



9/6 1961

## ORIENTERING I TELETJÄNSTEN

Delgivning: Personal i sambands- och stridsledningstjänst. I övrigt enl resp chefs best.

### Frekvensplaneringsarbete på VHF-bandet.

#### I. Behov av nya kommunikationskanaler.

Under de senare åren har en kraftig expansion av flygradiotrafik ägt rum på VHF-bandet. Denna ökning pågår fortfarande, speciellt inom den civila luftfarten, där tillkomsten av jetflyg, radarövervakning, ökat antal luftleder m m kräver ett stort antal kommunikationskanaler.

FV kommunikationskanaler är fördelade inom frekvensbandet 103,5 - 142 MHz med en kanalseparation av f n 180 kHz. Ett relativt stort antal av FV kanaler ligger - eller har legat - inom det för civil luftfart avdelade frekvensbandet 108 - 132 MHz. Huvuddelen av dessa kanaler måste emellertid efterhand utrymmas p g a den civila trafikens ökning. Med nuvarande kanalseparation finns inga möjligheter att finna ersättning för dessa kanaler inom de övriga delar av VHF-bandet, som FV disponerar. Möjligheterna att utöka tillgängligt frekvensband är också begränsade - bl a p g a radiomaterielens utformning.

Genom att minska kanalseparationen från 180 kHz till 100 kHz kan man emellertid inom de militära banden erhålla ungefär samma antal kommunikationskanaler som nu totalt disponeras. - Ett beslut om övergång till 100 kHz kanalseparation föreligger och kommer som tidigare, bl a i OTEL H 48, meddelats att genomföras redan innevarande år.

Inom den civila luftfarten tillämpas 100 kHz-separation (en minskning till 50 kHz planeras). Genom att FV kommer "i fas" med den civila kanaldelningen har öppnats möjlighet att lägga ett antal militära kanaler inom det civila bandet. Därigenom kan FV totala behov bli någorlunda tillgodosett.

## II. Störningar vid VHF-trafik.

### A. Störningstyper.

Genom att på lämpligt sätt fördela kanalerna inom ett tillgängligt frekvensband vill man skapa trafikförhållanden, som i möjligaste mån är fria från störningar. Önskemålet är att varje kanal (frekvens) endast har en funktion och att samtliga kanaler (frekvenser) är ömsesidigt störningsfria. Det är därför motiverat att något granska de vanligast förekommande störningstyperna och hur de kan undvikas.

1. Störning från i frekvens nära liggande sändare undvikas genom tillräckligt stor kanalseparation. Efter viss ombyggnad blir samtliga mottagare (undantag: Fmr 5/Fr 7 som ej kommer att modifieras) tillräckligt selektiva för 100 kHz separation mellan kanalerna.

2. Inducerade störspänningar orsakade av elektroniska apparater, kraftledning etc kan reduceras med lämpliga störningsskydd.

3. Korsmodulation uppstår genom blandning av två signaler i mottångskretsen på en mottagare med olinjär förstärkning men kan ej avhjälpas genom en tillräckligt stor frekvensseparation mellan de frekvenser, som användes inom samma stationsplats (förband). För FV radiomateriel är en minsta separation av fem kanalavstånd (500 kHz) inom ett och samma förband i regel tillfyllest. Vissa störningar på Fmr 5/Fr 7-materiel får man dock undvika med.

4. Punktstörningar eller spuriösa störningar kan bero antingen på att mottagaren är känslig för vissa frekvenser vid sidan om den avsedda mottagningsfrekvensen eller att en sändare ger en oönskvärd utstrålning på sidofrekvenser (t e på vissa över-

toner av kristallfrekvensen). Punktstörningarna beror således på materielens speciella utformning. Då det inom FV förekommer en mängd olika apparattyper med varierande uppställningsförhållanden, kan man icke undvika alla sådana störningar. - En typ av spuriös störning är den som uppkommer, då en sändares frekvens överensstämmer med mottagarens spegelfrekvens.

5. Intermodulationsstörningar uppstår genom blandning av energi från två eller flera signaler. Störningarna, som kan uppkomma i både mottagare och sändare, kan beräknas genom enkla matematiska samband. På grund av det extremt stora antal kombinationer, som erhålles redan vid ett litet antal kanaler, är de dock svåra att undvika. - Jfr bilaga 1.

De allvarligaste av dessa s k intermodulationsprodukter (IM-produkter) måste man taga hänsyn till vid frekvensplanering. Gjorda försök har visat, att man med t e RK-01 erhåller avsevärda störningar, om avståndet mellan sändare och mottagare understiger 500 m och frekvensskillnaden mellan de störande signalerna är mindre än 8 MHz.

Sammanfattningsvis kan alltså konstateras, att man genom en lämplig kanalfördelning kan undvika huvuddelen av de störningar, som orsakas av andra sändare på frekvensbandet. Grundförutsättningen är dock att tillräckligt antal kanaler (frekvenser) kan disponeras.

Intermodulations-(IM-)produkternas fördelning på frekvensbandet.

Då flera frekvenser användes samtidigt inom en och samma stationsplats uppstår ett stort antal IM-produkter. Risk för inbördes störning av de olika frekvenserna kan därför uppstå. Genom ett systematiskt frekvensval kan man undvika de frekvenskombinationer som ger de allvarligaste IM-produkterna.

De IM-störningar man behöver räkna med är av typerna

$$(1) \quad 2A - B \quad [2B - A]$$

$$(2) \quad A + B - C \quad [A + C - B; B + C - A]$$

där A, B och C är kanaler med viss frekvens. (1) uppstår när två stationer sänder samtidigt och (2) då tre sänder samtidigt.

Ex: I en Kc finns två sändare med frekvenserna 110 och 115 MHz (A resp B). Om båda dessa sänder samtidigt erhålles en IM-störning på frekvensen  $2A - B$ , d v s  $2 \times 110 - 115 = 105$  MHz. - Man erhåller också en störning på frekvensen  $2B - A = 2 \times 115 - 110 = 120$  MHz.

IM-produkterna kan uttryckas i frekvens eller - om en viss bestämd kanalseparation tillämpas - i kanalnummer, vilket blir betydligt enklare. Av det anförda exemplet framgår, att IM-störningen faller på en frekvens, som är lika med en av de använda frekvenserna plus eller minus ett av intervallen ( $\Delta F$ ) mellan de frekvenser, som alstrar störningarna. För att undvika IM-produkterna måste man således se till att ett och samma frekvensintervall ( $\Delta F$ ) inte upprepas mellan kanaler, som användes inom en viss stationsplats.

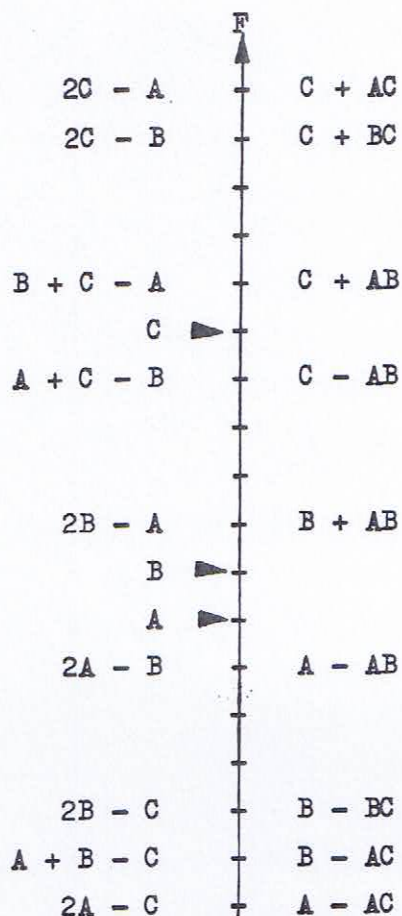
Totala antalet (T) av alla IM-störningar av de båda ovan nämnda typerna som orsakas av n st sändningsfrekvenser blir:

$$T = \frac{n^2 (n - 1)}{2} ;$$

Således ger t e 10 st sändningsfrekvenser 450 st störningsprodukter grupperade i ett visst mönster kring de alstrande frekvenserna.

Hur IM-produkterna grupperar sig kring tre godtyckligt valda frekvenser A, B och C framgår av fig.

### Exempel på fördelning av IM-störningar



Hur intermodulationsstörningar (typ  $2A - B$  och  $A + B - C$ ) från de godtyckligt valda frekvenser  $A$ ,  $B$  och  $C$  fördelar sig utmed frekvensbandet framgår av vidstående figur. Till höger om skalan visas hur varje IM-produkt är lika med en ursprunglig frekvens plus eller minus ett intervall ( $\triangle F$ ) mellan de valda frekvenserna.

Av detta torde framgå att ett mindre antal störningsfria kommunikationskanaler för en viss stationsplats utan större besvär kan utväljas genom manuella beräkningsmetoder men redan vid ett måttligt antal kanaler infinner sig emellertid problemen. - Låt oss anta att fem st kanaler utvalts så att de går fria från IM-störningar och att en sjätte kanal skall ut-

väljas. De redan valda frekvenserna ger upphov till 50 st IM-störningar utmed bandet och dessa frekvenser måste således ha beräknats så att IM-störningarna undviks. Den sjätte kanalen och dess IM-produkter tillsammans med de tidigare valda frekvenserna får nu ej störa någon av dessa. Man använder sig därvid av "trial and error"-metoden med utvecklingar av alla möjliga IM-produkter. Det kan bli nödvändigt med många försök, innan en lämplig frekvens kan fastställas - för att te pröva fem möjligheter måste 200 manuella beräkningar göras.