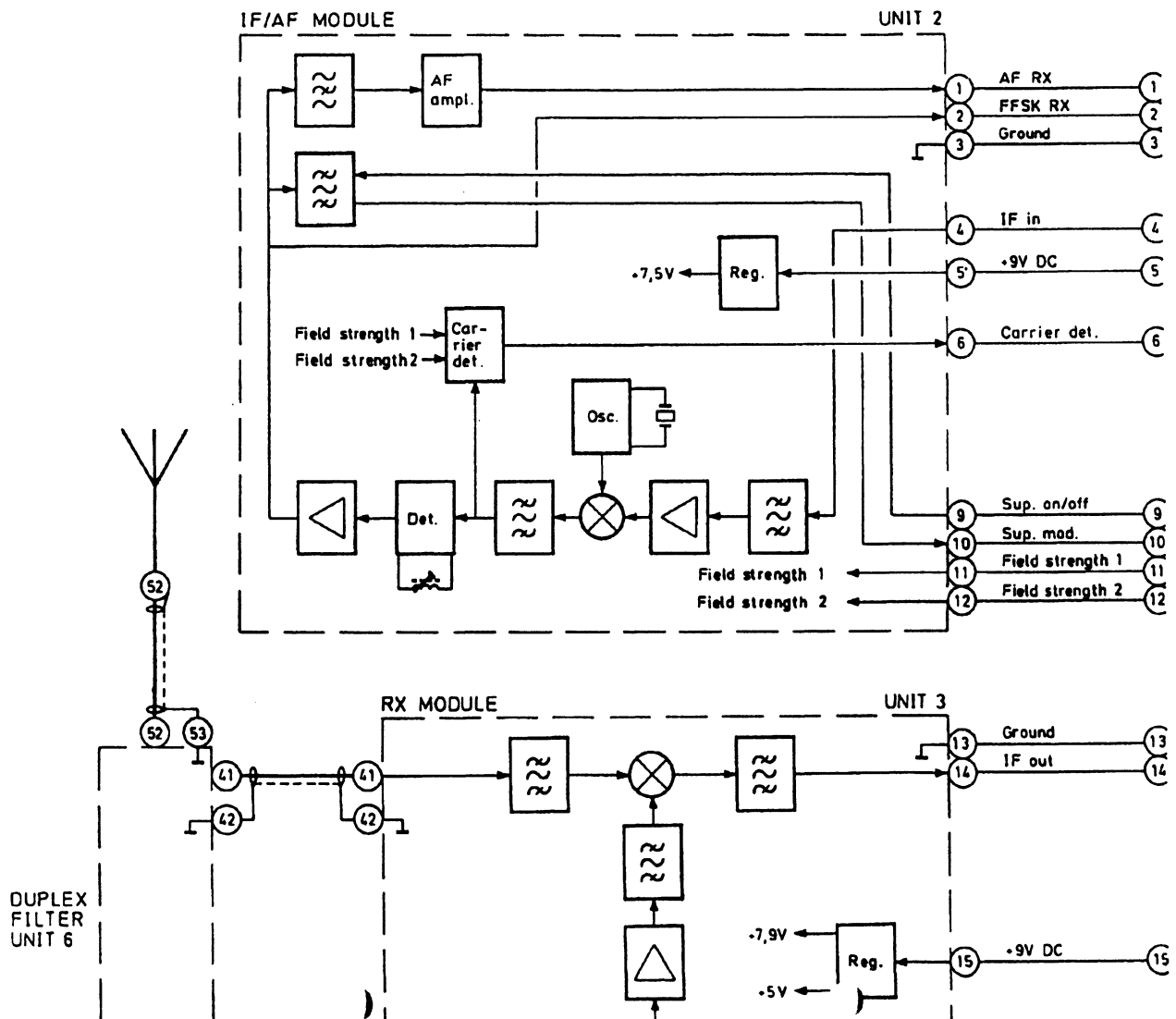
Hovedprintet U1 indeholder en CPU som kontrollerer næsten alle funktioner i mobiltelefonen. CPUens funktion er styret af programmet der ligger gemt i en EPROM. CPUen sender og modtager informationer fra MTX via et FFSK modem. Via forskellige portkredse styres bla. LF switche og frekvenssyntese samt power kontrol. Endvidere styres div. eksterne funktioner, som fx alarmrelæ, og music muting.

CPUens program indeholder information om mobiltelefonnummeret, evt. låsekode. I RAMen ligger kortnumrene lagret.



MF signalet føres nu til U2 som indeholder MF og LF kredsløb. Her bliver de 70 MHz blandet ned til 2. MF på 455 kHz før det sendes til detektoren. LF signalet bliver nu forstærket i U1 før det sendes til højttaler og håndsæt. Supervisorsignalet føres via et båndpasfilter til TX delen, hvor det bliver sendt retur til basisstationen.

Det modtagne signal føres igennem duplexfilteret til RX module printet, her findes første blander, og signalet bliver blandet ned til 70 MHz. Syntese-kredsløbet styrer en RX-VCO der arbejder i frekvensområdet fra 393.000 MHz til 397.475MHz. Som reference benyttes en 2.1 MHz krystaloscillator.

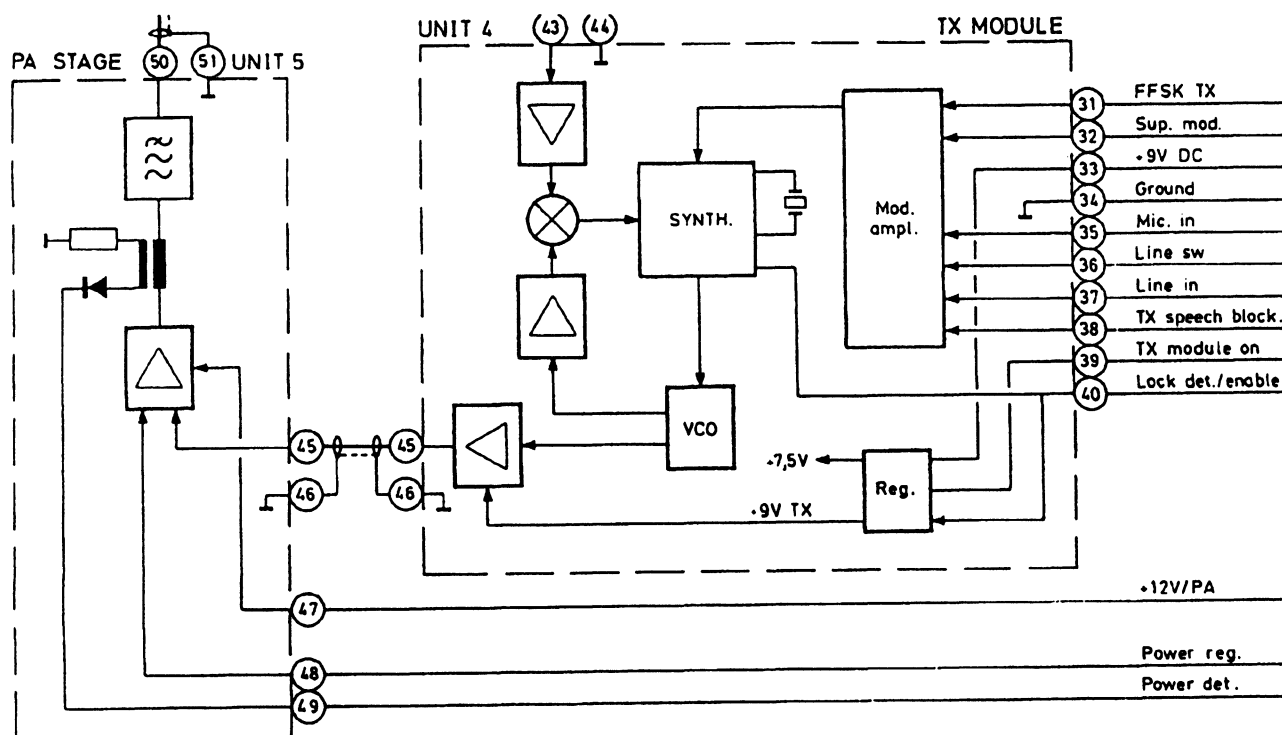


Modtager U2 og U3

Mikrofonsignalet føres fra håndsættet igennem BU2, hvor der er mulighed for at inskyde en scrambler eller telefonsvarer. Signalet føres derefter til TX/AF forstærkeren hvorefter det modulerer TX referenceoscillatoren.

TX syntesen styre TX-VCOen som arbejder i området fra 453.000 MHz til 457.500 MHz. Udgangssignalet fra VCOen føres til PA trinnet U5 og til en blander hvor det blandes med et referencesignal fra RX syntesen. Dette gør at sendefrekvensen vil være låst til RX syntesen, og sendefrekvensen vil altid være 60 MHz over RX-VCO frekvensen (dette giver en 10 MHz duplexafstand).

Pa trinnet U5 forstærker TX signalet før det sendes igennem duplex filteret til antennen. PA trinnet arbejder med 3 forskellige sendeeffekter, 15Watt, 1,5Watt og 0,15Watt, disse niveauer styres af CPU'en.



Kredsløbsbeskrivelse

Processorsektionen

Den anvendte mikroprocessor er en 80C31, der arbejder ved en clockfrekvens på 12,096 MHz.

Mobiltelefonnummer og låsekode lagres i en EEPROM.

Modemet består af en integreret kreds, der tilføres en clockfrekvens på 1,008 MHz, denne frekvens dannes ud fra CPUens clockfrekvens.

Data til og fra håndsættet bliver overført som serielle data via en level konverter, som dels omsætter CPUens niveauer til 12V signaler, dels spærrer for dataoverførsel under opstart.

LF styrekredsløb

det modtagne lavfrekvenssignal fra modul U2 ben 1 sløjfes gennem multistykket BU2.12, hvilket giver mulighed for at tilføje forskellige udvendige kredsløb, fx descrambler, telefonsvarer, datakommunikationsudstyr til fx telefax ol. LF signalet returneres igennem BU2.5, og føres til en LF attenuator der fungerer som et normalt potentiometer, men består af en analog switch og et antal modstande.

På udgangen af denne attenuator er der mulighed for at indføre signal for malfunktions alarm (1400Hz) og ringe alarm (700- og 1300Hz). Herfra føres signalet til udgangsforstærkerne til henholdsvis højttaler og håndsættelefon.

Kontrol af sendeeffekt

Regulering af sendeeffekten sker ved hjælp af et følerkredsløb der måler den aktuelle effekt på udgangen, og giver en reguleringsspænding tilbage til PA trinnet.

Den ensrettede spænding der kommer fra retningskobleren i udgangen sendes til en komparator og til en reguleringssløjfe. Komparatoren IC13/1 skal blot informere processoren om senderen leverer effekt eller ej, mens reguleringssløjfen sørger for at holde udgangseffekten stabil. IC13/2 sammenligner spændingen fra retningskobleren med en reference-spænding.

Denne referencespænding dannes af en spændingsdeler bestående af R113- R115 samt tre belastningsmodstande der kan indkobles af transistorerne Q14, Q15 og Q16. NB: hvis Q14 går on vil udgangseffekten reguleres ned til 0, dette vil ske hvis en af de to synteser går ud af lås.

MF forstærker

MF signalet føres gennem et 70 MHz krystalfilter til 1.MF trin Q4 og Q5. Fra denne fortsætter signalet til blanderen Q6, her blandes det med et oscillator signal fra Q7 på 70,455Mhz. Udgangssignalet fra blanderen føres igennem et keramisk filter til 2.MF forstærker IC1. IC1 er en integreret forstærker med begrænser og detektor samt en LF forforstærker.

LF signalet sendes gennem et 250 Hz højpasfilter og et 4kHz notch filter, dette skal fjerne supervisor signalet, derefter sendes signalet til et efterbetoningsled.

Bærebølgedetektor

455 kHz signalet sendes til en HF forstærker Q12 - Q16 og en detektor Q17 D6 IC6. Forstærkningen i dette kredsløb styres af CPUen for at sikre lineariteten af detektoren.

Under den første søgerunde vil CPUen vælge et højt niveau (20 dBuV), og hvis der ikke findes en bærebølge over denne værdi skiftes til et lavt niveau (10dBuV).

Supervisorfilter

Udagnssignalet fra IC1 sendes til to aktive filtre, et på 4154 Hz og et på 3860 Hz, herved dækkes alle fire supervisorfrekvenser.

RX syntese

Dette modul består af 3 blokke:

- Syntese med VCO
- Indgangstrin
- Spændingsregulator

Syntese

Syntesen består af en VCO oscillator der dækker frekvensområdet 393,000 MHz - 397,475 MHz. VCO signalet føres via to buffere til TX syntesen, og til en prescaler til RX syntese ICen IC3. Syntesen er opbygget som en dual modulus syntese, det vil sige at prescaleren deler med to forskellige værdier, i dette tilfælde 64 og 65. (For nærmere detaljer vedr. denne syntese se i HF teknik trin 2). Referenceoscillatoren til syntesen er en krystalstyret oscillator på 2,1 MHz, der i IC3 bliver delt ned til 25 kHz som er kanalafstanden. Informationen om hvilken frekvens der skal vælges kommer fra CPU'en. Herefter vil syntese ICen sammenligne VCO frekvensen med referencefrekvensen, og om nødvendigt sende en korrektionsspænding til loop filteret og videre til VCOen. Sålænge syntesen ikke er i lås vil en udgang på IC3 (lock detect) være aktiv og informere CPUen samt blokere PA trinnet.

Indgangstrin

Der er ikke nogen HF forstærker i modtageren, og HF signalet føres direkte til 1. blander Q1, her blandes HF signalet med VCO signalet til 1.MF på 70 MHz. VCO signalet føres igennem et striplinefilter for at fjerne uønskede produkter fra VCOen.

Spændingsregulatoren

Der skal bruges tre spændinger i RX syntesen, en 7,9V, en 5V og en 15V.

7,9V bruges til forsyning af størsteparten af kredsløbet. 5V bruges til forsyning af referenceoscillatoren.

15V bruges til forsyning af loopfilteret, og genereres ud fra de 7,9V af et multivibrator kredsløb der svinger på ca.6 kHz. Dette signal bliver enrettet og udglattet.

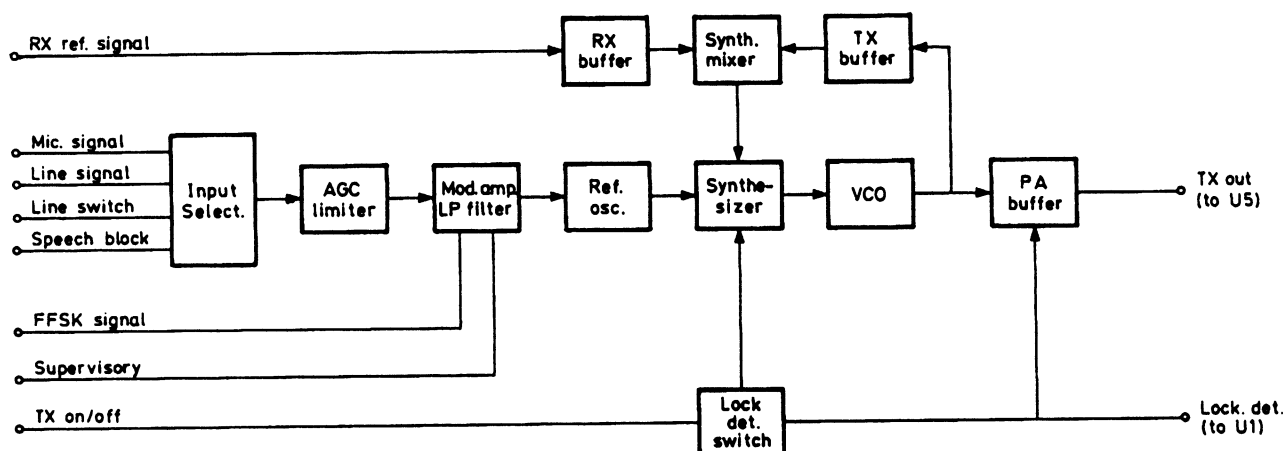
TX/AF forstærker

Kredsløb til valg og blokering af modulationssignal er styret af CPUen.

Et AGC kredsløb bestående af en komparator IC indeholder to identiske kredsløb bestående af en OP-amp, en spænding til strøm konverter, og et strømstyret gainreguleringskredsløb. AGC kredsløbet har en forholdsvis lang regulerings tidskonstant, og er derfor ikke i stand til at regulere hurtige ændringer i signalstyrken, som fx kraftige støjimpulser. Derfor efterfølges AGC kredsløbet af en diodebegrænser.

FFSK signalet er koblet ind i modulationsforstærkeren efter AGC kredsløbet.

Supervisorsignalet kobles ligeledes ind efter AGC kredsløbet, igennem et lavpasfilter.



NMT900Blokdigram

AP4112 Blokdigram

Det følgende kapitel indeholder en beskrivelse af radioanlægget.

Bemærk venligst følgende:

Batterispændingen er angivet til 13,2 Volt, det er den nominelle forsyningsspænding, og den spænding der skal anvendes ved justeringer i stationen.

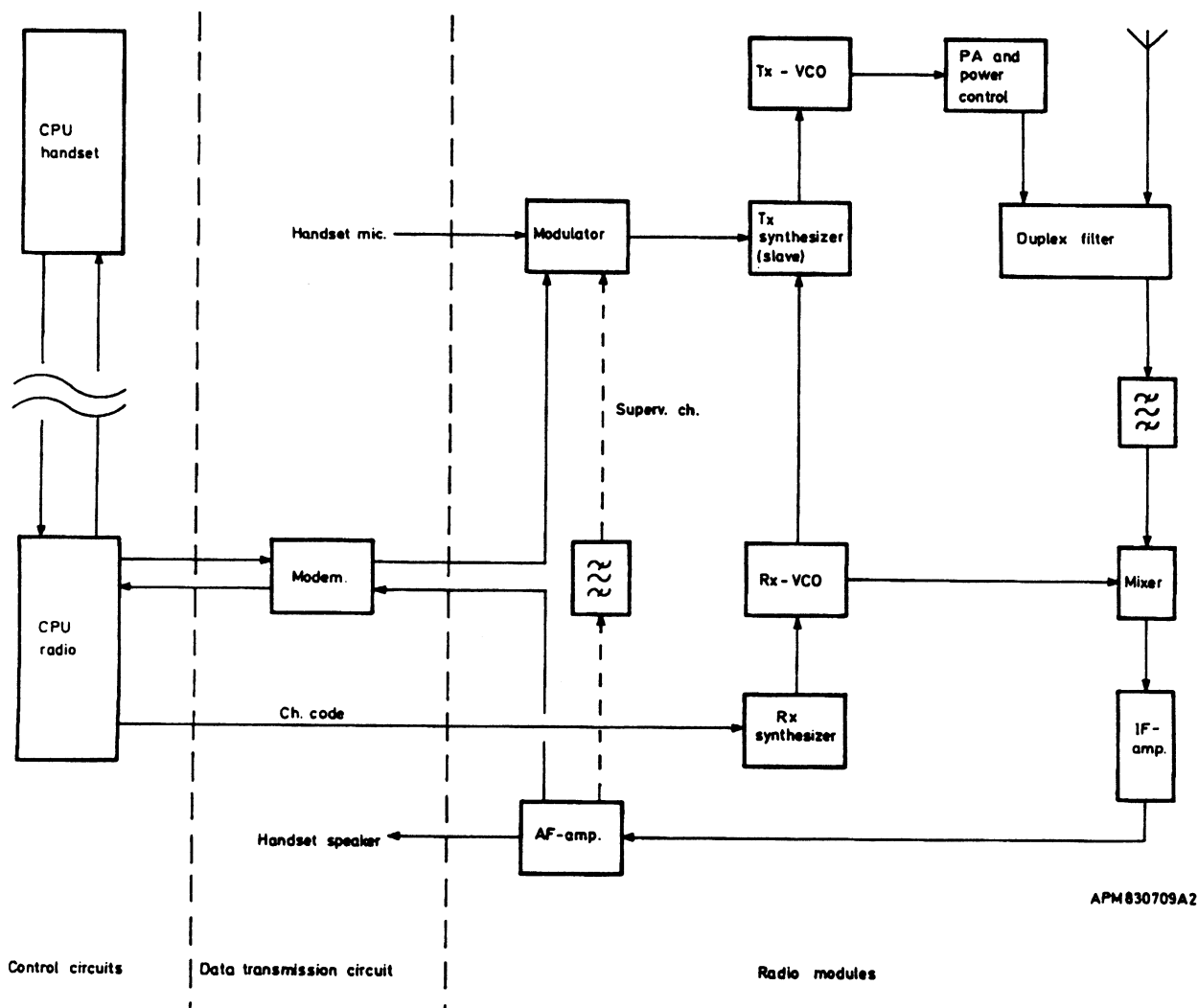
de fleste interne forbindelser sker via hovedprintet U1. Disse forbindelser er vist i diagrammet.

I diagrammet er signalveje angivet med pile, hovedsignalveje er angivet med optrukne linier.

Beskrivelse af blokdagrammet

Hovedprintet U1 indeholder en CPU som kontrollerer næsten alle funktioner i mobiltelefonen. CPUens funktion er styret af programmet der ligger gemt i en EPROM. CPUen sender og modtager informationer fra MTX via et FFSK modem. Via forskellige portkredse styres bla. LF switche og frekvenssyntese samt power kontrol. Endvidere styres div. eksterne funktioner, som fx alarmrelæ, og music muting.

CPUens program indeholder information om mobiltelefonnummeret, evt. låsekode. I RAMen ligger kortnumrene lagret.

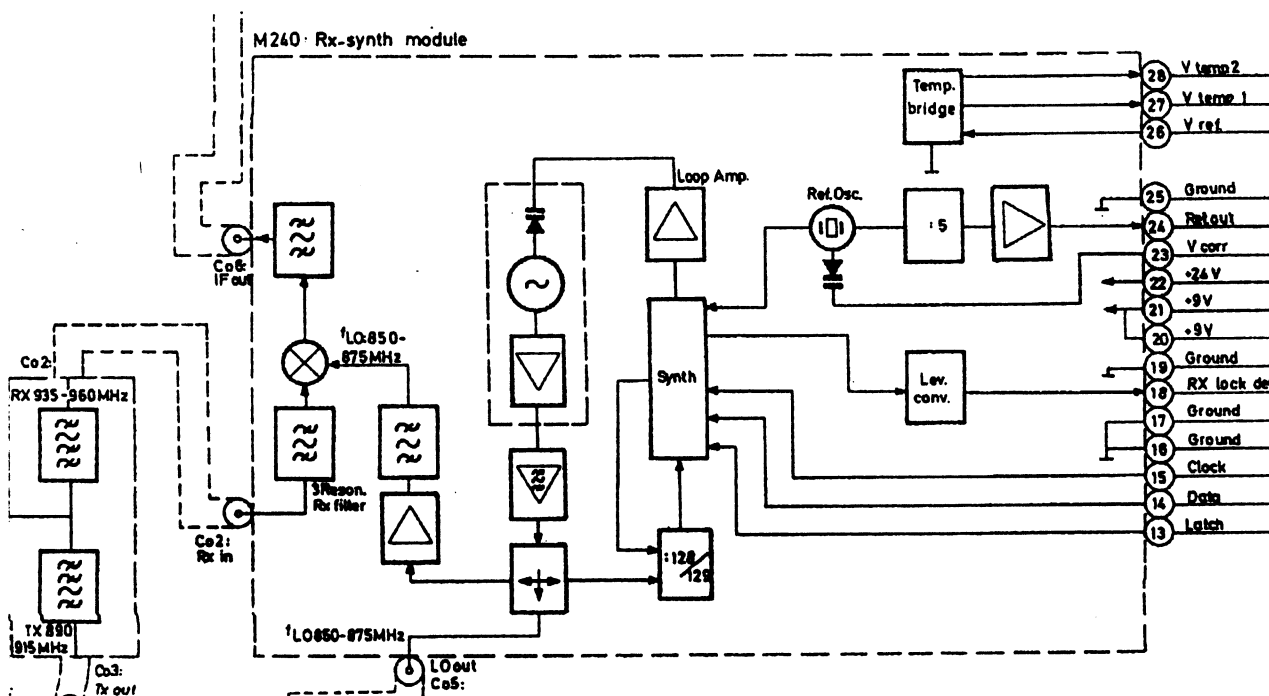


På hoved printet findes endvidere et hardware time-out kredsløb, hvis opgave er at slukke for mobilstationen, i tilfælde af at senderen utilsigtet "går i luften". På dette print findes ligeledes LF forstærkere for håndsæt og højttaler.

Funktion

Det modtagne signal føres igennem duplexfilteret til RX syntese printet, her findes første blander, og signalet bliver blandet ned til 85,175 MHz. Syntese-kredsløbet styrer en RX-VCO der arbejder i frekvensområdet fra 849,8375 MHz til 874,8125 MHz. Som reference benyttes en 8,825 MHz krystaloscillator.

MF signalet føres nu til U2 som indeholder MF og LF kredsløb. Her bliver de 85,175 MHz blandet ned til 2. MF på 455 kHz før det sendes til detektor. LF signalet bliver nu forstærket i U1 før det sendes til højttaler og håndsæt. Supervisorsignalet føres via et båndpasfilter til TX delen, hvor det bliver sendt retur til basisstationen.

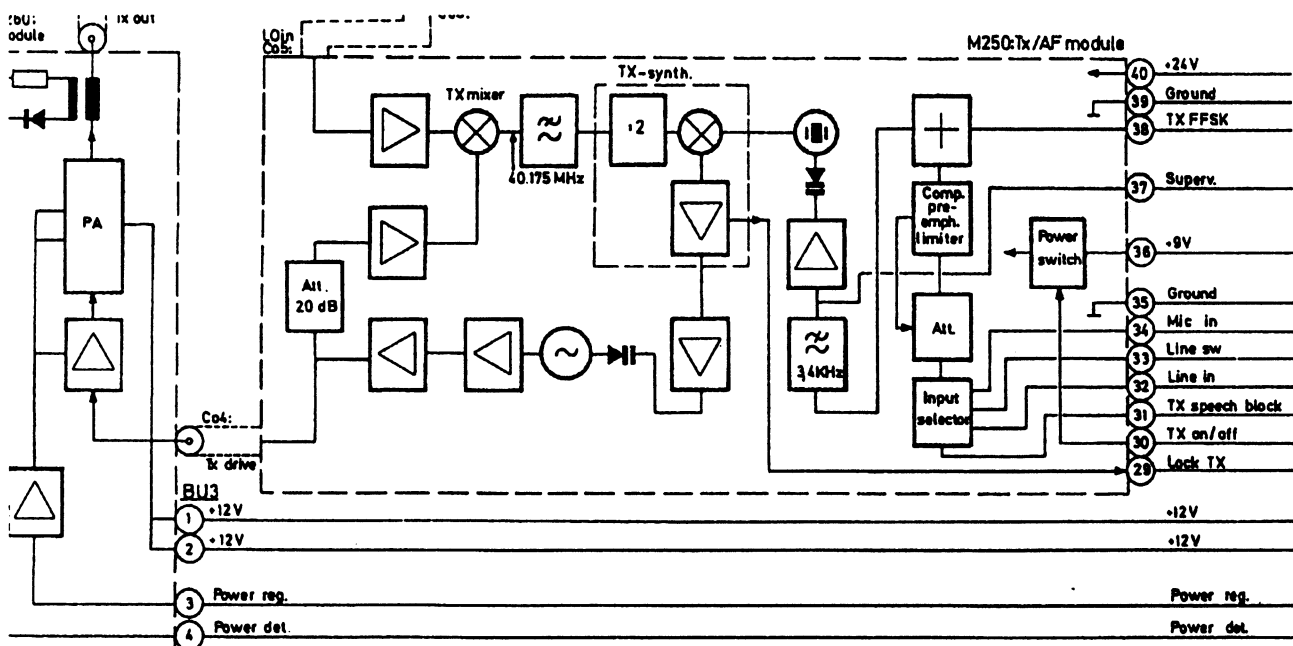


Mikrofonsignalet føres fra håndsættet igennem BU2, hvor der er mulighed for at indskyde en scrambler eller telefonsvarer. Signalet føres derefter til TX/AF forstærkeren hvorefter det modulerer TX referenceoscillatoren.

TX syntesen styrer TX-VCOen som arbejder i området fra 890,0125 MHz til 914,9875 MHz. Udgangssignalet fra VCOen føres til PA trinnet U5 og til en blander hvor det blandes med et referencesignal fra RX syntesen. Dette gør at sendefrekvensen vil være låst til RX syntesen, og sendefrekvensen

vil altid være 60 MHz over RX-VCO frekvensen (dette giver en 45 MHz duplexafstand).

PA trinnet U5 forstærker TX signalet før det sendes igennem duplex filteret til antennen. PA trinnet arbejder med 3 forskellige sendeeffekter, 6Watt, 1Watt og 0,1Watt, disse niveauer styres af CPUen.



Kredsløbsbeskrivelse

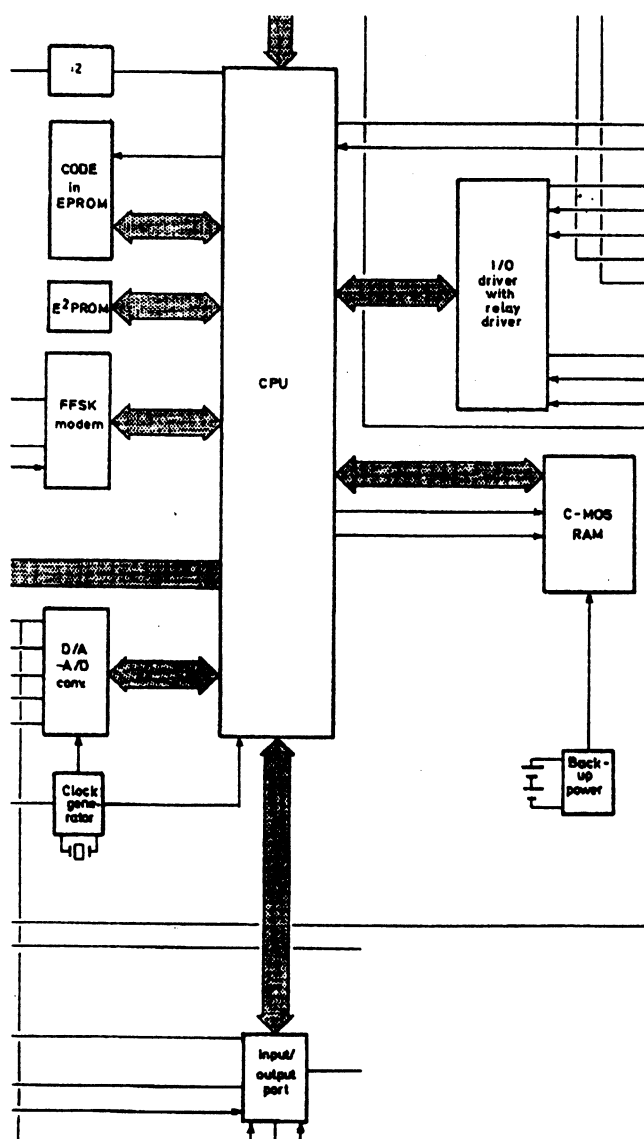
Processorsektionen

Den anvendte mikroprocessor er en 80C31, der arbejder ved en clockfrekvens på 11,0592 MHz.

Mobiltelefonnummer og låsekode lagres i en EEPROM.

Modemet består af en integreret kreds, der tilføres en clockfrekvens på 5,529 MHz, denne frekvens dannes ud fra CPUens clockfrekvens.

Data til og fra håndsættet bliver overført som serielle data via en level konverter, som dels omsætter CPUens niveauer til 12V signaler, dels spærre for dataoverførsel under opstart.



LF styrekredsløb

det modtagne lavfrekvenssignal fra modul U2 ben 1 sløjfes gennem multistikket BU2.12, hvilket giver mulighed for at tilføje forskellige udvendige kredsløb, fx descrambler, telefonsvarer, datakommunikationsudstyr til fx telefax ol. LF signalet returneres igennem BU2.5, og føres til en LF attenuator der fungerer som et normalt potentiometer, men består af en analog switch og et antal modstande.

På udgangen af denne attenuator er der mulighed for at indføre signal for malfunktions alarm (1400Hz) og ringe alarm (700- og 1300Hz). Herfra føres signalet til udgangsforstærkerne til henholdsvis højttaler og håndsættelefon.

Kontrol af sendeeffekt

Regulering af sendeeffekten sker ved hjælp af et følerkredsløb der måler den aktuelle effekt på udgangen, og giver en reguleringsspænding tilbage til PA trinnet.

Den ensrettede spænding der kommer fra retningskobleren i udgangen sendes til en komparator og til en reguleringssløjfe. Komparatoren IC13/1 skal blot informere processoren om senderen leverer effekt eller ej, mens reguleringssløjfen sørger for at holde udgangseffekten stabil. IC13/2 sammenligner spændingen fra retningskobleren med en referencespænding.

Denne referencespænding dannes af en spændingsdeler bestående af R113- R115 samt tre belastningsmodstande der kan indkobles af transistorerne Q14, Q15 og Q16. NB: hvis Q14 går on vil udgangseffekten reguleres ned til 0, dette vil ske hvis en af de to synteser går ud af lås.

MF forstærker

Mellemfrekvenssignalet på 85,175 MHz føres via to krystalfiltre og en buffer med et gain på ca 17dB til anden blander.

Oscillatorsignalet der skal tilføres denne blander, skal være på 84,72 MHz. VCOen leverer et signal på 28,24 MHz, dette sendes til en tripler, hvorved den korrekte frekvens opnås. VCO signalet dels med 16, inden det sendes tilbage til fasedetektoren, hvor det bliver sammenlignet med et VCXOsignal fra RX syntesemodulet. fasedetektoren sender en DC spænding tilbage til VCOen.

udgangssignalet fra 2.den blander på 455 kHz sendes via et krystalfilter til en integreret MF forstærker, som også indeholder begrænser, quadraturdetektor og et feltstyrkemålekredsløb. En del af MF signalet på 455 kHz sendes til en 2:1 delerog vider

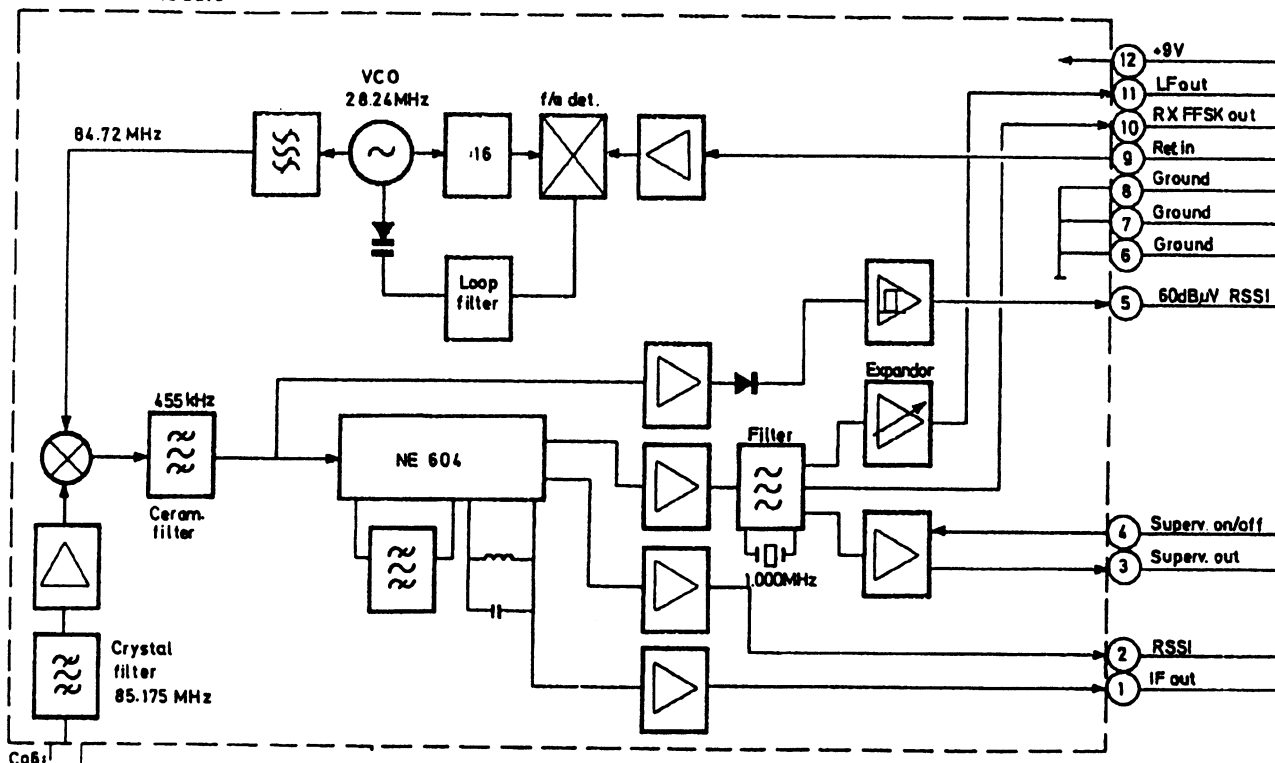
til CPUen, dette skal bruges til at sikre syntesen kommer til at ligge på den rigtige frekvens.(se om syntese kredsløbet senere).

LF signalet fra detektoren sendes til et 2den ordens højpas filter, hvor det bliver splittet op og sendt til et switched capacitor filter. Tale signalet sendes via et modbetoningsled til og et 3400 Hz lavpasfilter til et expanderkredsløb før det sendes til LF forstærkeren.

LF signalet fra detektoren sendes også via et 4 kHz båndpas filter til modulationsforstærkeren.

I forbindelse med MF forstærkeren er der tilføjet et 60 dBuV detektorkredsløb, udgangsspændingen fra denne detektor sendes til en schmitt-trigger, hvis udgang går direkte til CPUen.

M230: IF/AF module



RX syntesemodul

Dette modul består af tre blokke:

- Indgangstrin
- Syntese med VCO
- Spændingsregulator

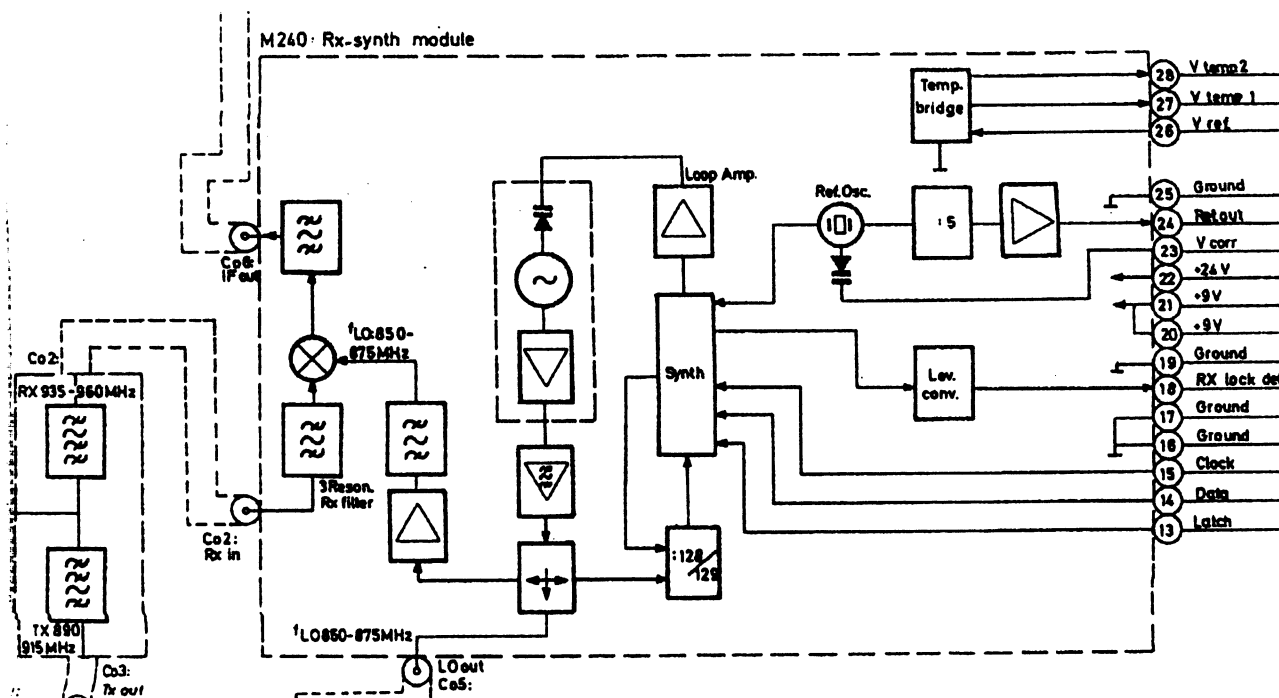
Indgangstrinnet er udformet som i 450MHz udgaven, uden HF trin, og indgangssignalet føres direkte til blanderen, hvor det blandes ned til 1. MF på 85,175 MHz, der er en blandingsforstærkning på ca 16 dB i blandertrinnet.

Syntesekredsløbet består af VCOen en prescaler, syntese ICen og et loop filter.

VCOen består af et resonatorkredsløb, og har et arbejdsområde fra 849,8375 MHz (kanal 1 - 1. MF) til 874,8125 MHz i step på 12,5 kHz. En del af udgangssignalet fra VCOen sendes til en TX slave loop og en del sendes til prescaleren. Syntesen er opbygget som en dual modulus syntese, det vil sige at

prescaleren deler med to forskellige værdier, i dette tilfælde 127 og 128. (for nærmere detaljer vedr. denne syntese se i HF teknik trin 2). De nødvendige data til syntesen vedr. frekvens fås fra CPUen som serielle data. På grund af de strenge krav der stilles til frekvensnøjagtigheden i NMT900 er det nødvendigt med et mere kompliceret kredsløb end det der er anvendt i NMT450 stationen.

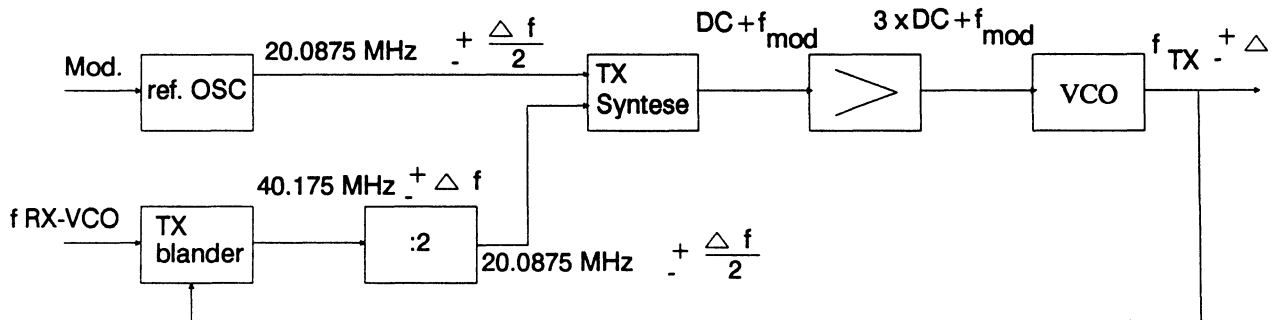
Vi så tidligere at MF signalet blev delt og ført til CPUen, når CPUen måler frekvensen på MF signalet vil dette vise hvor meget syntesekredsløbet ligger forkert i frekvens, det må forudsættes at basisstationen holder sin frekvensnøjagtighed. Denne måling, sammen med en temperaturmåling, der foretages i nærheden af referencekrystallet, benyttes til at korrigere Ref. oscillatoren. Reference oscillatoren er en krystalstyret oscillator der svinger på 8,825 MHz, og forsyner syntesekredsen direkte, og går til syntesekredsløbet i MF delen via en 5:1 deler.



TX/AF forstærker

Modulationssignalet føres igennem en begrænser og et 2:1 kompressorkredsløb til et hurtigt begrænserkredsløb, og et lavpasfilter. Signalet moduleres nu ind på en ref. oscillator på 20,0875 MHz, hvor det giver et frekvenssving på halvdelen af det ønskede. Men på grund af syntesekoblingen opnås det ønskede frekvenssving på udgangen. se blokdiagrammet herunder.

TX VCOen arbejder på en frekvens, der er 40,175 MHz over RX syntesen, hvilket giver en duplexafstand på 45 MHz



Information om SIS

Formålet med NMT-SIS

I NMT systemet findes der som bekendt et system der skal sikre mod at uvedkommende benytter en abonnents mobiltelefonnummer, nemlig den 3 cifrede K- kode.

I forbindelse med forbedringen af NMT systemet er der nu indført en endnu bedre sikkerhed mod misbrug, det såkaldte NMT-SIS (Subscriber Identity Security)

NMT-SIS betyder at et mobiltelefonnummer bliver fysisk knyttet sammen med en bestemt mobiltelefon, og derfor kan forskellige mobiltelefoner ikke benytte det samme nummer.



Dette system indføres kun på NMT 900 og mobiltelefoner uden SIS kan benyttes som hidtil.

NMT-SIS Systemet bygger på en elektronisk nøgle, der benyttes når en mobiltelefon ønsker at foretage et fortag et opkald, mobiltelefonen skal låse sig ind på systemet med nøglen, dette sker uden at nøglen kode udsendes på nettet. Det er derfor umuligt at aflytte nøglen.

Hvis en mobiltelefon forsøger at fortag et opkald med en forkert nøgle, vil denne blive afvist.

Hvornår indføres NMT-SIS

Fra 1. oktober 1990 skal alle nye NMT-900 telefoner være NMT-SIS typegodkendte for at de må sælges.



NMT-SIS og Abonnementet

Da NMT-SIS bygger på, at hver eneste mobiltelefon har en hemmelig nøgle, er det vigtigt at hele kæden fra producent til brugeren fungerer efter hensigten.

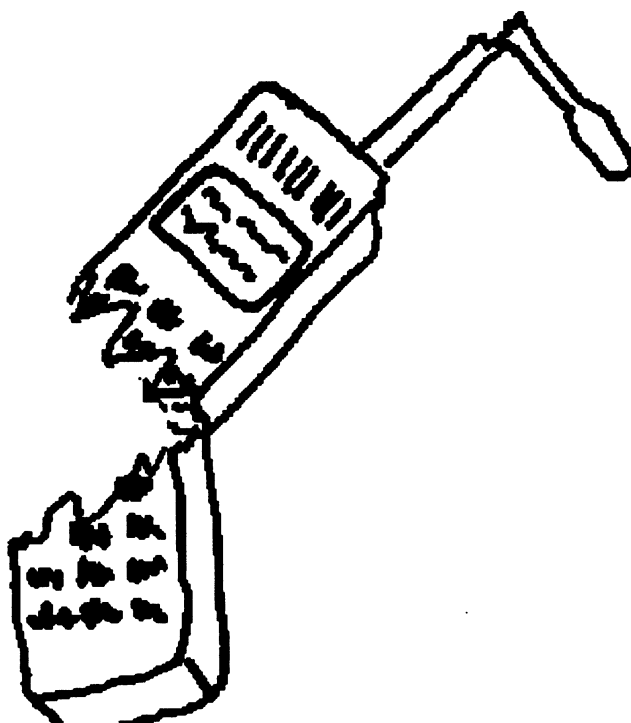
Da SIS nøglen skal være en hemmelighed i hele mobiltelefonens levetid, vil denne aldrig blive oplyst, men der gives i stedet hver enkelt mobiltelefon et referencenummer, som er tilgængeligt for alle i systemet.

0 0 6 0 5 0 7 9 0 0 3 1 7 0 1 0

Referencenummer

Oprettelse af abonnement

I forbindelse med oprettelse af et mobiltelefonnummer, sker der en lille ændring, idet alle nye NMT 900 stationer, der oprettes efter 1-10-1990 skal være forsynet med NMT-SIS. I ansøgningsskemaet skal oplyses om NMT-SIS referencenummeret, uden dette nummer er det ikke muligt at oprette et abonnement. En undtagelse er dog brugte NMT 900 anlæg, disse må stadig oprettes uden NMT-SIS, men det er en forudsætning at stationen tidligere har været registreret i systemet.



Under reparation! hvad så?

Ved en reparation er det en ofte benyttet praksis, at låne kunden en anden mobiltelefon i reparationsperioden, denne forsynes så med kundens NMT nummer. Dette er ikke muligt i forbindelse med NMT-SIS, da nøglen så ikke vil være korrekt.

Den enkleste løsning vil være viderestilling. Det kræver selvsagt at der er tegnet abonnement på denne tjeneste, problemet er blot, at viderestilling skal fortages fra kundens mobiltelefon, men det var jo netop denne der var gået i stykker ??

Viderestilling sker ved at taste *21*, derpå låneapparatets nummer og til sidst #. Når kunden får sin mobiltelefon tilbage er det vigtigt at ophæve viderestillingen. Det sker ved at taste #21#.

Hvis det ikke er muligt at foretage viderestilling, kontaktes telefonselskabet.

Hvordan håndteres systemet?

Fabrikanten

I forbindelse med produktion af mobiltelefoner programmerer fabrikanten en NMT-SIS nøgle ind i apparatet. Denne nøgle er unik for hver eneste mobiltelefon. Nøglen kan ikke senere læses eller ændres. Fabrikanten tildeler samtidig hver eneste mobiltelefon et ligeledes unikt referencenummer.

Fabrikanten meddeler en international database, hvilke NMT-SIS nøgler og referencenumre der hører sammen. Disse oplysninger er i kode.

En mobiltelefon med NMT-SIS kan kendes på, at typebetegnelsen altid indeholder ordet SIS. Når mobiltelefonen udleveres skal NMT-SIS referencenum-

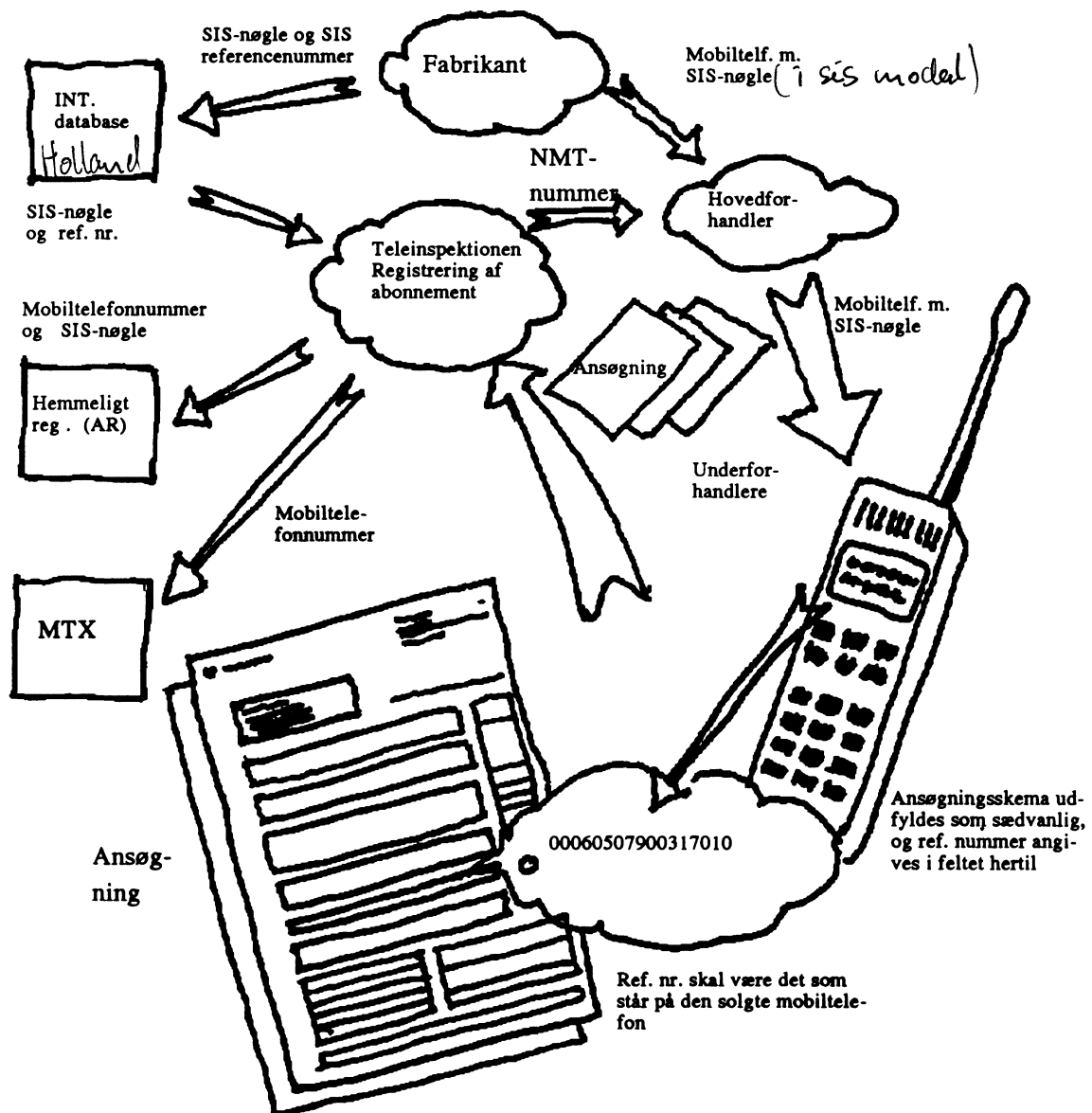
meret være læsbart på apparatet, evt. ved visning i displayet.

Hovedforhandleren

Hovedforhandleren får som hidtil meddelt, hvilket mobiltelefonnummer og hvilken sikkerhedskode der skal indkodes i mobiltelefonen. For at kunne kende forskel på mobiltelefoner med og uden NMT-SIS anvendes sikkerhedskoder i intervallet 900-999 for mobiltelefoner med NMT-SIS.

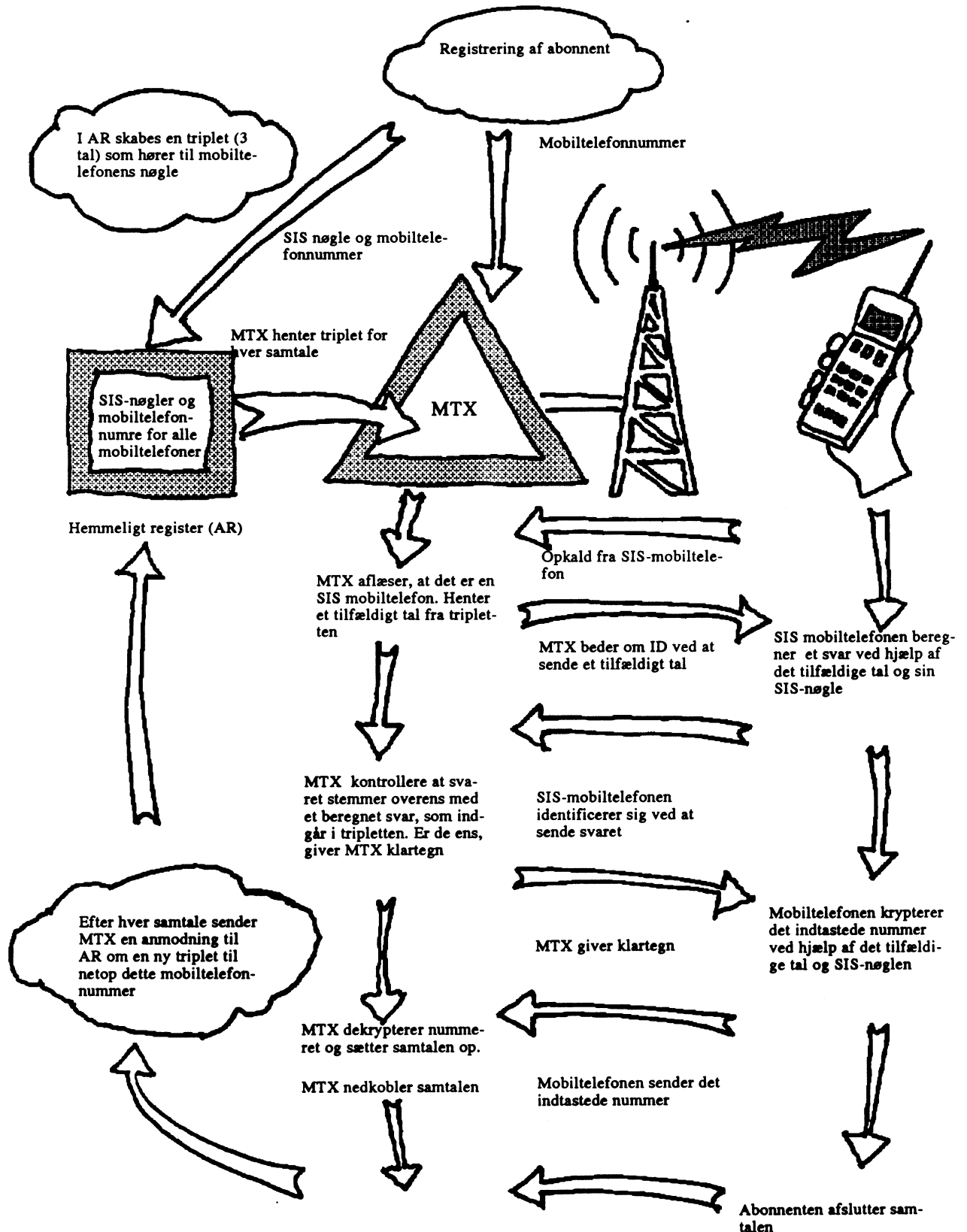
Abonnentshåndtering

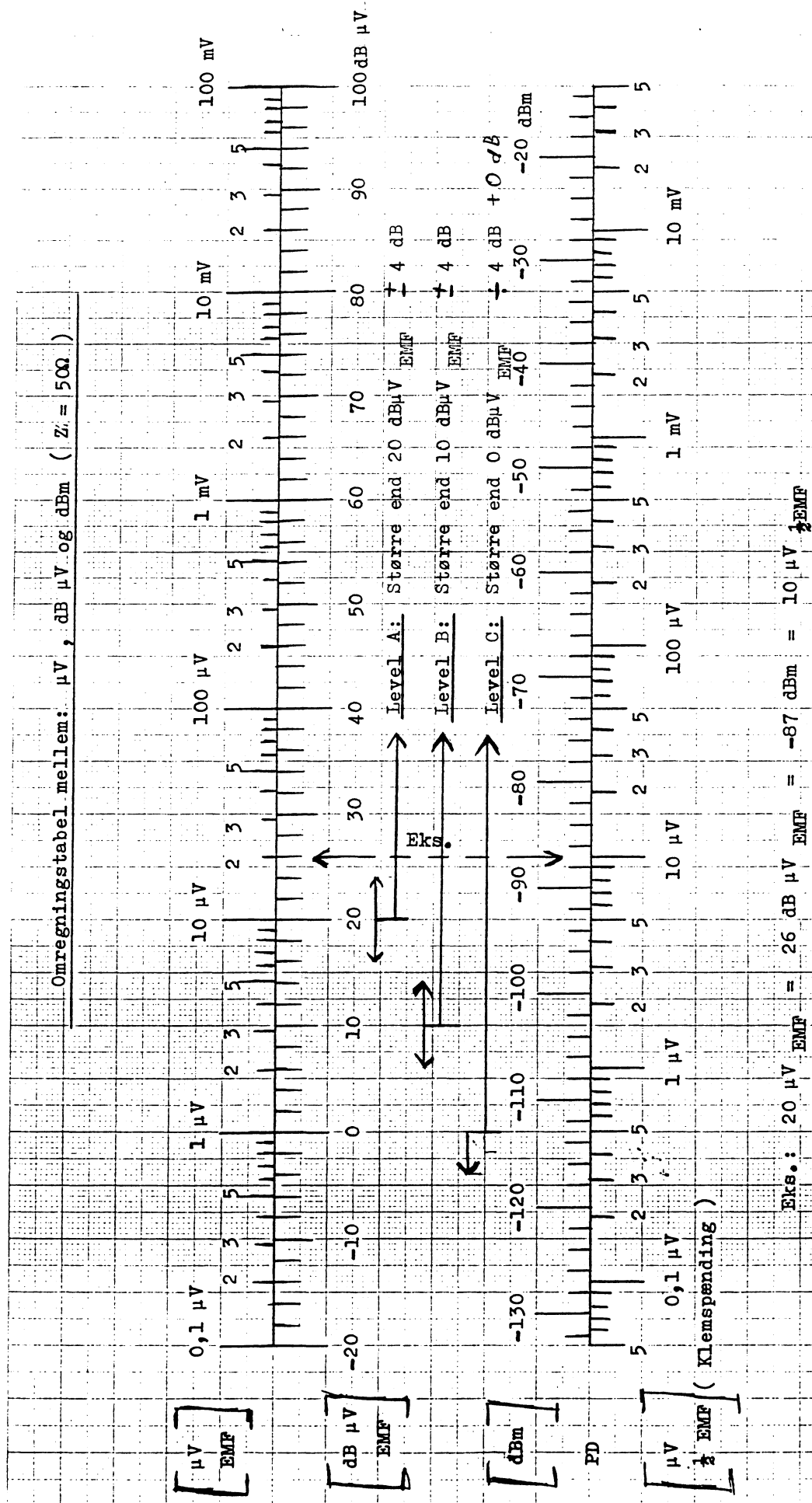
Når et abonnement oprettes eller ændres, hentes oplysninger om den hemmelige nøgle fra den internationale database ved hjælp af NMT-SIS referencenummeret. Derefter overføres den hemmelige nøgle og mobiltelefonnummeret til et hemmeligt register



(AR), der står i tilknytning til mobiltelefoncentralerne (MTX'erne). I AR lagres NMT-SIS nøglen og mobiltelefonnummeret sammen.

Abonnementet åbnes på samme måde som hidtil - dvs. ved at mobiltelefonnummeret og sikkerhedskoden $K_1K_2K_3$ lægges ind i MTX'en.





opstart af PA trin og nedlukning af PA
 er kritiske for systemet dels for at synkpulser
 udsender korrekt og PA afbrydes efter 30m sek[±]3
 ved svar på opkald

Y_1, Y_2 landskode område kode for BS

$N_1, N_2, N_3, P, Y_1, Y_2, Z, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$
 | Nummer |

N_1, N_2, N_3 kanal nr

1-40 CC 40 - - 100 TC

Søgning efter Kalde-kanal (CC) eller Trafik-kanal (TC).

900 MHz:

Antal kanaler der skal gennemses i hver

scan:

CC / TC band er information der udsendes

fra basisstationerne. Sendes som tillægs-
information i kaldekanal-markeringen.

Basic channel band er fast kodet i MS.

Krav til signal-level:

Afhængig af power bit

fra sidst modtagne

Kalde-kanal.

Hvis power bit er ukendt

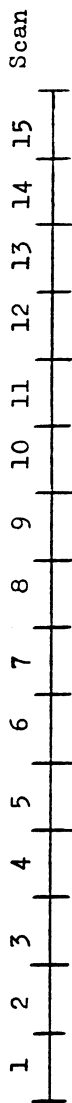
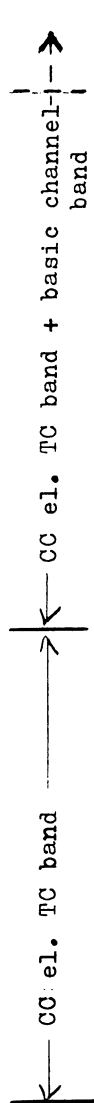
benyttes 01 / 00.

Power bit 11 / 10

High

Power bit 01 / 00

Medium / Low



450 MHz:

Krav til signal-level:

Gamle krav:

Før 1984

Nye krav:

Efter 1984

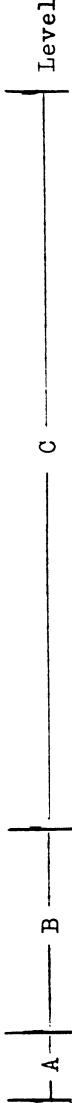


Fig. 7 Main CRTS menu

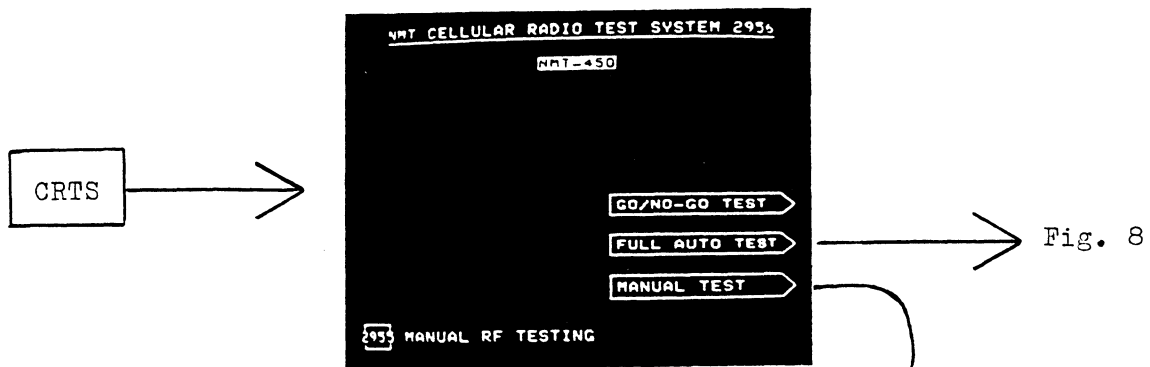


Fig. 26 Manual test menu.

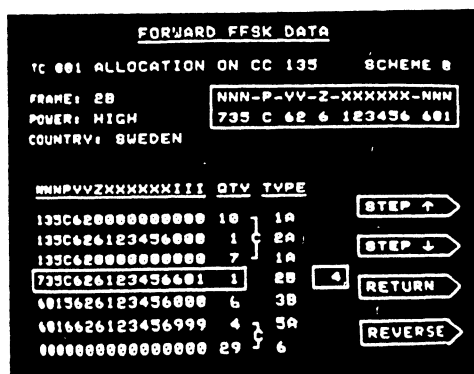
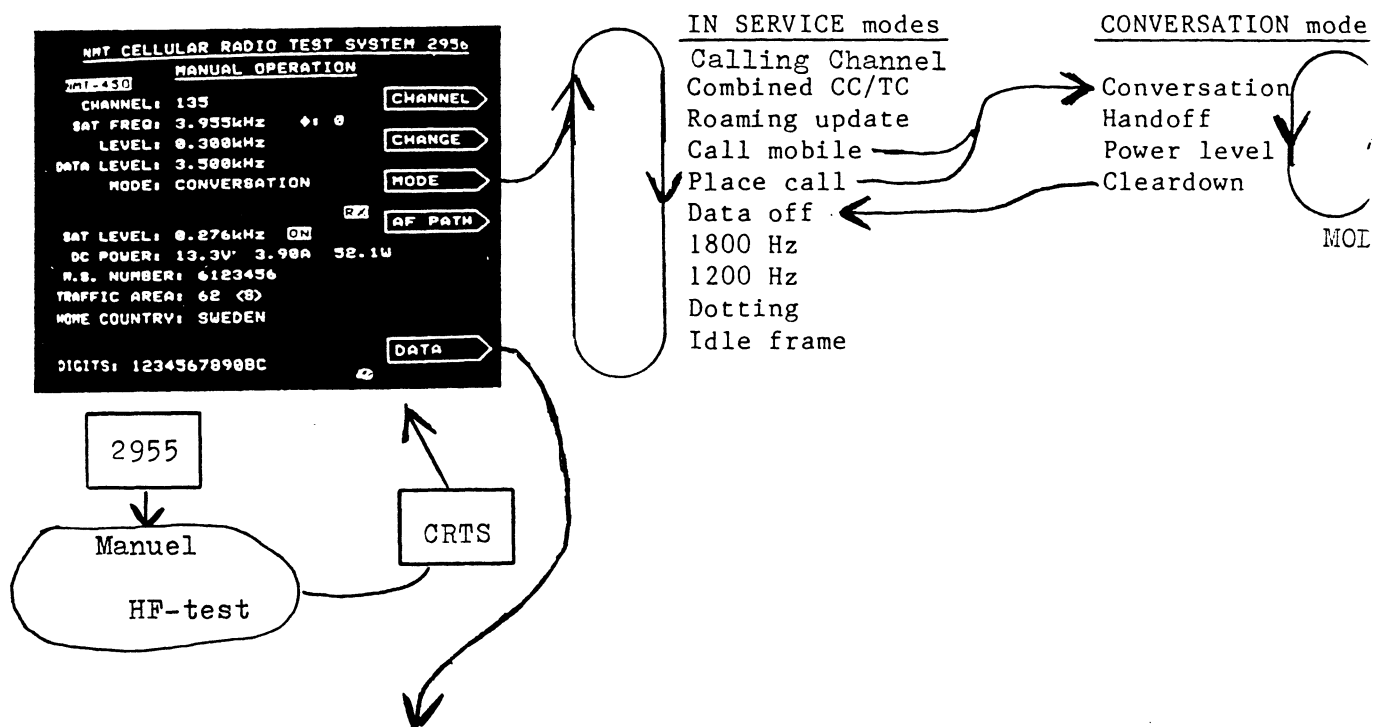


Fig. 25 Forward FFSK data.

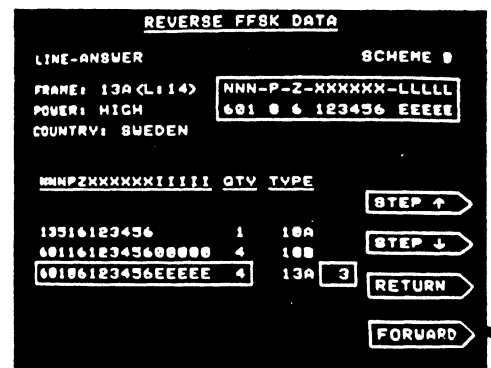


Fig. 24 Reverse FFSK data.

FULL AUTO TEST

Fig. 8 Intermediate screen enabling selection of the change format menu.

```

NMT CELLULAR RADIO TEST SYSTEM 2936
NMT-450
N.S. NUMBER: 0000000
TRAFFIC AREA: 61 (S)
CALLING CH: 135 F/R 466/456.3500MHz
TRAFFIC CH: 001 F/R 463/453.0000MHz
SAT FREQ: 3.953kHz  0

TEST SEQ: BRIEF TESTING
DISPLAY: SUMMARY
PAUSE: MANUAL ONLY
PRINTER: UNASSIGNED
PRINT: OFF

START TEST
CHANGE FORMAT
  
```

Fig. 7

CRTS

Fig. 9 Change format menu pages 1 and 2.

```

CHANGE FORMAT MENU
PAGE 1 OF 2
SYSTEM PARAMETERS
MOBILE PARAMETERS
DISPLAY FORMAT
TEST SEQUENCE
PAGE 2
RETURN
  
```

```

CHANGE FORMAT MENU
PAGE 2 OF 2
PRINTER
GPIO INTERFACE
SERIAL INTERFACE
MISCELLANEOUS
PAGE 1
RETURN
  
```

Press RETURN to restore
the CHANGE FORMAT menu.

Fig. 21 Test summary displays.

```

NMT CELLULAR RADIO TEST SYSTEM 2936

RX SENSITIVITY PASSED -117dBm
HANDOFF PASSED CH 091 > CH 100
SAT TRANSPONDING PASSED 319Hz +6.5%
TX POWER PL 0 PASSED 140mW
TX FREQUENCY PASSED CH 100 -530Hz
TX DISTORTION PASSED 2.9%
TX LIMITING PASSED 4.07kHz
RX DISTORTION PASSED 1.0%
RX SENSITIVITY PASSED -114dBm
CLEAR FROM MTX PASSED REPLACE HANDSET

N.S. NUMBER: 6123456
TRAFFIC AREA: 62 (S)
HOME COUNTRY: SWEDEN

RETURN
  
```

Fig. 10 System parameters menu.

```

SYSTEM PARAMETERS MENU
PAGE 1 OF 2
SYSTEM TYPE: NMT-900 SELECT
TRAFFIC AREA: 21 (S) CHANGE
CALLING CHANNEL: 135 CHANGE
TRAFFIC CHANNEL: 001 TO:1000 CHANGE
HANDOFF INC: 500 CHANGE
RETURN
PAGE 2
  
```

```

SYSTEM PARAMETERS MENU
PAGE 2 OF 2
SAT FREQ: 3.953kHz SELECT
SCAN BAND: BASIC CHANNEL SELECT
CC BAND: 001 TO:1000 CHANGE
TC BAND: 001 TO:1000 CHANGE
AREA NUMBER: 0 SELECT
RETURN
PAGE 1
  
```

Fig.19 Miscellaneous menu.

```

MISCELLANEOUS MENU
DE-MOD SOURCE IS INTERNAL SELECT
DISC STEP RATE IS 6ms SELECT
RETURN
  
```

TRAFIKOMRÅDER:

NMT-450

81: NORDSJÆLLAND

82: SYDSJÆLLAND, LOLLAND-FALSTER OG MØN

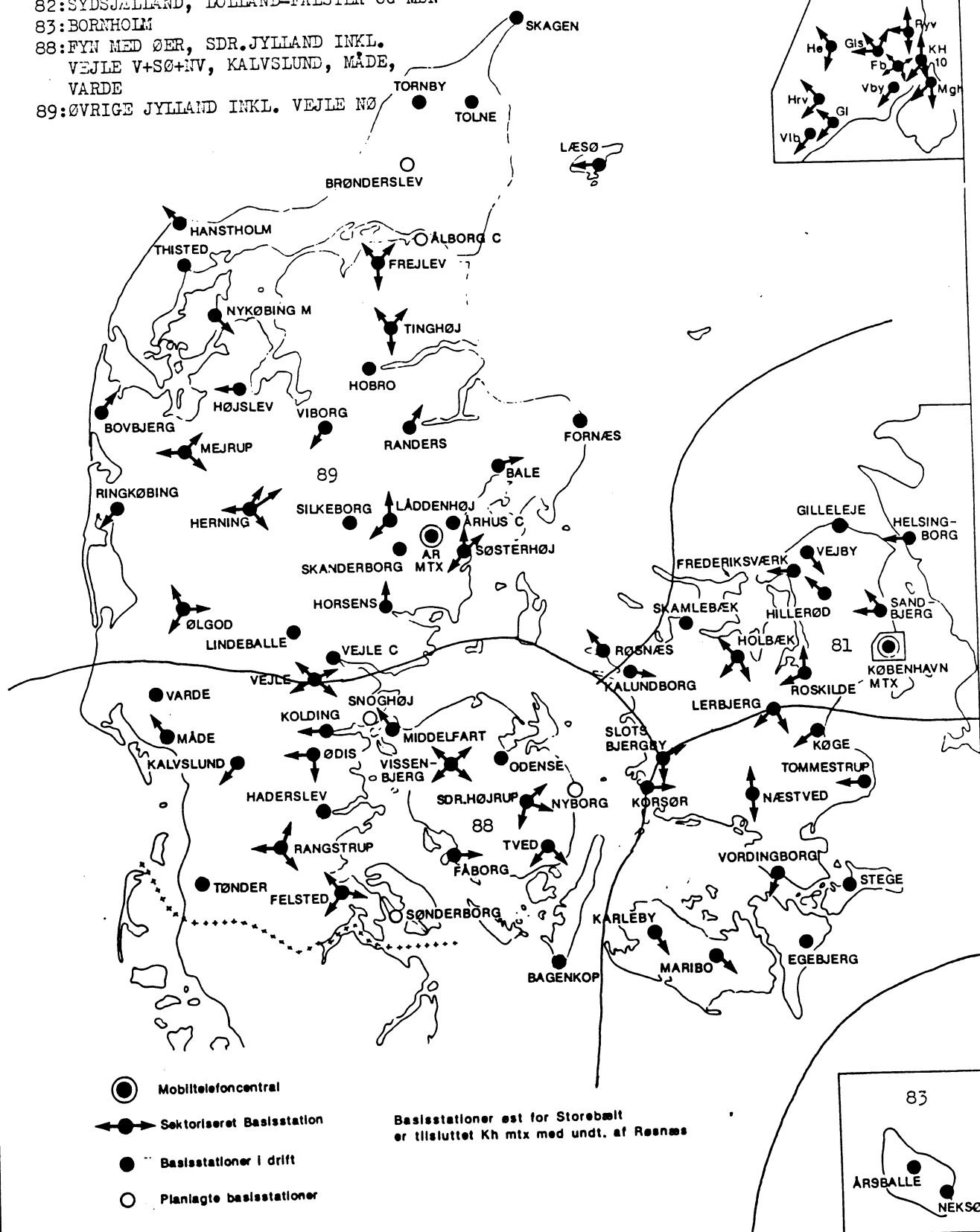
83: BORNHOLM

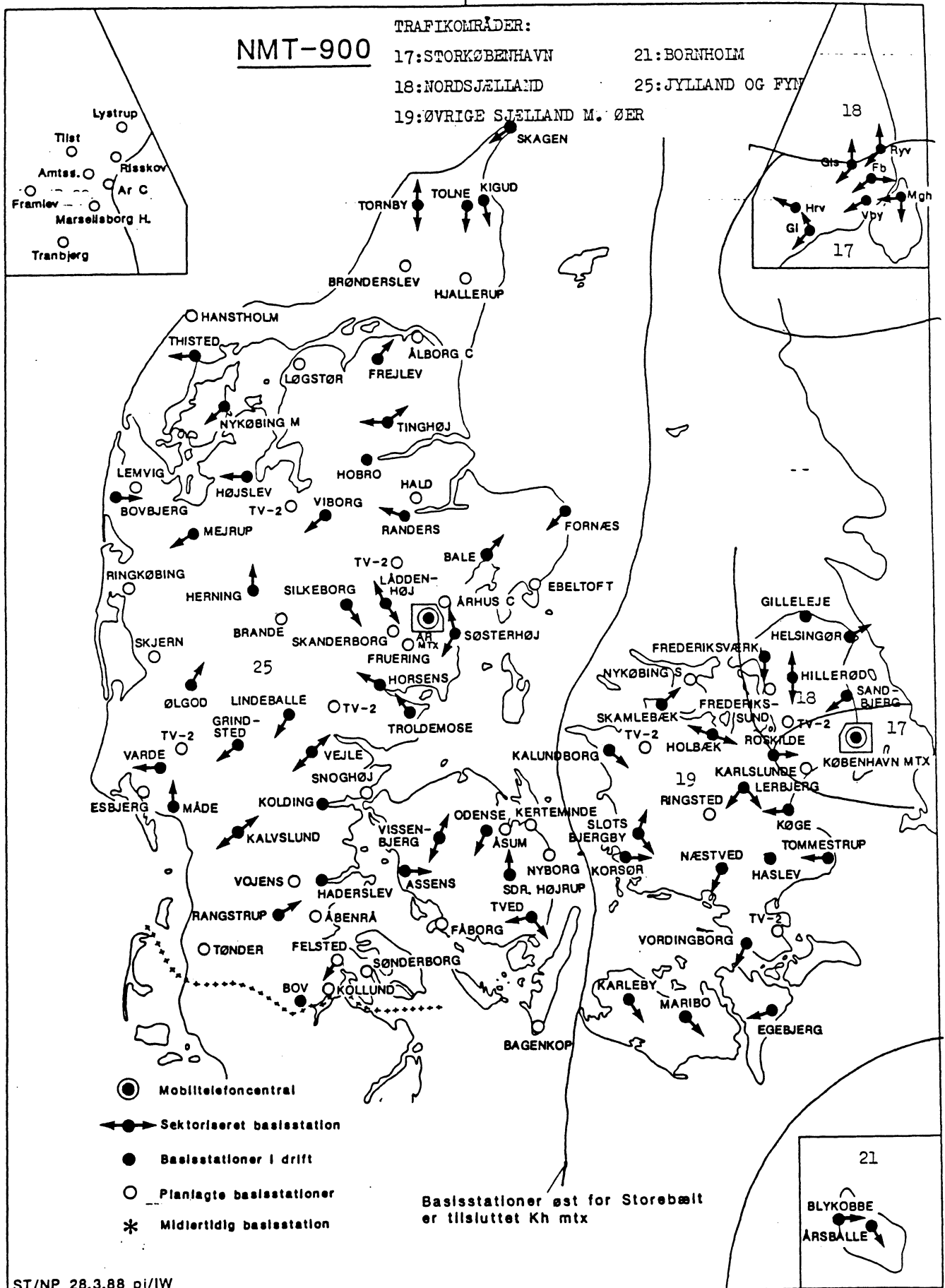
88: FYN MED ØER, SDR. JYLLAND INKL.

VEJLE V+SØ+NV, KALVSLUND, MÅDE,

VARDE

89: ØVRIGE JYLLAND INKL. VEJLE NØ





4.3.3.14.1

General

The system makes battery saving function possible in handheld mobile stations. The battery saving period starts at reception of following additional information which is sent on calling channels and combined calling and traffic channels. The handheld mobile station may then close the receiver for the periode indicated in the information field. Calls to these mobile stations will be stored in the MTX the necessary time.

4.3.3.14.2

Coding of H_1H_2

$H_1(14)$ and $H_2(11)$ indicates that information for battery saving circuit synchronizaton is given.

4.3.3.14.3

Groups of mobiles

The mobile stations are divided up into groups according to the last digit X_6 in the mobile station subscriber number. The groups are addressed by the character H_7 in the signalling. The mobile station accepts the battery saving information only if H_7 is equal to X_6 in the subscriber number. The groups are performed by means of subscriber category data in the MTX. Battery saving information is sent only to existing groups.

4.3.3.14.4

Battery saving period

The battery saving period starts from the reception of battery saving signal and lasts the time period given in H_3 according to following table.

Coding of H_3	Battery saving period
0	0
1	3 5 s
2	10 s
3	15 s
4	20 s
5	25 s
6	30 s
7	35 s

The time between two battery saving information frames to each group depends on the period given in H_3 and the traffic load on the calling channel. Battery saving information will be sent after other necessary information (calls etc.) has been sent. Also the value of H_3 depends on the traffic situation in the MTX and it will be changed manually or automatically.

Kodning af tillægsinformation på kaldekanal

Generelt

På kaldekanalen kan der udsendes en tillægsinformation, fx vedr. det kanalbånd der skal benyttes ved søgning efter CC, TC eller AC. Endvidere kan der udsendes batterispareordre til håndportable MSer. Disse tillægsinformationer udsendes kun hvis trafikken på nettet tillader dette.

H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	H1,H2 = 0; Basisbånd benyttes
E	0	0	0	0	A	0	A	1	4	H1,H2 = E 0; CC / TC bånd er i H3-H10
E	C	0	0	1	0	1	0	1	A	H1,H2 = E C; CC / AC bånd er i H3-H10
E	B	1	X	X	X	3-7	X	X	X	H1,H2 = E B; Batterispareinformation i H3 og H7

Båndgrænser

Når der angives båndgrænser, er der kun 8 bit til rådighed for hver grænse, derfor angives grænserne i spring på 4 kanaler = 100 kHz.

Kanalen findes ved at læse fx. H3 og H4 som hex tal, og gange denne værdi med 4.

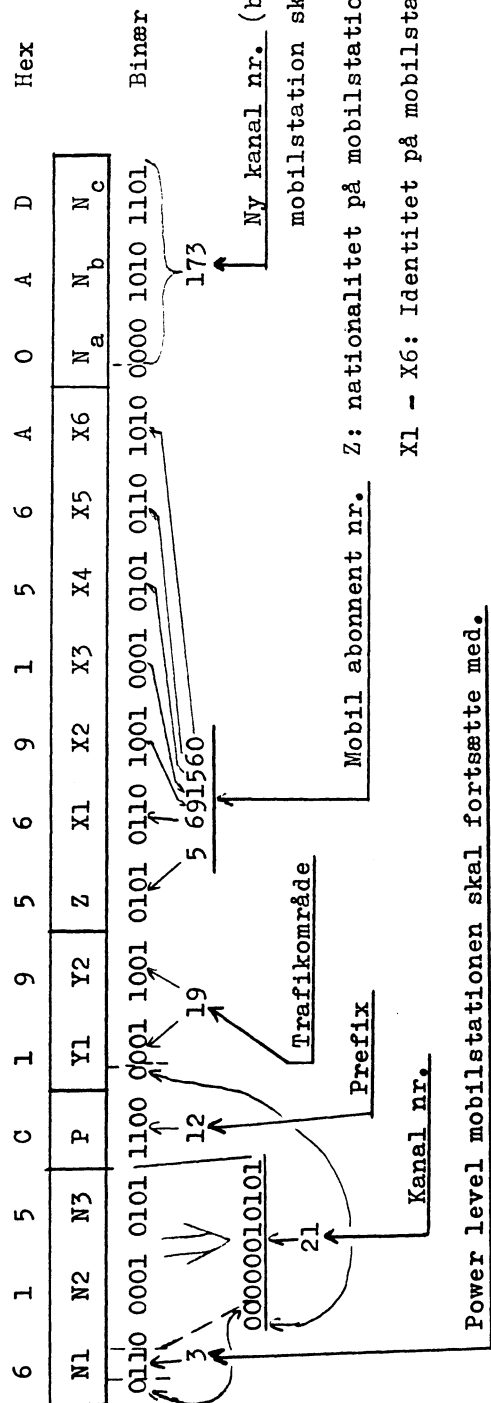
eks. Er H3 = 1 og H4 = 4, vil dette svare til $4 \times 1 + 1 \times 16 = 20$, dette skal ganges med 4 hvilket giver 80, som er den angivne kanal.

Hvor længe
x 3 sek

Hvilke sletter
skal tælle med

900 MHz signalrammer.

Ramme 2.B Trafikkanal anvisning på kaldekanal:



Udsendes der i $N_a N_b N_c$ et fiktivt kanalnr. (1001 - 1024) skal den kaldte mobilstation ikke skifte kanal, men istedet for, opfatte det som følgende kommandoer: (Rammen ser iøvrigt ud som vist foroven. P = 12 .)

Ramme:	$\frac{N N N}{a b c}$ decimal:	$\frac{N N N}{a b c}$ hex:	Formål med rammen:
2.F	1008	3F0	Køinformation til normal MS.
2.C	1009	3F1	Køinformation til prioriteret MS.
2.D	1010	3F2	Trafikkanal scannings ordre.
890121 SB			Opkald fra MS er registreret af MTX'en og den vil kalde mobilstationen, når der bliver en ledig trafikkanal. Der er opkald til mobilstationen, men der er ingen ledige trafikkanaler på den pågældende basisstation. MS skal selv finde en ledig trafikkanal, og kalde på denne. (10.C)

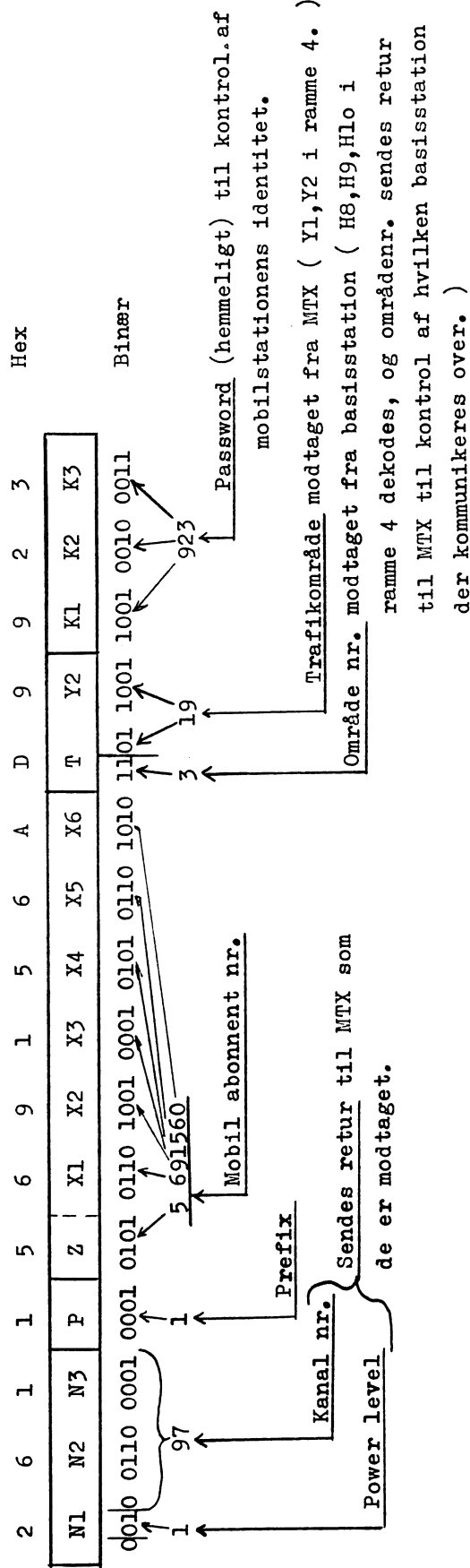
900 MHz signalrammer.

Ramme 4. Ledigmarkeret trafikkanal:



Kanal nr:	1011	(3F3 Hex)	= område nr. 1
	1012	3F4	2
	1013	3F5	3
	1014	3F6	4

Ramme 10.B Kanalbelægnings-ønske fra mobilstation på trafikkanal:



Main states for LCU

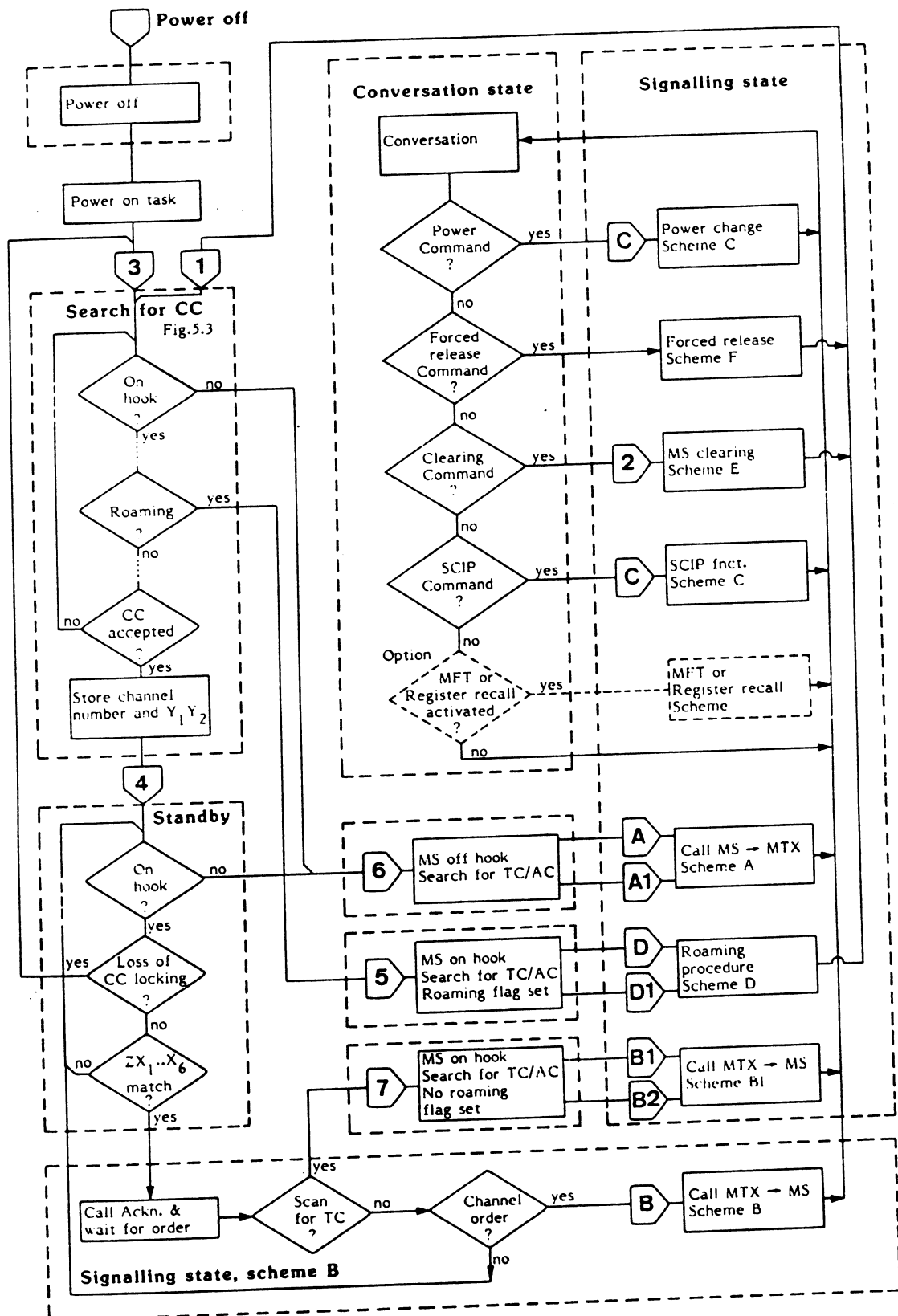


Fig. 5.2

State: Search for CC

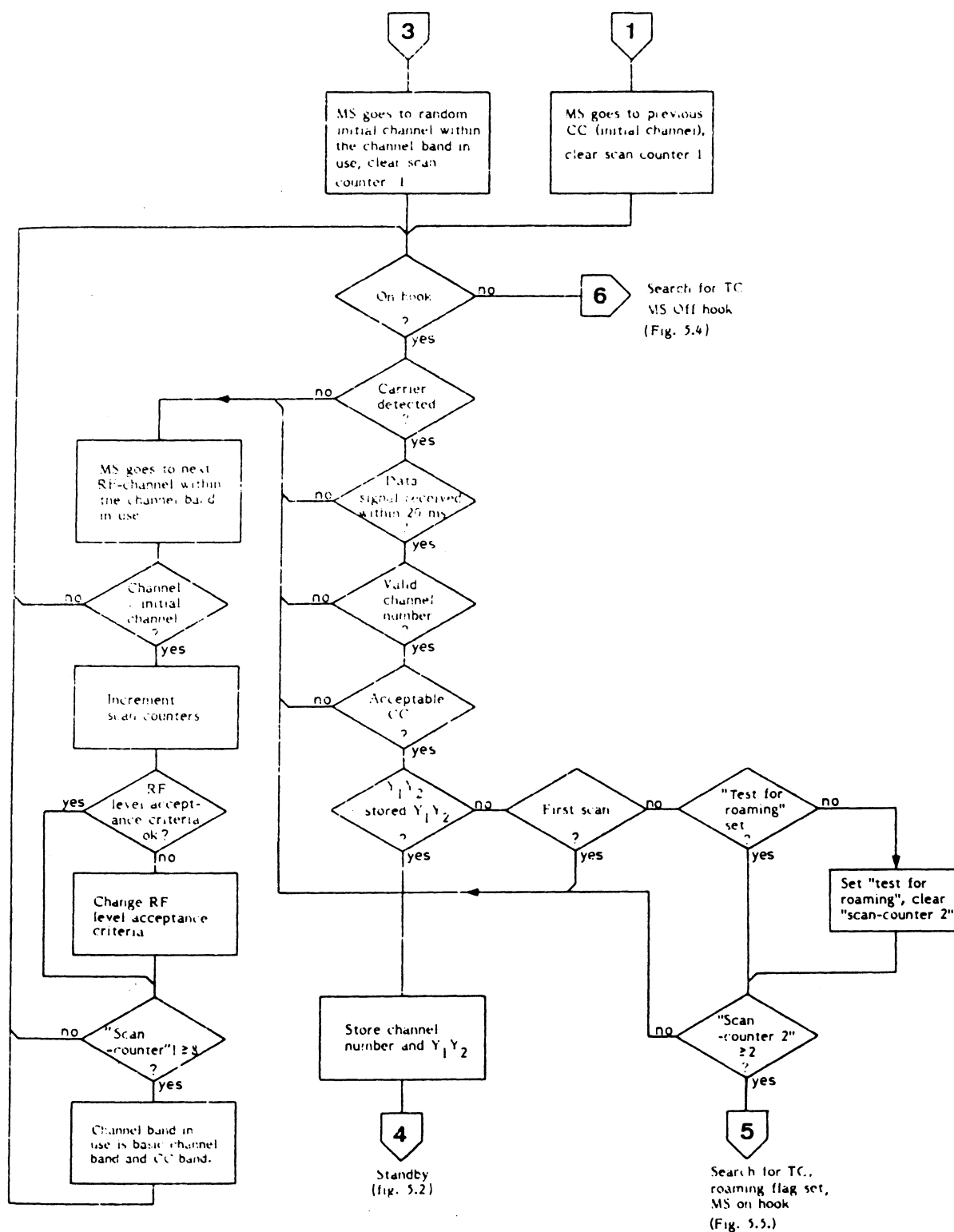
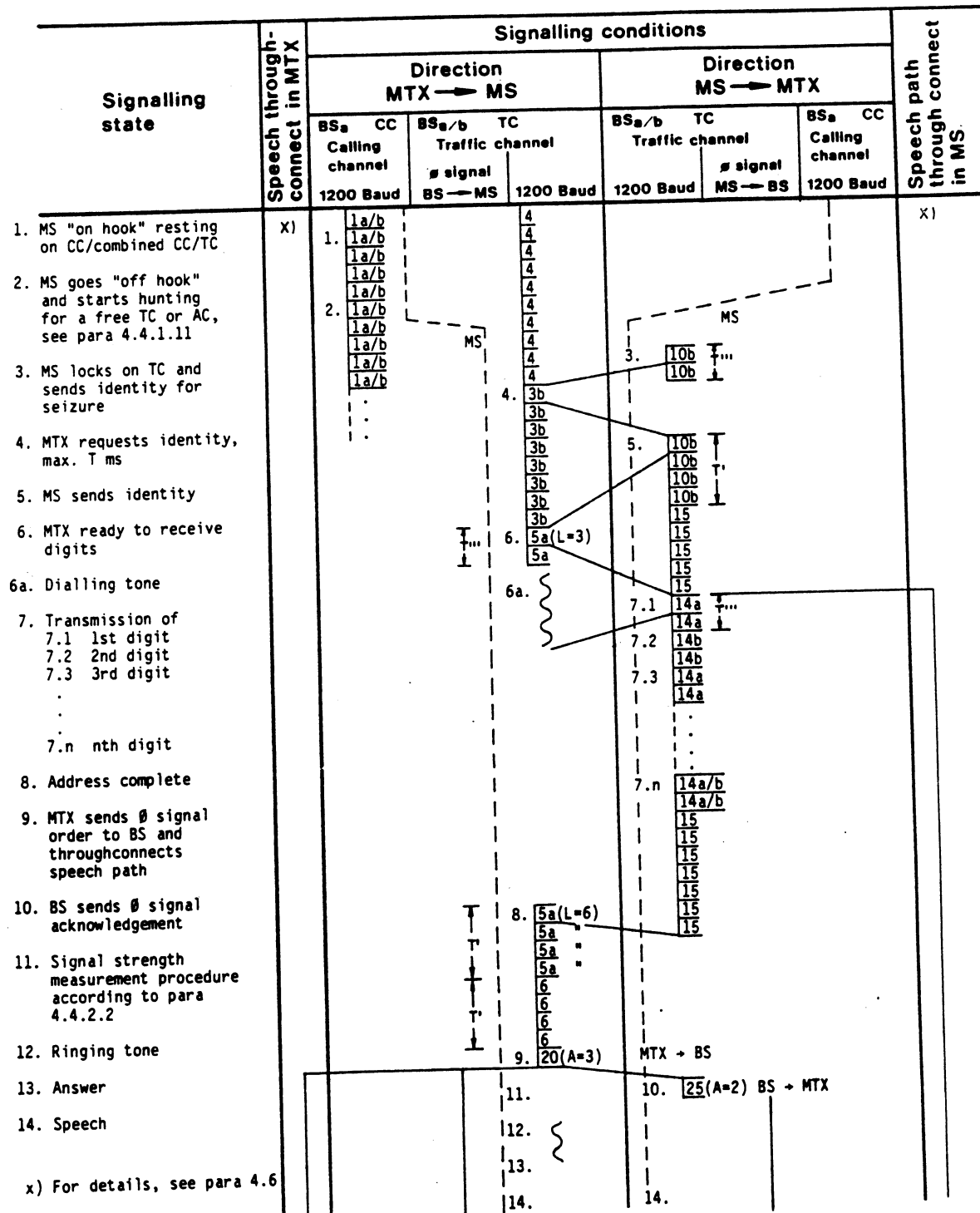


Fig. 5.3

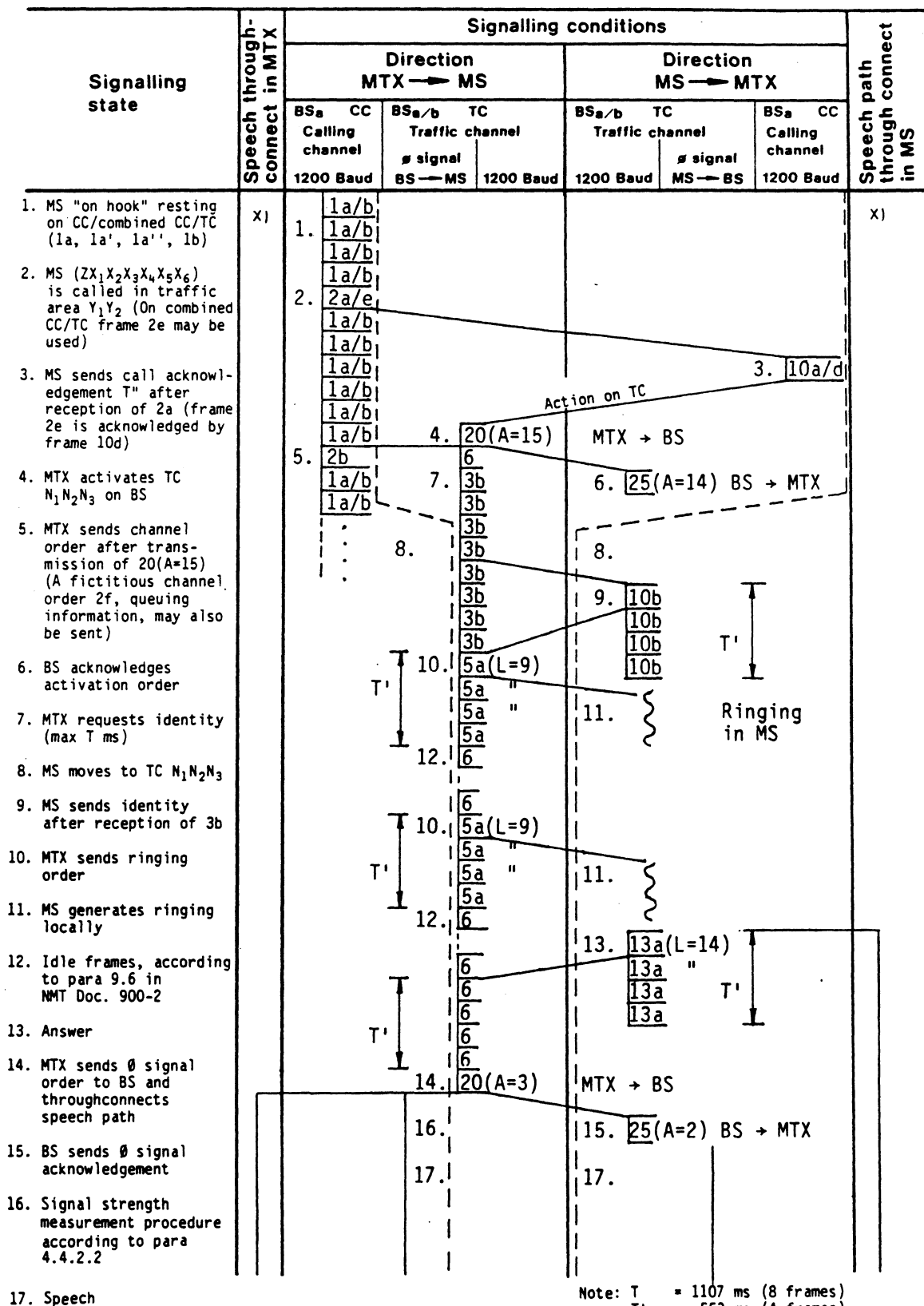
4.4
4.4.1
4.4.1.1

SIGNALLING PROCEDURES
Signalling between MTX and MS
Call mobile station to mobile telephone exchange. SCHEME A



4.4.1.2
4.4.1.2.1

Call mobile telephone exchange to mobile station
Call mobile telephone exchange to mobile station, normal case. SCHEME B.



x) For details, see para 4.6

Note: T = 1107 ms (8 frames)
 T' = 553 ms (4 frames)
 T'' = 30 ± 2.5 ms
 T''' = 277 ms (2 frames)

© Håndværkerskolen Sønderborg 1990

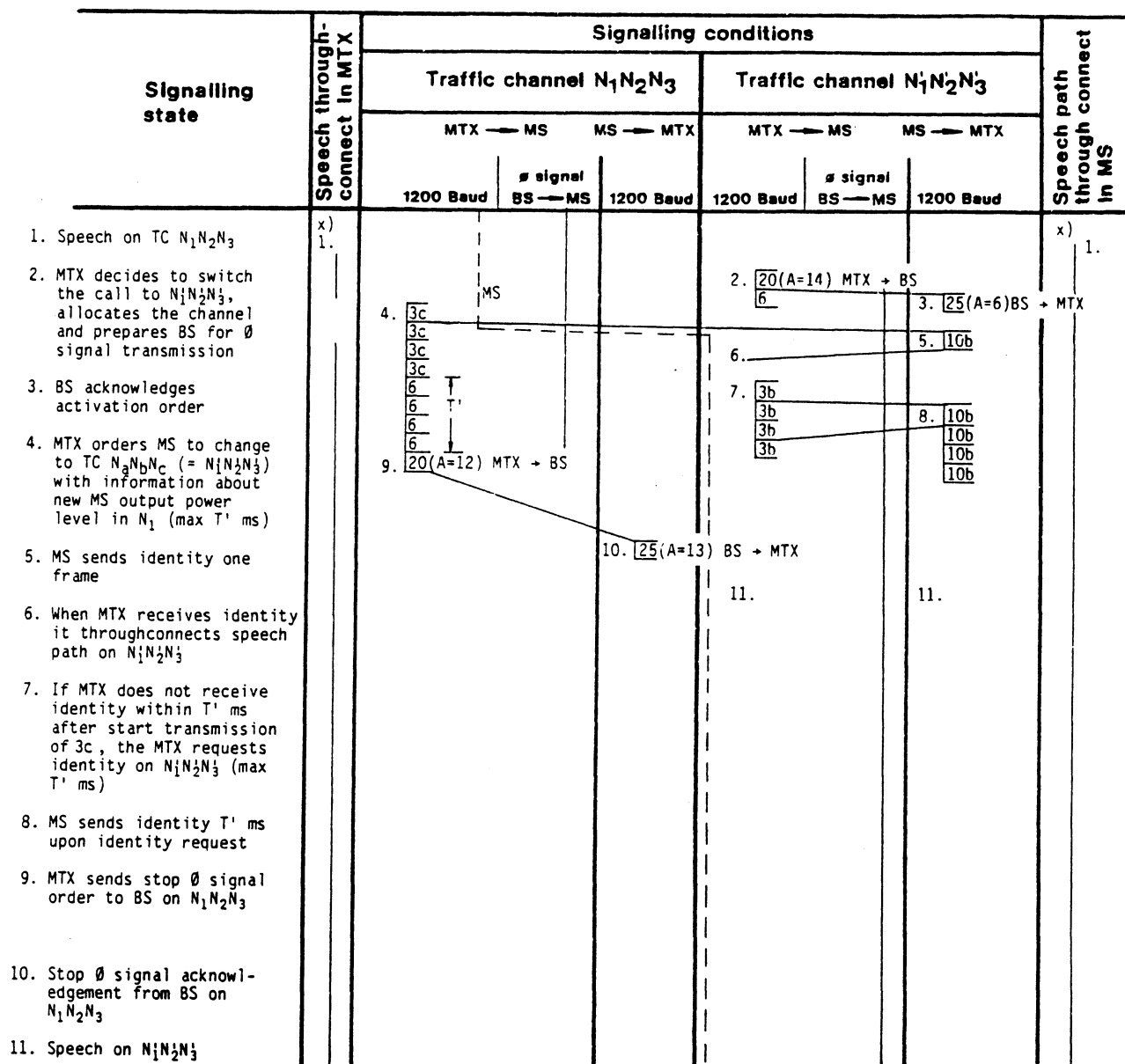
4.4.1.4.1 Switching call in progress, ordinary procedure. SCHEME C

Roaming updating procedure. SCHEME D



4.4.1.4.3

Switching call in progress, short procedure. SCHEME C.2



If the MS receives an RF-signal level above a limit A ($A = 20 \pm 4$ dB (1 μ V) E.M.F.) on the new TC it will transmit frame 10b and throughconnect speech path. If the RF-signal level received in MS is below the limit A the MS shall not transmit frame 10b unless it receives identity request within T ms after received channel order. If identity request is not received within T ms the MS shall return to the previous TC. The received identity request is responded with four identity frames 10b.

If MTX does not receive identity on the new TC within T' ms after identity request it will throughconnect speech path on the previous TC and send forced release on the new TC. The supervisory signal will control the previous TC in the last case when the speech path is throughconnected.

x) For details, see para 4.6

Note: $T = 1107$ ms (8 frames)
 $T' = 553$ ms (4 frames)
 $T'' = 30 \pm 2,5$ ms
 $T''' = 277$ ms (2 frames)

4.3.3.2 Prefixes

Notation	Coding	Meaning in direction	
		MTX to MS/BS	MS/BS to MTX
P(0)	0000	Idle	Idle
P(1)	0001	Spare	Call acknowledgement, seizure, access and identity
P(2)	0010	Spare	Measurement results
P(3)	0011	Traffic channel	Spare
P(4)	0100	Combined calling and traffic channel	Response on management/maintenance orders
P(5)	0101	Channel allocation and identity request on traffic channel	Spare
P(6)	0110	Line signal	Seizure and identity from called MS on traffic channel
P(7)	0111	Access channel	Digit signal
P(8)	1000	Spare	Line signal
P(9)	1001	Channel allocation, Short procedure	Channel status information
P(10)	1010	Test channel	Call acknowledgement from MS on new type combined CC/TC
P(11)	1011	Calling channel (P')	Coin-box seizure and identity
P(12)	1100	Calling channel (P)	Spare
P(13)	1101	Calling channel (P'')	Other maintenance information
P(14)	1110	Measurement/maintenance	Roaming updating and identity
P(15)	1111	Channel activation order	Seizure and call acknowledgement for MS with priority

4.3.3.3 Line signal number L(n) in frames 5 and 13

Notation	Coding	Meaning in direction	
		MTX to MS (frame 5a/5b)	MS to MTX (frame 13a/13b)
L(0)	0000	Answer to coin-box	Spare
L(1)	0001	Spare	Clearing, release guard
L(2)	0010	Spare	Answer acknowledgement, (coin-box)
L(3)	0011	Proceed to send (Roaming updating confirmation)	Spare
L(4)	0100	Acknowledge "MFT converter in"	Spare
L(5)	0101	Spare	Register recall
L(6)	0110	Address complete	Spare
L(7)	0111	Spare	MFT converter out, acknowledge "Forced release MFT converter state"
L(8)	1000	Spare	MFT converter in
L(9)	1001	Ringing order	Spare
L(10)	1010	Acknowledge "MFT converter out" and "forced release MFT con- verter state"	Spare
L(11)	1011	Spare	Spare
L(12)	1100	Spare	Spare
L(13)	1101	Clearing, call transfer activated	Spare
L(14)	1110	Spare	Answer
L(15)	1111	Clearing, call transfer not activated	Spare

Morgenkrydder nr. 1.

1. Hvorfor har man både NMT 450 og NMT 900 ?

NMT 450 overfyldt

2. Hvad er formålet med MTXen ?

Mobil telefon Exchange

3. Hvad er formålet med en basisstation

Forbindelse til Mobil Station

4. Hvad er Duplex ?

to-vejs communication
sender og modtager
samtidig

5. Hvad bruges Phi signalet til ?

Måling af signal støjforhold

to mobil station

$\Phi 0$	$\Phi 1$	$\Phi 2$	$\Phi 3$
3955	3985	4015	4045

15kHz Nærmeste nabo anden øtane

6. I NMT 900 anvendes frekvens interleaving, hvad er det ?

frekvenser er fløttet ind i
hinanden med 12,5kHz
i et 25kHz net

7. Hvad menes med småcelleteknik ?

anvendes i områder med
stor trafik svage sender
modtager giver mulighed for
genanvendelse af frekvenser

□

Morgenkrydder nr. 2

8. Ved søgning efter en kaldekanal anvendes forskellige søgeniveauer, hvorfor ?

for at fange en
kræftig station over
søgeniveau 1

9. I alle signalrammer ligger information om den aktuelle kanal, hvad skal denne information bruges

seke at MS kan
modtage information
på kanalen Nabo BS
andet kanal Nr ^{På grund af} Interferens

10. Hvorledes vil MTXen reagere hvis en igangværende samtale bliver støjfyldt ?

Bedre nabo BS'er lytte ^{kløst styrke} (Signal)
på kanal og hvis bedre
signal støj forhold over tage
samtalen

11. Hvad sker der hvis en mobilstation bevæger sig fra et trafikområde til et andet ?

MTX noter MS som
besøgende Visitor
MS tager information og
søger AC findes den MS søger TC og
melder sig til MTX

12. Ved overførsel af data foretages en kodning, hvorfor gøres dette ?

for at øge sikkerhed i data
overførsel

□

Morgenkrydder nr. 3

13. Hvad vil der ske hvis en roaming opdatering mislykkes.

Rød lampe tænder

Kan der ringes til MSen ?

nej måske

Kan der ringes fra MSen ?

ja

14. Hvad er formålet med sikkerhedskoden K₁ K₂ K₃ ?

forhindrer at uvedkomne anvender abonnentens telefonnummer (ses kode)

15. Følgende data er opsamlet på nettet. Hvad betyder disse data ?

673 C 5800000000000 DK 450 58 trafikområde
kanal
kalde kanal markering 23 1A

673 C 585769454000

ophold mobilstation 5769454 2A

673 C 585769454764

trafik kanal anvistning på kald kanal 73
til 5769454 om at skifte til 164

673 C 5800000000000

kalde kanal markering 1A

673 C 58717A629000

ophold mobilstation 7170629

673 C 5800000000000

kalde kanal markering 1A

16. Hvad koster det for en dansk NMT abonnent at ringe til Danmark under et ophold i Sverige ?

på hverdag 18⁰⁰ - 8⁰⁰ +
lørdag søndag 2,39 skr
eller 3,45 skr

□

Morgenkrydder nr. 4

17. Hvorledes overføres et abonnentnummer fra MS til MTX når MS ønsker at foretage et opkald, og hvorledes sikres at de korrekte cifre overføres?

Ulige 3, 5, 7.
første cifre i ramme 14a
Cifre gentages 3x Ramme
Andet 4, 6.
2 gange lige cifre
der afsluttes med ramme 15

18. Det er muligt at overføre cifre under samtale, hvad kaldes dette, og hvorledes overføres disse cifre?

convertet Røstesind
ja MTI L7 og L8
som rammer og MTX
gennemfører (DTMF) DMPT
efter at have modtaget enkelttoner

19. Når MTXen sender data, kan dette ske til en mobilstation, eller til en basisstation, hvorledes angives at en signalramme er beregnet til en basisstation?

TA nu
informations kode i 1, 1/2
BS identifications kode (15)
efter prefix

20. I NMT900 er der mulighed for at opdele mobilstationerne i to hovedgrupper, gruppe A og gruppe B, hvad er fordelingen ved dette.

ingen fordeling på kanalerne
CC lige B og CC ulige A
sidste cifre i K1, K2, K3
Code

□

GSM det nye cellular radiosystem

Introduktion

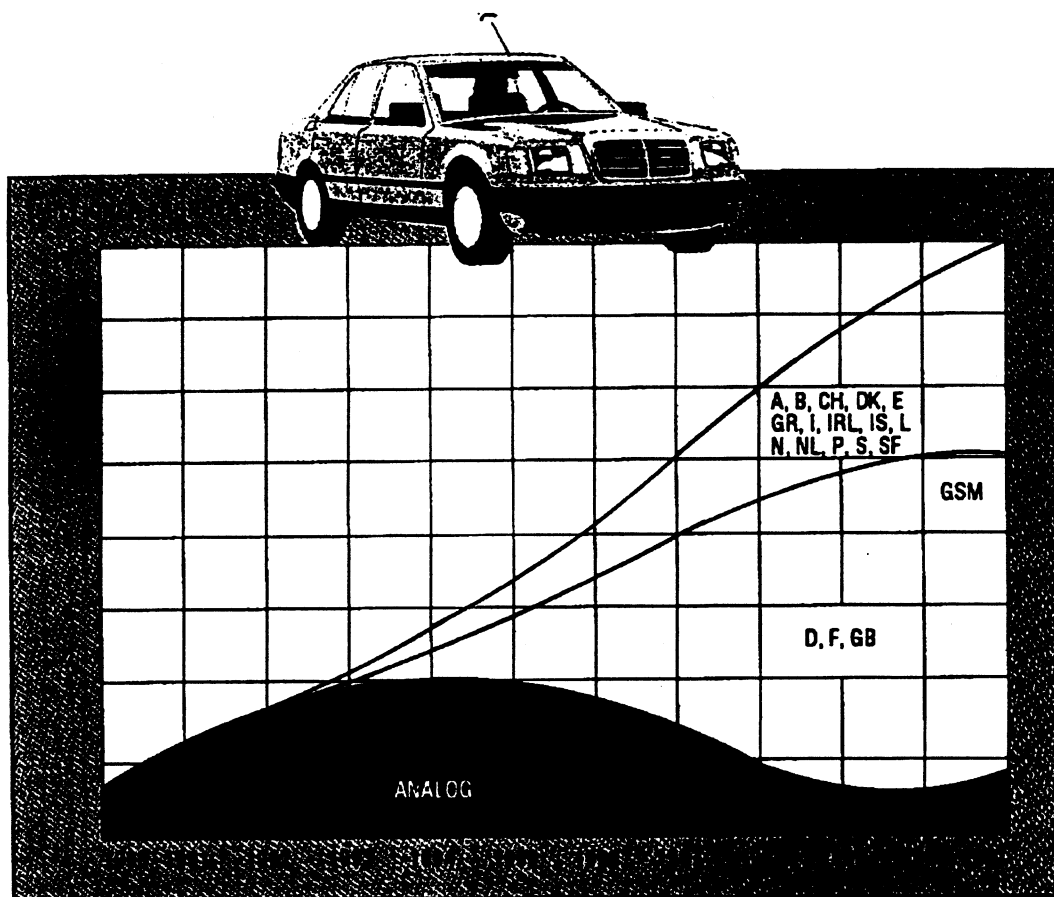
Vi har i de senere år set en eksplosiv vækst i behovet for mobil kommunikation, dette faktum berettiger naturligvis en udbygning af kommunikationsnetværket. Men hvorfor skal vi konfronteres med endnu et system, vi har da så mange i forvejen?

I øjeblikket findes der i stort set alle europæiske lande et eller flere cellulære systemer med en god dækning. Der er blot den ulempe at bortset fra de nordiske lande drejer det sig stort set udelukkende om nationale systemer der ikke er kompatible med andre landes systemer. Indenfor den moderne forretningsverden, er det et krav at man kan holde forbindelse med kunder og leverandører, uanset om man kører i bil eller rejser med fly.

Dette skulle være tilstrækkelig grund til at udvikle et fælles europæisk system, og derfor blev der for år tilbage nedsat en gruppe udviklingsfolk, hvis opgave var at fastlægge et sådant system. Gruppen fik navnet Groupe Speciale Mobile (GSM), gruppen omfatter 18 forskellige lande.

Faciliteter i GSM systemet

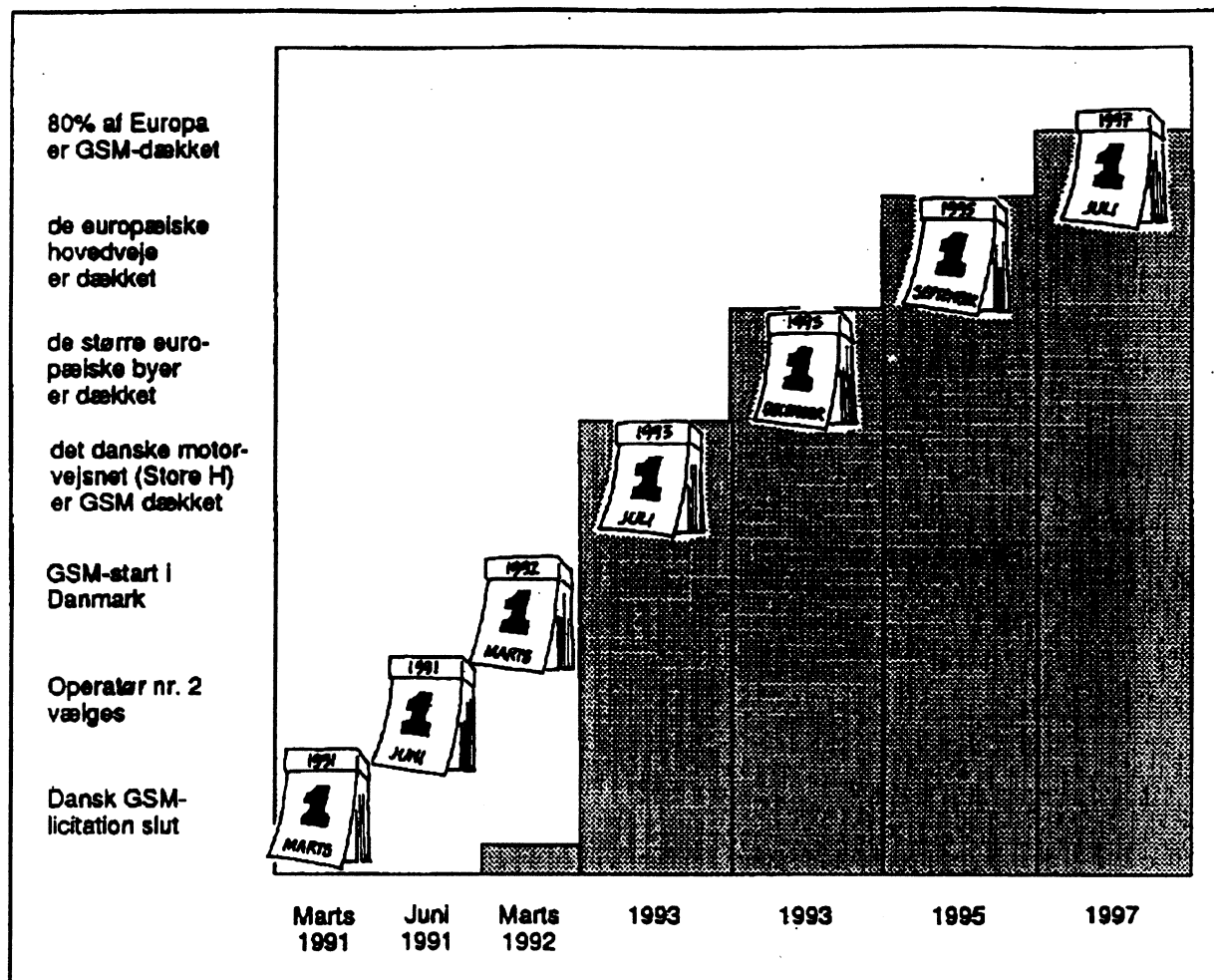
- Den primære funktion af GSM er at sikre en mobiltelefonservice af høj kvalitet.
- Det vil være muligt at overføre såvel tale som data.
- Dataoverførslen vil omfatte den såkaldte short message service, faximile og datakommunikation i næsten alle eksisterende standarder, med hastigheder op til 9600 bit/sek fuld duplex.
- Mobilstationerne vil blive fremstillet som fast installerede i køretøjer, bærbare og håndportable, som det fx kendes fra NMT stationerne.



1990

2001

Tidsplan for indførelse af GSM



Sikkerhed

For at mindske faren for misbrug af GSM stationerne, vil abonnentens identitet ligge som information på et "plastic kort", af samme type som fx DAN-kort. Det betyder at du kan indsætte dit kort i en "tilfældig" GSM station, som derefter er "din", GSM stationen checker nu om kortet er gyldigt, ved at kontakte ejeren af kortets HOME database.

Denne anvendelse af kort betyder dels en stor sikkerhed, men giver samtidig mulighed for at gemme kortnumre, der så kan tages med overalt.

En yderligere sikkerhedsfinesse er at det vil være muligt at foretage digital scrambling af såvel tale som data overførslen.

Andre faciliteter

Short message service

Dette er en særlig form for dataoverførsel, der tillader overførsel af op til 160 karakterer, der enten overføres omgående, hvis MS er på nettet, eller vil blive overført når MSen kommer på nettet.

Celle broadcast

Denne facilitet giver mulighed for at udsende en kort meddelelse til alle MSer i et bestemt område, fx trafikinformation eller vejmeldinger.

GSM systemet

I modsætning til de eksisterende cellulære systemer, hvor der benyttes analog overførsel af talen, og digital overførsel af signalerings data, er GSM systemet et fuldt digital system og der anvendes et særligt transmissionsprincip TDMA.

I traditionelle flerbrugersystemer, vil de enkelte brugere blive tildelt en separat radiokanal i den tid samtalen afvikles. Radiokanalerne er typisk adskilt med 10 - 25 kHz. Et sådant system kaldes FDMA (Frequency Division Multiple Acces).

Et FDMA systems faste part, består typisk af et antal basisstationer, hver udstyret med et antal sender/modtagere, et sæt for hver radiokanal. Dette gør at FDMA systemet er forholdsvis dyrt at opbygge og vedligeholde.

FDMA

Kanal 1
Kanal 2
Kanal 3
Kanal 4

TDMA system

I et mere økonomisk system vil flere brugere benytte den samme radiokanal. Dette er muligt hvis hver radiokanal bliver opdelt i et antal tidsintervaller, de såkaldte timeslots. Hver enkelt bruger tildeles et bestemt timeslot, og kobles ind hver gang dette timeslot forekommer. Derfor kaldes dette system for et Time Division Multiple Acces (TDMA).

TDMA

Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	Ch1	Ch2	Ch3	Ch2
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Derudover kan radiokanalen for hver TDMA ramme vælges vilkårligt. Dette kaldes frekvens hopping. En bruger kanal i GSM systemet er således defineret som en række af timeslots samt en rækkefølge af radiokanaler.

Dette kaldes for langsom frekvensskift, idet tiden mellem hvert frekvensskift er lang i forhold til bittiden i dataoverførslen.

GSM systemet er opbygget som en kombination af såvel FDMA som TDMA. Systemet er opbygget med 124 radiokanaler, hver opdelt i 8 brugere. Derfor bliver det totale antal kanaler 992. Det benyttede frekvensområde, er det samme som i NMT 900. De enkelte radiokanaler allokeret som vist i tabellen herunder.

Mobil til Basisstation

$f_{\text{uplink}} = 890,2 + 0,2 \cdot (n-1) \text{ MHz}$

Basisstation til Mobil

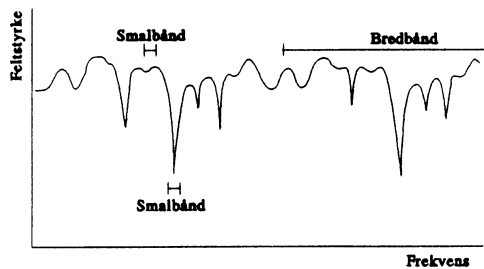
$f_{\text{downlink}} = f_{\text{uplink}} + \text{duplexafstand}$

Radiokanalnummeret er $n = 1, 2, 3, \dots, 124$

Duplexafstanden er 45 MHz

Forstyrrelser

En radioforbindelse bliver ofte udsat for forstyrrelser, som fx interferens og multipath fading, hvilket giver nedsat samtalekvalitet. Disse forstyrrelsesvirkning kan begrænses betydeligt ved at udnytte både FDMA og TDMA, idet dette tillader frekvensskift med meget korte mellemrum og derved finde en frekvens, der i det givne tidspunkt er udsat for mindst forstyrrelse.



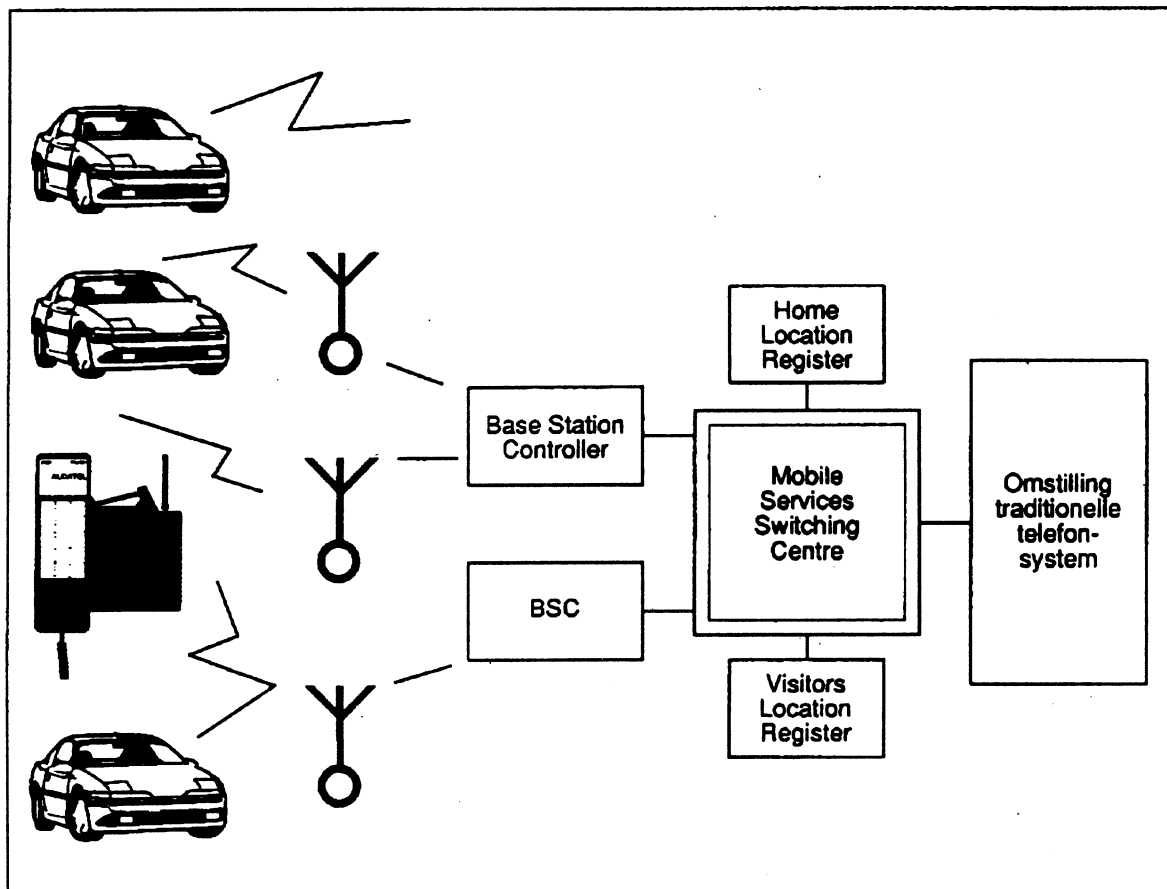
For at optimere udnyttelsen af radiokanalerne og minimere overlappning mellem de enkelte timeslots, arbejder systemet synkront. Signalforsinkelsen mellem basisstationen og mobilstationen afhænger af afstanden mellem disse. Systemet er dimensioneret til en maximal radius på 35 km, herved vil forsinkelsen frem og tilbage andrage 233 µsek.

Basisstationen styrer synkroniseringen således at data der udsendes fra mobilstationen, modtages synkront i basisstationen. Dette sker ved at mobilstationens udsendelse korrigeres tidsmæssigt ved en såkaldt timing advance parameter, som bliver beregnet i og udsendt fra basisstationen.

GSM systemet vil overfor brugeren fungere som et fuldt duplexsystem, men i virkeligheden sker sending og modtagning på hver sit timeslot, dette betyder at modtagningen varer i et ud af 8 timeslot, og det samme gælder for senderen, herved bliver der tid til at mobilstationen i de mellemliggende timeslot kan lytte på kanaler fra nabobasisstationer, og herved afgøre om der vil være fordele ved at foretage en omkobling til en af disse basisstationer. I NMT systemet sker denne kontrol i MTXen, hvilket er en stor arbejdsmæssig belastning for denne. I GSM systemet er det således mobilstationen der selv finder en alternativ radiokanal, og anmoder derefter det såkaldte MSC (mobile switching center) om lov til at benytte denne kanal. Signaleringen i GSM systemet

I det følgende kapitel beskrives hvorledes datasignaleringen foregår i GSM systemet, samt nogle af de problemer der ligger til grund for denne.

I GSM systemet benyttes som tidligere nævnt digital overførsel af såvel tale som kontrolsignaleringen. Dette skyldes dels økonomiske aspekter, som



en sikkerhed mod uautoriseret aflytning af en samtale.

Dataoverførslen sker i såkaldte timeslots. i figuren er vist opbygningen af et sådant timeslot, som det ses består dette af 142 bit, fordelt på 57+1 databit, derefter 26 såkaldte træningssekvens der er et fastlagt bitmønster der er kendt af modtageren, til slut følger igen 57+1 databit. for at kunne dekode disse modtagne bit må disse lagres i modtageren, og behandles efter en bestemt algoritme.

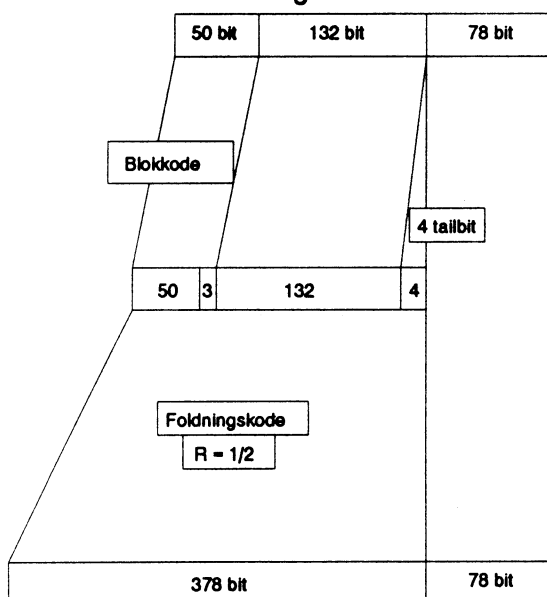
På trods af de tidligere nævnte tiltag for at forbedre dataoverførslen, er kvaliteten på nuværende tidspunkt ikke tilfredsstillende, der regnes med en transmissionsmodel for et typisk byområde, hvor der ved en hastighed på 50km/t forventes en bitfejlrate på 0,08 og ved et typisk bjergområde, hvor der ved en hastighed på 100km/t forventes en bitfejlrate på 0,09.

Der må derfor foretages en ydeligere korrektion, til dette anvendes en kombination af en foldningskode som kendes fra NMT systemet, og en blokkode der bliver beskrevet senere.

I teorien omkring kodningen definerer man en koderate R som er forholdet mellem informationsbit og redundansbit. (redundansbit er bit der er genereret ud fra informationsbittene, og som senere kan benyttes til at erkende og korrigere fejlbehæftede bit).

En koderate på $1/2$ betyder at for hvert informationsbit vil der blive genereret et redundansbit. Ved at anvende en koderate på $1/3$ vil der ved førnævnte transmissionsmodeller kunne opnås en forbedring fra 0,08 til 0,0001 dvs. en forbedring på 800 gange.

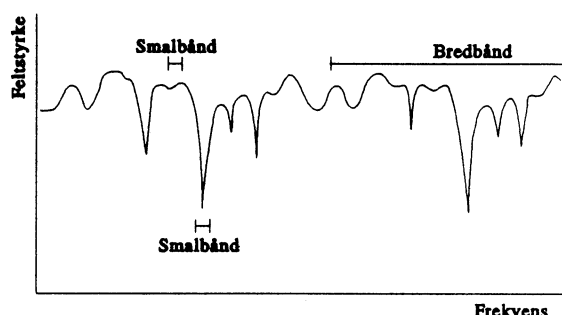
Kanalkodning for samtalekanalen



I figuren herunder ses et blokdiagram for en mobilstation, heraf ses hvorledes digitaliseringen forløber. Mikrofonsignalet digitaliseres til 104 kbit/s. En talekoder reducerer dette til 13 kbit/s. Ud af disse 13 kbit/s plukkes blokke på 20 msec ud, hver blok består af 260 bit, som i kanalkoderen tilføjes redundansbit og kommer således op på 456 bit. Disse 456 bit tilføres en såkaldt interleaver hvis funktion beskrives i det følgende.

Interleaver

Hvis man betragter billedet herunder, ses at hvis det benyttede timeslot T1 befinder sig som vist, vil det betyde en god modtagelse og dermed fejlfrie data. Benyttes derimod timeslot T2, ses at der vil ske udfasning af en væsentlig del af signalet, med deraf følgende fejlbehæftede bit. Hvis den ønskede datablok blev overført samlet, ville der være stor sandsynlighed for at der ville ske ødelæggelse af en så væsentlig del af datablokken, at denne ville være ubrugelig.



I stedet overføres datablokken såkaldt interleavet. Hvorledes sker ses af figuren herunder. Da datablokken omskrives i en matrix, som består af 57 linier hver opdelt i 8 kolonner. I hvert timeslot overføres en kolonne dvs. 57 bit af den samlede datablok, men vel at mærke ikke bit der oprindeligt fulgte efter hinanden. Grunden til dette er at den benyttede foldningskode er istand til at regenerere enkelte manglende bit, men når det drejer sig om såkaldte bygfejl, hvor et større antal bit udelukkes, er denne metode utilstrækkelig. Men ved at overføre de enkelte bit på forskellige tidspunkter, spredes en eventuel fejl.

		Indgående bitmønstre							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Udgående bitmønstre	1	1	2	3	4	5	6	7	8
		9	10	11	12	13	14	15	16
		.	.	.	20
					28				
					.				
	57	449					454	455	456

Modtageren

I modtageren sker præcis det samme, blot i omvendt rækkefølge. Ved hjælp af den tidligere nævnte træningssekvens der overføres i det tildelte timeslot, bliver de ialt 114 databit demoduleret, og sendt til deinterleaverblokken, herfra kommer nu en blok på 456 bit, svarende til 20 msek talesignal. De 456 bit tilføres kanaldekoderen, og korrigerer eventuelle fejlbehæftede bit (hvis dette er muligt). D/A konverteren omsætter de 260 bit til det analoge signal til højttaleren. Hvis det drejer sig om data-transmissionen, undlades blot D/A konverteren.

Synkronisering

Hvorledes finder en mobilstation det rigtige timeslot?

Hvordan ved mobilstationen at den forlader en celle?

Hvordan sikres at de fra forskellige mobilstationer udsendte timeslots ankommer på det rigtige tidspunkt i basisstationen?

For at besvare disse spørgsmål, må vi se nærmere på systemets opbygning. hver basisstation udsender en permanent bærebølge, denne moduleres periodisk synkroniseringsinformation. I hver tiende TDMA ramme bliver der i timeslot 0 udsendt et såkaldt frekvenskorrekturslot. Mobilstationen modtager løbende alle 8 timeslot, hvorved der ikke kun foretages synkronisering til de enkelte timeslots, men også frekvenskorrektur af modtagerens refe-

rencefrekvens, herved vil mobilstationen blive låst til basisstationen og kravene til frekvensstabiliteten i modtageren løses på en simpel måde. Dette svarer til NMT900, hvor et lignende princip anvendes.

Træningssekvens

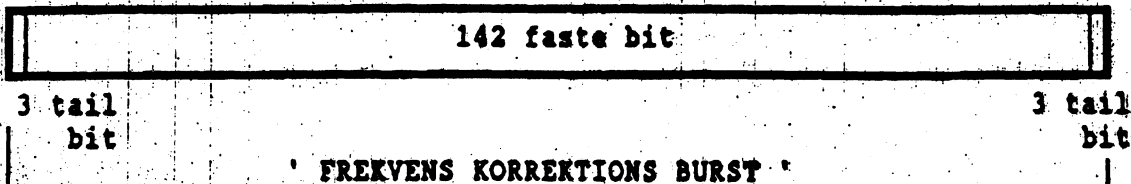
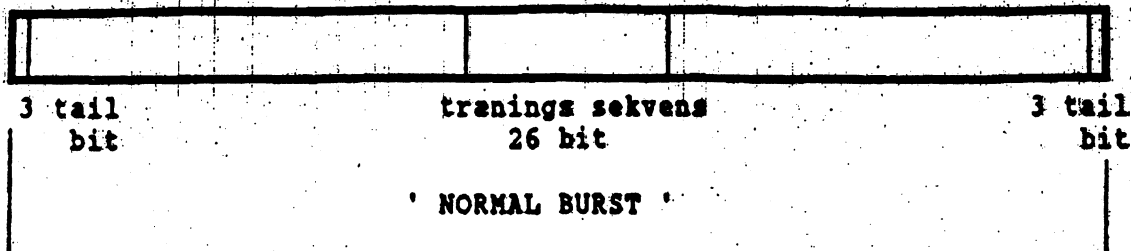
Når en mobilstation har fundet et synkroniseringstimeslot, vil der 8 timeslot senere følge yderligere et timeslot, der tillader en finere synkronisering. Dette timeslot indeholder en træningssekvens der er ca. fire gange så lang som et normalt timeslot. Derudover indeholder synkronisationstimeslottet systeminformation, som fx identifikation af basisstationen og TDMA rammenummeret, hvilket er nødvendigt bla. for interleaving.

ca 4 μ sek ca 250kHz

----- Timeslot 577 μ S ----->

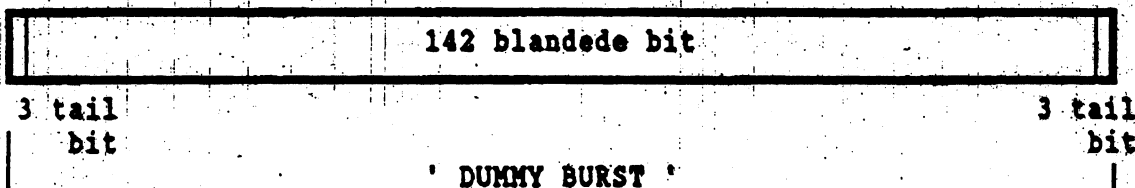
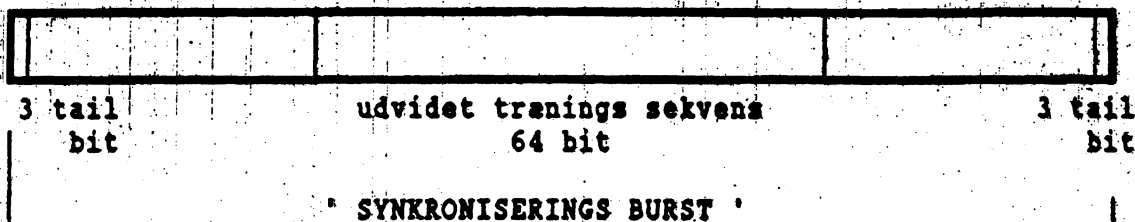
58 kodede informations bit

58 kodede informations bit



39 kodede info. bit

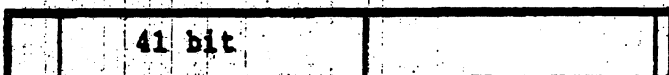
39 kodede info. bit



synkroniserings sekvens

3 tail bit

8.25 bittider < >



8 tail bit

36 kodede info. bit

56.25 bittider >
sikkerheds zone

' ACCESS BURST '

LF delen

Analogdelen

Analogdelen i senderretningen, består af mikrofonen, og en mikrofonforstærker, efterfulgt af en analog til digital konverter. A/D konverteren sampler LF signalet med en frekvens på 8 kHz, og omsætningen sker enten lineært til 13 bit eller logaritmisk til 8 bit (A-law). I modtagerretningen består LF delen af en D/A konverter, efterfulgt af en LF udgangsforstærker samt en højttaler.

Talekoder / dekode

Talekoderen komprimerer det digitaliserede analogsignal til en lavere bitrate. Signalet fra digitaliseringen har en bitrate på 108 kB/S (13 bit lin.) eller 64 kbit/s (8 bit log.), dette bliver reduceret til 13 kbit/s svarende til 260 bit/ms. Kodningen er optimeret for tale, og påvirker ikke forståeligheden mærkbart, hvorimod andre signaler ikke kan påregnes at blive overført korrekt.

Kodningen omfatter en analytisk algoritme, der baseret på en model af talen

Datakoder-dekode

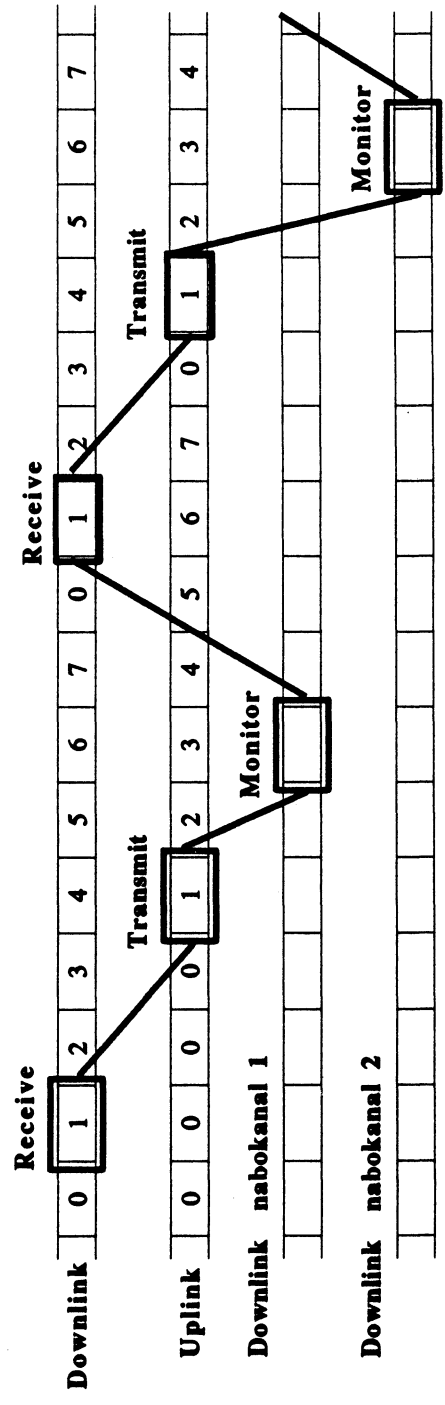
GSM systemet tillader dataoverførsel med transmissionshastigheder op til 9,6 kbit/s. Dataoverførslen opdeles i to modes, en transparent og en ikke transparent mode. I den ikke transparente mode sikres en fejlfri overførsel af data, idet der vil kunne ske en retransmission af fejlbehæftede data.

Datakodningen/dekodningen er en datarate tilpasning mellem det eksterne udstyr, og radioforbindelsen. I den ikke transparente mode, vil der yderligere være behov for en databuffer til brug ved en eventuel retransmission.

Kanalkoder/dekode

Sikringen af de overførte data, sker ved hjælp af fejlkorrigerende koder. Kodningen sker i to trin, dels ved en såkaldt indre kode, der sørger for fejldetektering og fejlkorrektion, og en ydre kode, der søger at korrigere.

Time slot udnyttelsen og måling af nabo stationers feltstyrke



se fig. 3. Figuren viser en terminal, der både kan anvendes til tale og data overførsel.

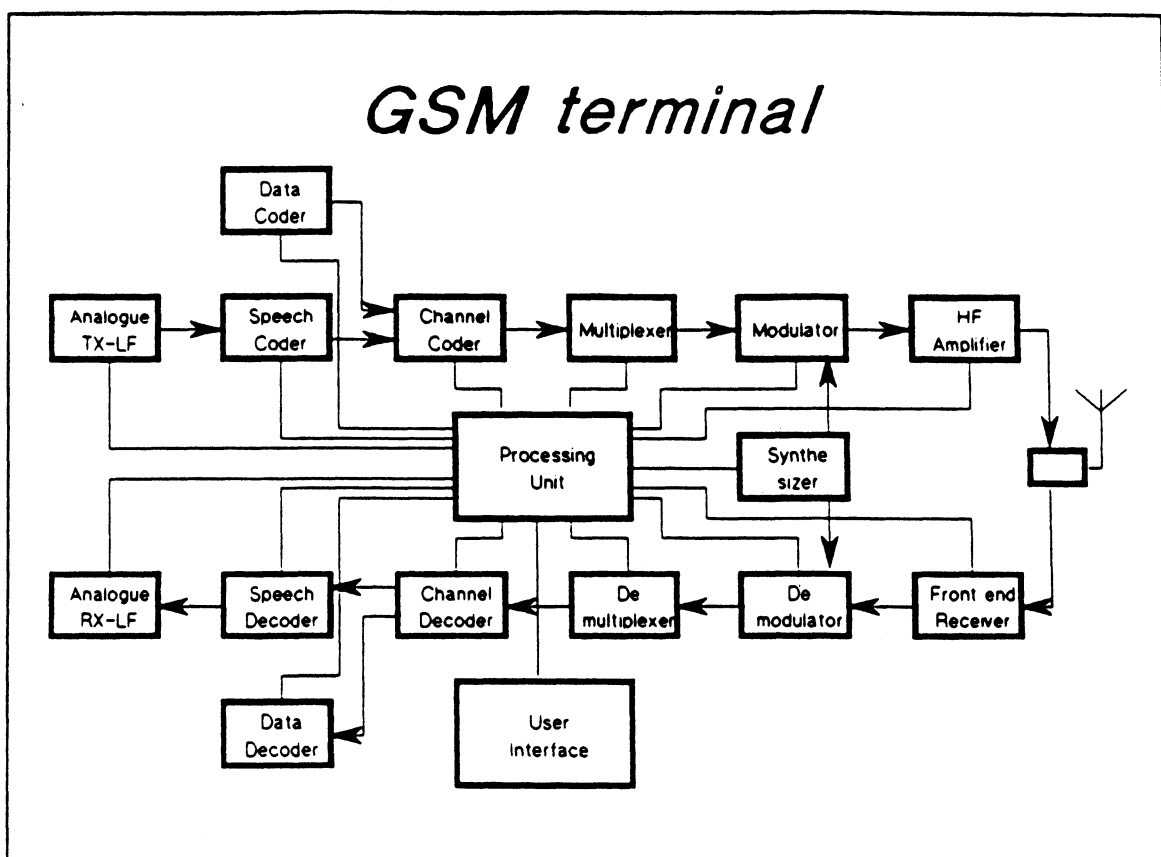


Figure 3