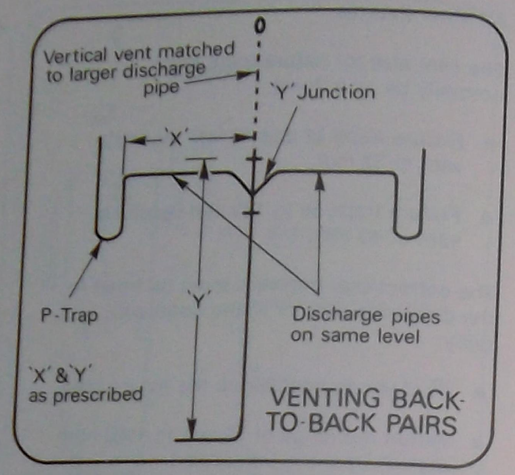
Back-to-back pairs

Such an arrangement for similar or different fixtures in pairs may be connected to a common vertical discharge pipe. In that case, ventilation can be by a single vertical vent pipe, provided the following conditions are satisfied:

- Both fixture discharge pipes must be at the same level.
- They must connect to a 'Y' junction with a 90° included angle.
- A P-trap must be used on each fixture.
- The vent pipe must extend vertically from the 'Y' junction.
- The vent pipe must be matched to the size of the larger of the two discharge pipes it serves.
- The prescribed distances between crown of trap and vent connection must be observed as for the connection of vents to discharge pipe systems discussed earlier.

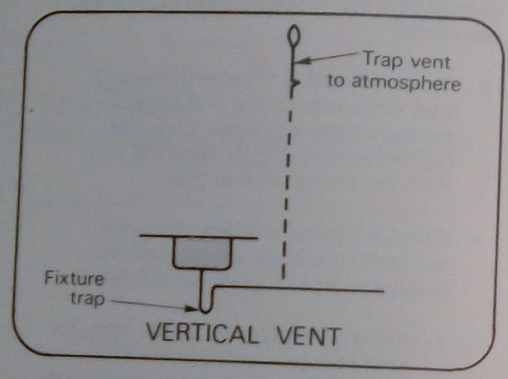


VENTING BACK-TO-BACK PAIRS

Basic alignment of vents

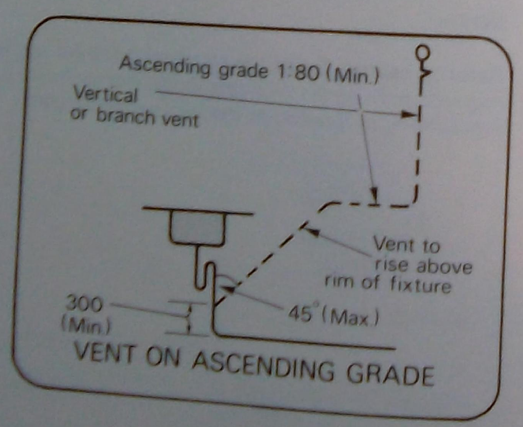
Each vent must be extended upwards, at an angle of not more than 45° to the vertical to a point above the rim of the fixture and discharge to the atmosphere in either one of the following ways, depending on space available and construction details of the building:

- A vertical vent direct to atmosphere.



VERTICAL VENT

- On an ascending grade not less than 1:80, connected to a vertical or to a branch vent.

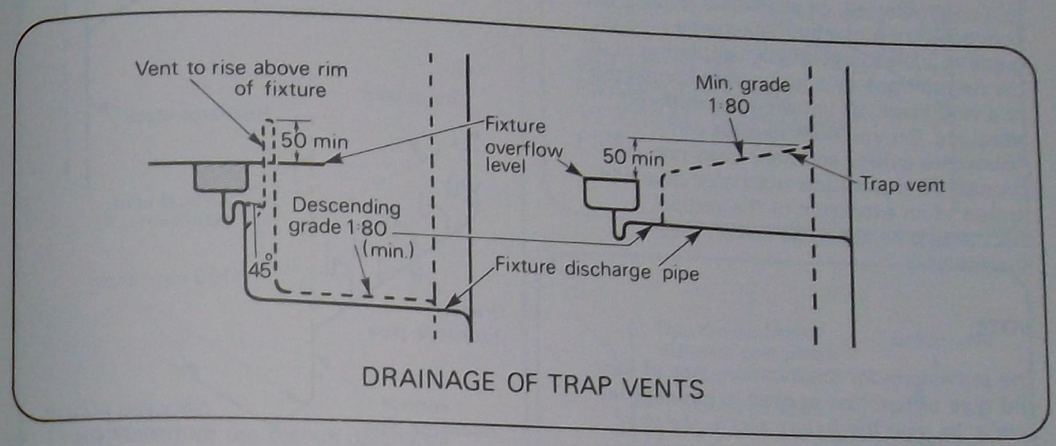


VENT ON ASCENDING GRADE

- With a downward loop (sometimes referred to as a loop vent) which can be vertical or on a descending grade of not less than 1:80 and connected at a lower level to a vertical or to a branch vent.

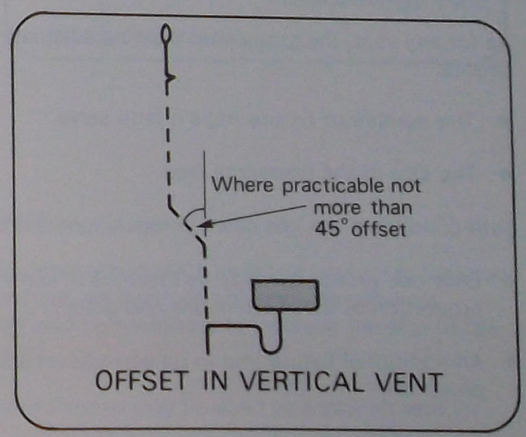
NOTE:

Where vents become filled or partially filled, the design must be so that they will be able to drain completely free from waste discharge.



DRAINAGE OF TRAP VENTS

- Where an offset is necessary in a vertical vent, such an offset must preferably not exceed 45° from the vertical.



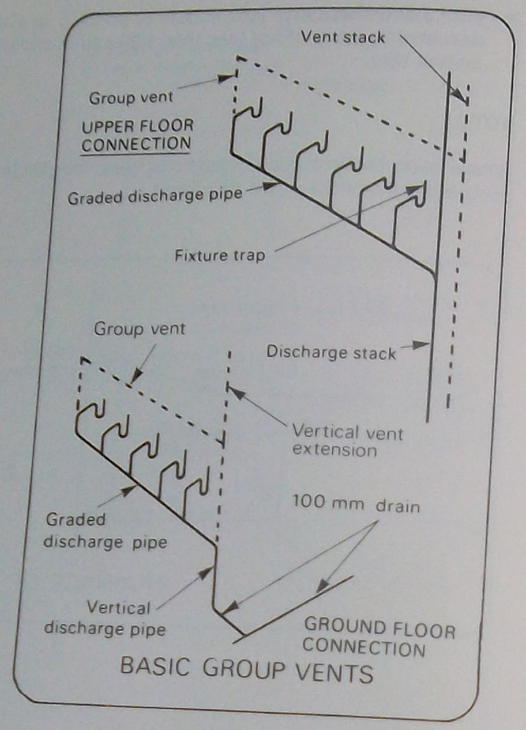
OFFSET IN VERTICAL VENT

4.1.2 The group vent

General

A group vent is used for ventilating the traps of a group of fixtures connected to a common discharge branch pipe.

When two or more fixtures, pairs of fixtures to a common trap, or floorwaste gullies, are connected to a common discharge pipe on grade to a discharge stack, ventilating of all the fixture traps by a group vent connected to a vent stack, as shown, is considered adequate. Ground floor fixtures or floorwaste gullies and their traps may be connected to a vertical discharge pipe and vented to an extension of the vertical discharge pipe acting as a vent. (See illustration.)



BASIC GROUP VENTS

NOTE:

The provisions for the location, size of vent and type of junction needed to connect the vent at or near the fixture and at the vent stack, apply equally to the group vents as they do for the trap vents.

Allocation of group vents

As for any vent, the group vent must be adequate for its purpose and matched in capacity on two counts:

- The number of fixture traps it is to serve.
- The size of the discharge pipe.

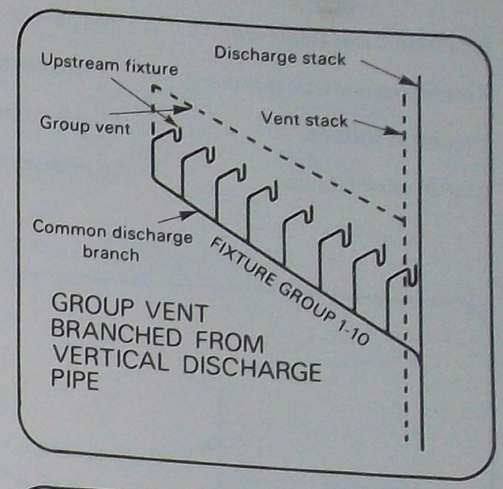
Both conditions are laid down in regulations and must be strictly observed:

- Only one group vent may be installed to serve up to 10 fixtures grouped together or a proportion of these ten in any one group.
- An additional fixture trap to be served over and above a group of 10, requires an additional group vent.
  - 1-10 fixtures = 1 group vent (1st group vent).
  - 11-20 fixtures = 2 group vents (2nd group vent).
  - 21-30 fixtures = 3 group vents (3rd group vent), etc.
- Additional group vents to the first must be spaced along the common discharge pipe so as to divide the fixtures in approximately equal groups.

Branching group vents

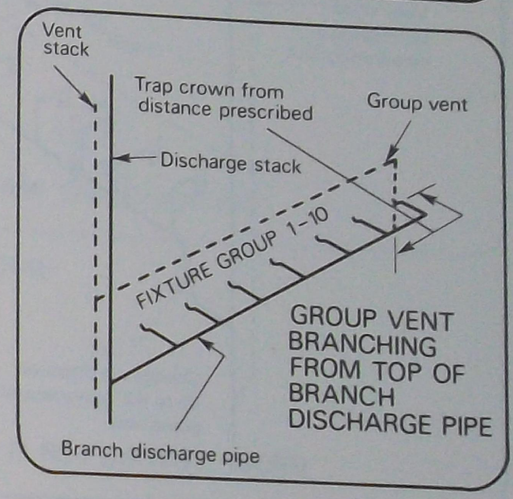
The first group vent can be branched to the common discharge pipe in two ways:

- From the vertical discharge pipe of the UPSTREAM fixture.



GROUP VENT BRANCHED FROM VERTICAL DISCHARGE PIPE

- From the top of the branch discharge pipe at a prescribed distance from the crown of the upstream trap, as applies for trap vents.



GROUP VENT BRANCHING FROM TOP OF BRANCH DISCHARGE PIPE

NOTE:

The first group vent is the one farthest from the stack.

Similar requirements apply for the second and additional group vents as far as branching location into the common discharge pipe is concerned. But here, we must also distinguish between branch vent and group vent (see illustration). It may also be necessary to increase the size of the branch vent to conform to the size of the group vent.

Also, the single vent pipe from a back-to-back pair of fixtures may be used as a branch vent, provided its size is correct for the purpose.

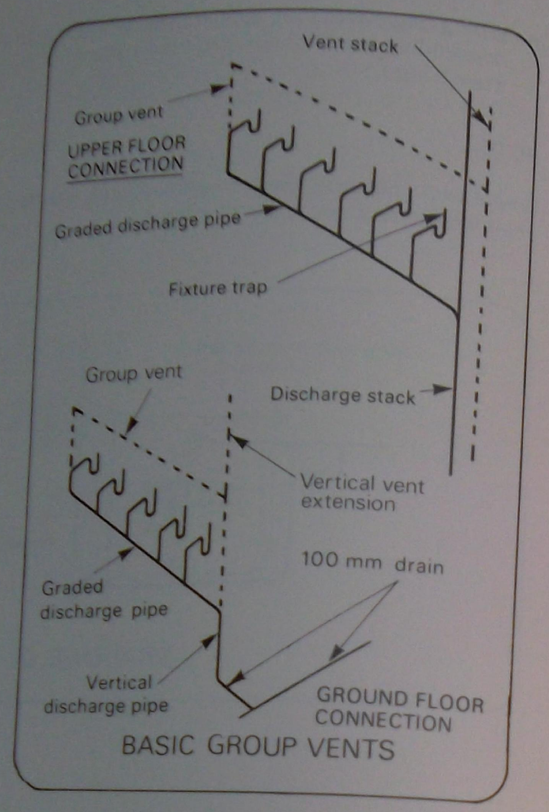
Group vents may be extended to atmosphere in the same way as individual trap vents, but if their length, measured along the pipes, exceeds 15 metres, their bore must be made one size larger than is shown in the Vent Size Table.

4.1.2 The group vent

General

A group vent is used for ventilating the traps of a group of fixtures connected to a common discharge branch pipe.

When two or more fixtures, pairs of fixtures to a common trap, or floorwaste gullies, are connected to a common discharge pipe on grade to a discharge stack, ventilating of all the fixture traps by a group vent connected to a vent stack, as shown, is considered adequate. Ground floor fixtures or floorwaste gullies and their traps may be connected to a vertical discharge pipe and vented to an extension of the vertical discharge pipe acting as a vent. (See illustration.)



BASIC GROUP VENTS

NOTE:

The provisions for the location, size of vent and type of junction needed to connect the vent at or near the fixture and at the vent stack, apply equally to the group vents as they do for the trap vents.

Allocation of group vents

As for any vent, the group vent must be adequate for its purpose and matched in capacity on two counts:

- The number of fixture traps it is to serve.
- The size of the discharge pipe.

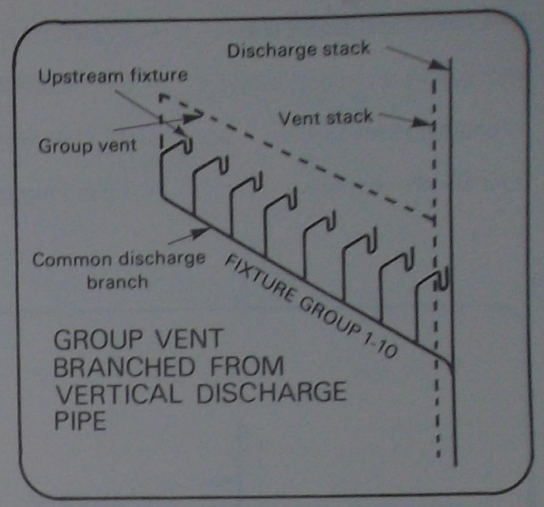
Both conditions are laid down in regulations and must be strictly observed:

- Only one group vent may be installed to serve up to 10 fixtures grouped together or a proportion of these ten in any one group.
- An additional fixture trap to be served over and above a group of 10, requires an additional group vent.
  - 1-10 fixtures = 1 group vent (1st group vent).
  - 11-20 fixtures = 2 group vents (2nd group vent).
  - 21-30 fixtures = 3 group vents (3rd group vent), etc.
- Additional group vents to the first must be spaced along the common discharge pipe so as to divide the fixtures in approximately equal groups.

Branching group vents

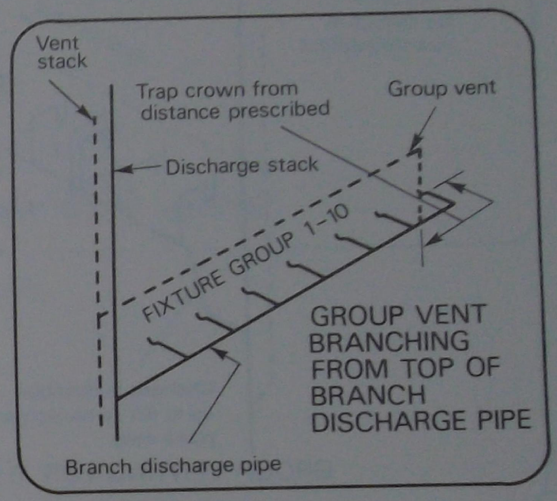
The first group vent can be branched to the common discharge pipe in two ways:

- From the vertical discharge pipe of the UPSTREAM fixture.



GROUP VENT BRANCHED FROM VERTICAL DISCHARGE PIPE

- From the top of the branch discharge pipe at a prescribed distance from the crown of the upstream trap, as applies for trap vents.



GROUP VENT BRANCHING FROM TOP OF BRANCH DISCHARGE PIPE

NOTE:

The first group vent is the one farthest from the stack.

Similar requirements apply for the second and additional group vents as far as branching location into the common discharge pipe is concerned. But here, we must also distinguish between branch vent and group vent (see illustration). It may also be necessary to increase the size of the branch vent to conform to the size of the group vent.

Also, the single vent pipe from a back-to-back pair of fixtures may be used as a branch vent, provided its size is correct for the purpose.

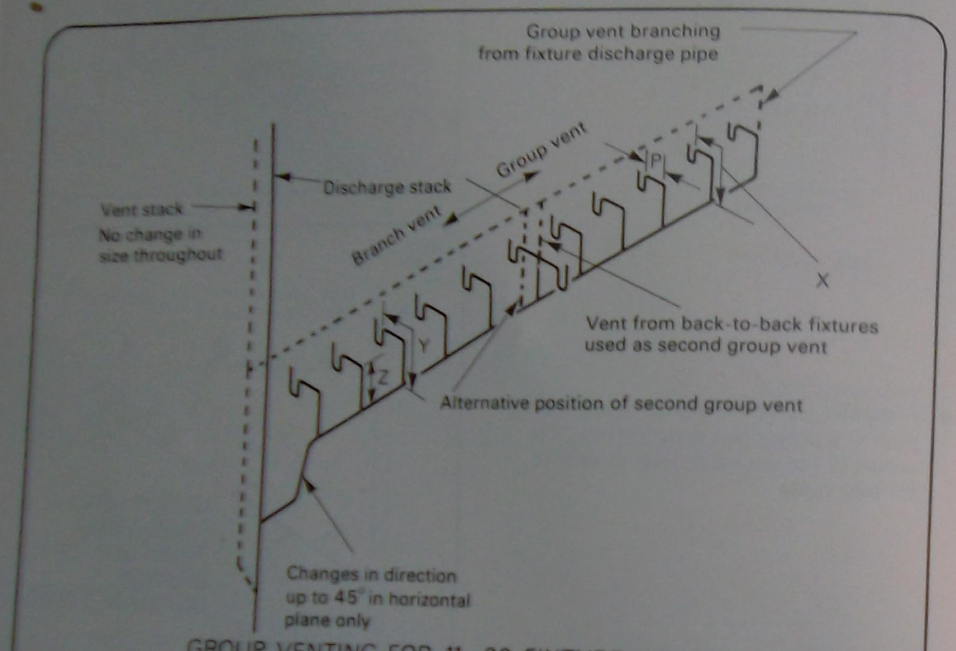
Group vents may be extended to atmosphere in the same way as individual trap vents, but if their length, measured along the pipes, exceeds 15 metres, their bore must be made one size larger than is shown in the Vent Size Table.

P for basins and bidets only — 300-600 mm.

X for basins and bidets only — 2 m (maximum).

Y for other fixtures — 2.5 m (maximum).

Z for all other fixtures — 1.5 m (maximum).

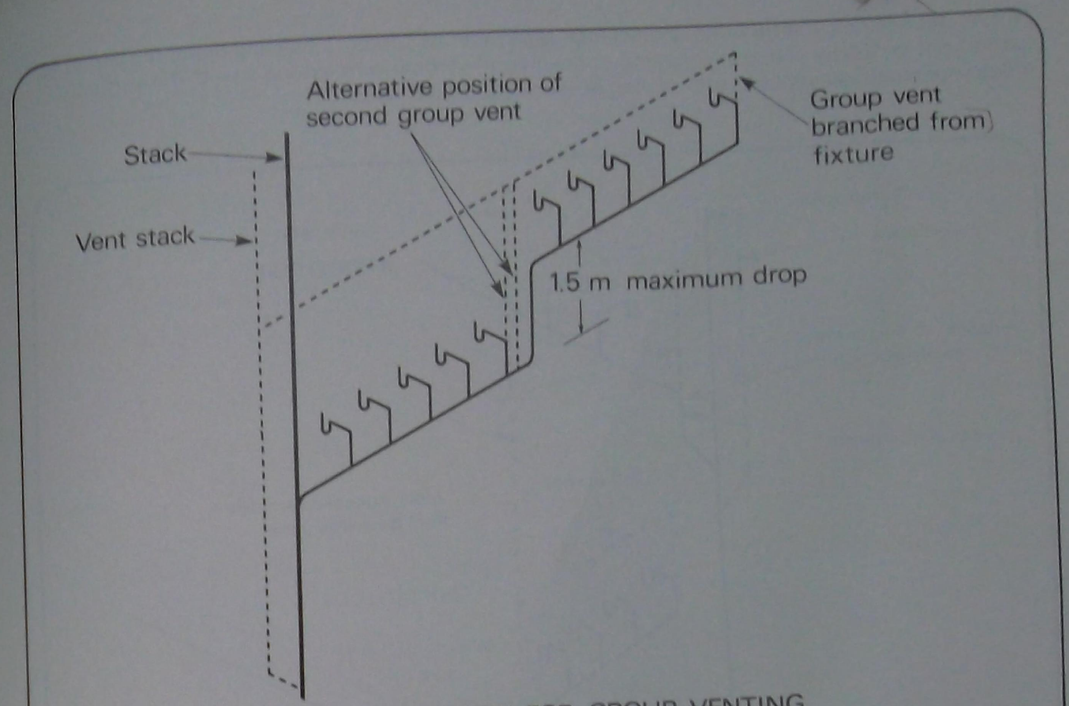


GROUP VENTING FOR 11-20 FIXTURE TRAPS

Alternative design is shown for group venting of 11-20 fixture traps where a vertical drop in the discharge pipe occurs.

A vertical dropper, not exceeding 1.5 m in height, may be installed in a group-vented branch provided that:

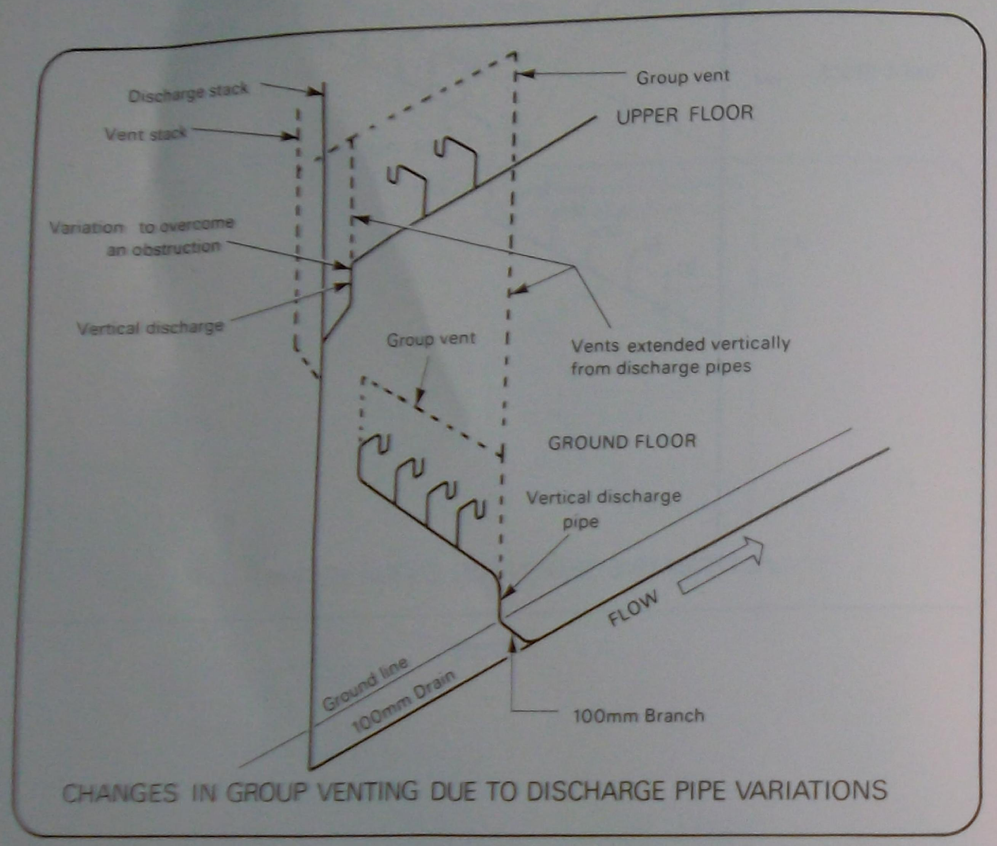
- A group vent is installed downstream of the lower bend forming the dropper and upstream of the first fixture discharge pipe junction with the branch below the dropper; or
- All fixtures connected downstream of the dropper are trap vented.



ALTERNATIVE DESIGN FOR GROUP VENTING

NOTES

Where, because of obstructions, a discharge pipe must be offset to by-pass them, the offset is carried out vertically and group venting connected to vertical vent extensions of the vertical discharge pipes, all vents in turn ending at the vertical vent stack.



CHANGES IN GROUP VENTING DUE TO DISCHARGE PIPE VARIATIONS

VENT SIZE TABLE

SINGLE GROUP VENTS	
Branch discharge pipe size (mm)	Single group vent size (mm)
40	32
50	40
65	40
80	50
100	50

Single group vents for 10 fixtures or a proportion of 10 fixtures must be of the sizes specified in the table, but if the common discharge pipe varies in size along its length:

- The size of the group must be related to the largest size of the discharge pipe.
- The size of the branch discharge pipe must not be smaller anywhere than that of the group vent.

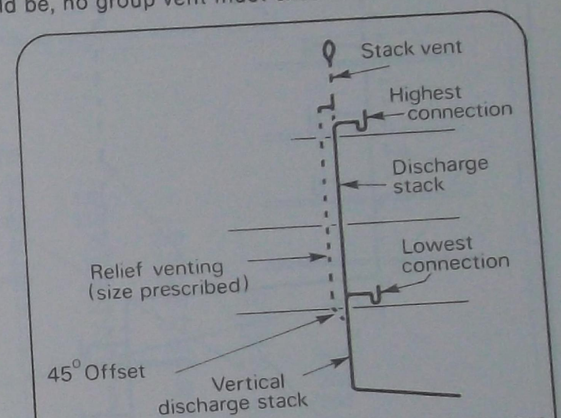
Where two or more group vents are to be provided, it is necessary to comply with the following:

- The first group vent size must be as detailed for the single group vent, but it must be in relation to the largest size bore of the discharge pipe upstream of the second group vent.
- The second group vent size must also comply to the requirements for single vents, but in turn it must be in relation to the largest size bore of the discharge pipe upstream of the third group vent.
- And so on for additional group vents.
- No matter how large the discharge pipe should be, no group vent must exceed 50 mm in size.

4.1.3 The relief vent

General

This is a vent stack branching from the discharge stack at a point below the lowest fixture connected to it. It provides the pressure relief in the vertical discharge stack when one or more floors separate the levels of the highest and lowest fixture connections to the stack in multiple floor constructions.

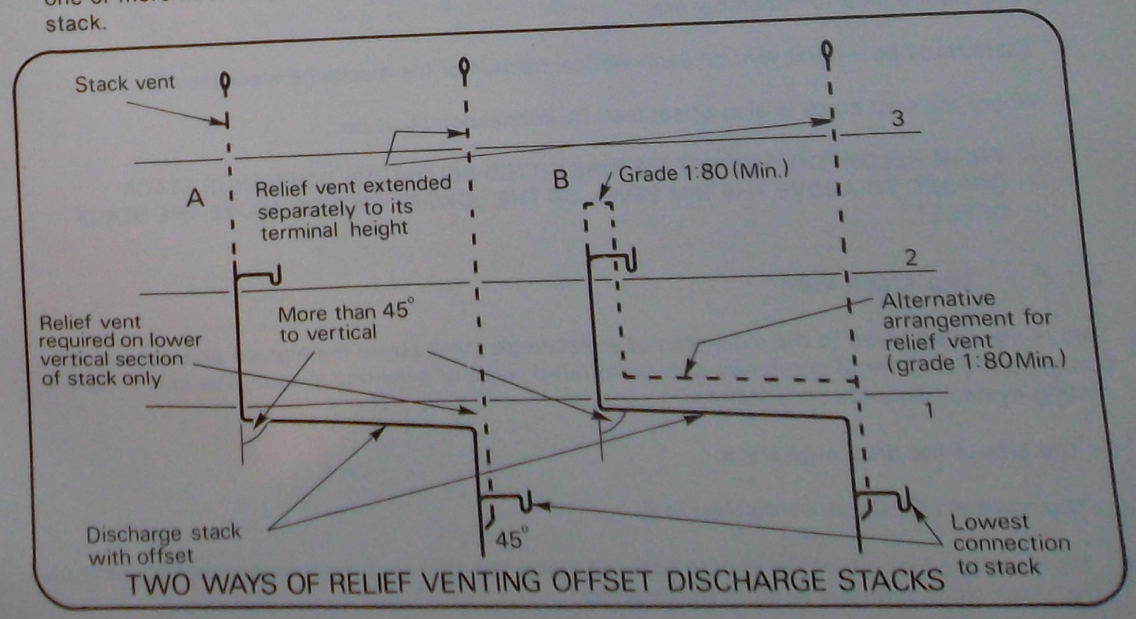


RELIEF VENTING OF VERTICAL STACK

Offset stacks

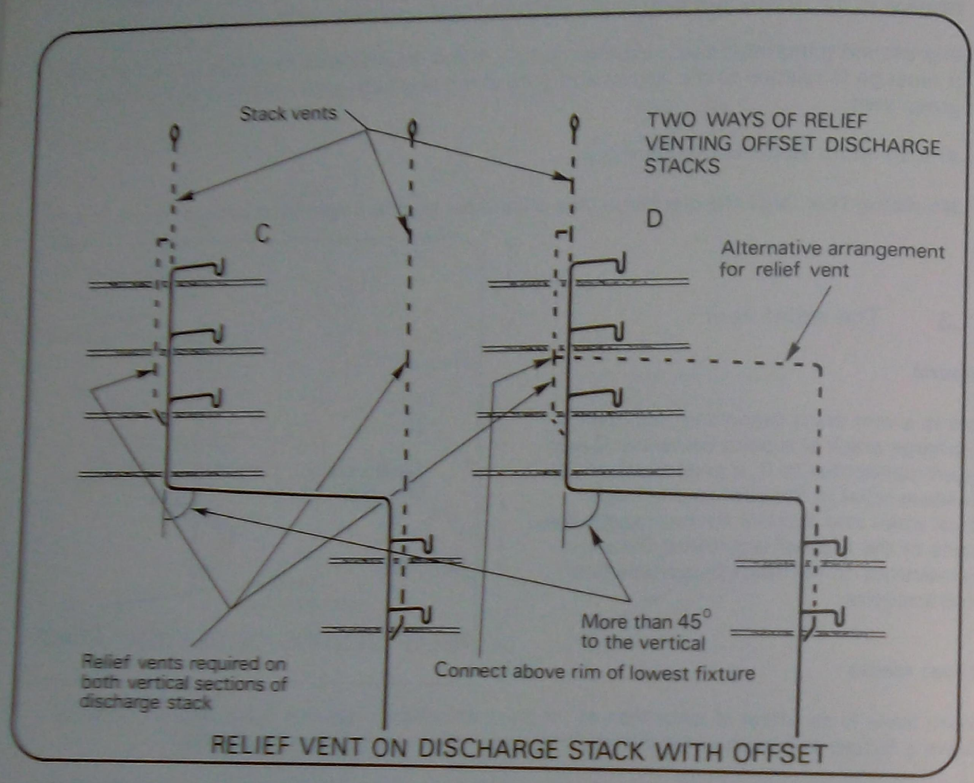
When there is an offset of more than 45° to the vertical in a discharge stack, and that offset is above a fixture or branch connection to the stack, relief venting must be provided:

- ABOVE the offset, if one or more floors separate the highest and lowest fixture connections to the stack section.
- BELOW the offset AS WELL, when a relief vent must be located above the offset, or when one or more floors separate the highest and lowest fixture connection discharges to the stack.



TWO WAYS OF RELIEF VENTING OFFSET DISCHARGE STACKS

Relief venting can be carried out in either one of the two ways shown: A or B. (Page 55.)



RELIEF VENT ON DISCHARGE STACK WITH OFFSET

C and D illustrate the set-up developed to cater for more than one connection to an offset stack.

The two main points to remember are:

- There must be a relief vent on each vertical section of the discharge stack (see C).
- Where the vent stack is also offset (see D), connection must be:
  - FROM BELOW THE LOWEST FIXTURE FITTED BELOW THE DISCHARGE STACK OFFSET, TO ABOVE THE RIM LEVEL OF THE LOWEST FIXTURE ABOVE THE STACK OFFSET.

4.1.4 The stack vent

This is the name given to the extension of a discharge stack above the highest discharge pipe connected to it. Often it combines with other relief vents of a venting system. The size of such a venting system depends on 3 factors:

- The size of the discharge stack.
- The number of fixtures connected to it.
- The developed length of the vent, measured along the pipe work from its connecting point on the stack to its terminal point in the open air.

All these factors have a bearing on the efficient performance of vents and, to avoid costly mistakes, the requirements for efficient and trouble-free operation have been carefully worked out and tabulated. The size of any vent stack or relief vent must be determined from this table (see below) and in relation to the three factors mentioned earlier. We notice in the table that the developed length of the vents has a great deal to do with what the size of the vent should be.

TABLE FOR SIZE OF STACK VENTS AND RELIEF VENTS

Size of discharge stack (millimetres)	Maximum fixture units connected	Required size of vent (millimetres)									
		32	40	50	65	80	100	125	150	175	200
		Developed length of vents (metres)									
32	2	9	..	..	..	..	..	..	..	..	..
40	16	6	15	..	..	..	..	..	..	..	..
50	20	8	15	46	..	..	..	..	..	..	..
50	36	6	10	30	..	..	..	..	..	..	..
65	20	..	12	40	110	..	..	..	..	..	..
65	56	..	7	24	80	..	..	..	..	..	..
80	20	..	8	27	70	170	..	..	..	..	..
80	80	..	..	12	20	110	..	..	..	..	..
100	150	..	..	9	25	70	280	..	..	..	..
100	300	..	..	8	22	60	216	..	..	..	..
100	500	..	..	6	19	50	197	..	..	..	..
125	300	..	..	..	9	22	95	280	..	..	..
125	750	..	..	..	7	19	72	230	..	..	..
125	1100	..	..	..	6	14	62	190	..	..	..
150	700	..	..	..	4	9	37	155	300	..	..
150	1300	..	..	..	..	7	30	130	250	..	..
150	2400	..	..	..	..	6	24	100	200	..	..
175	1000	..	..	..	..	..	23	70	190	..	..
175	2000	..	..	..	..	..	19	40	160	..	..
175	3700	..	..	..	..	..	14	35	130	..	..
200	1500	..	..	..	..	..	12	30	110	220	350
200	3500	..	..	..	..	..	8	23	60	134	220
200	5100	..	..	..	..	..	6	19	50	115	190
225	1700	..	..	..	..	..	..	16	62	150	245
225	4000	..	..	..	..	..	..	14	43	81	120
225	7000	..	..	..	..	..	..	6	31	53	75

It is therefore necessary to know for certain:

- What part or parts of any stack can be regarded as a vent.
- How the vent length is measured.

The rules to remember for this are:

1 A relief vent starts at its lowest connection to a discharge stack.

2 If a relief vent, already connected to the discharge stack at a lower level, is connected again to the discharge stack at a higher level, the stack vent above this higher junction is taken to be the continuation of the relief vent. This stack vent must be sized as if it were the relief vent.

3 Each discharge stack must be continued upwards as a stack vent into the open:

- Either from above the highest fixture discharging into the discharge stack.
- Or it must be interconnected with its own or with other relief vents.

4 For sizing the vent pipe when extended from a discharge stack into the open, the developed length of piping is measured from the BASE of the discharge stack to the vent top.

5 The size of the stack vent offset is determined as for 4 above if it is interconnected with its own relief vent. The developed length is measured from the BASE of the DISCHARGE STACK to the RELIEF VENT TOP.

6 When the relief vent and the stack vent are interconnected, the terminal vent must be of the same size as the larger of the two.

4.1.5 The header vent

This is a graded vent (pipe on a gradient) which connects the tops of two or more stack vents or relief vents to a single terminal vent.

As each vent header section picks up an additional relief vent or a stack vent, it is obvious that a larger cross-section is required to accommodate the extra air flow being fed in at each intersection until the terminal vent is reached which in turn must be able to handle the total flow of the whole venting system. The basic vent is taken as a 50 mm pipe and all vent pipe sizes are related to it. The table below makes it possible to establish quickly the various sizes of vent header sections required after each pick-up as the vent proceeds towards the terminal vent connection.

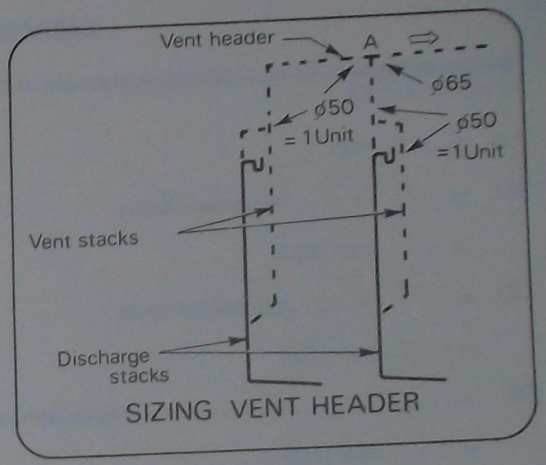
PIPE SIZES AND THEIR 50 mm EQUIVALENTS

Size of stack vent (mm)	Number of 50 mm pipe size equivalents
50	1
65	2
80	3
100	6
125	11
150	18
175	28
200	40
250	72
300	117

To use the table, proceed as follows:

Supposing two relief vents are to be joined by a header vent as shown and beyond point A. We note that both the relief vents are 50 mm (one unit or a 50 mm equivalent) and so is the first vent header branch. At point A, the two units combine. That means that beyond point A we should supply a pipe equivalent to 1 + 1 units = 2 units.

In the table, the equivalent of two 50 mm pipes is a 65 mm one. Therefore, the vent header size should be 65 mm past point A.



SIZING VENT HEADER

If the first vent was 100 mm and the second 80 mm we would have, according to the table: 6 + 3 = 9 units. Here, we must use the next one up, therefore a 125 mm size beyond point A.

The aim of such arrangements is to ensure that every vent header and the terminal vent to which it is joined are equal in bore area (at any point) to the sum of the bores of the relief vents or stack vents connected to it.

The change in size must be made on the graded vent, close to and downstream of the vent junction.

NOTES

EXERCISE NO. 1

Using the diagram below, determine the size of the vent header sections AB, BC, CD, DE and the terminal vent EF.

AB = ...mm

BC = ... + ...equivalent units

= .....mm (100)

CD = ... + ...equivalent units

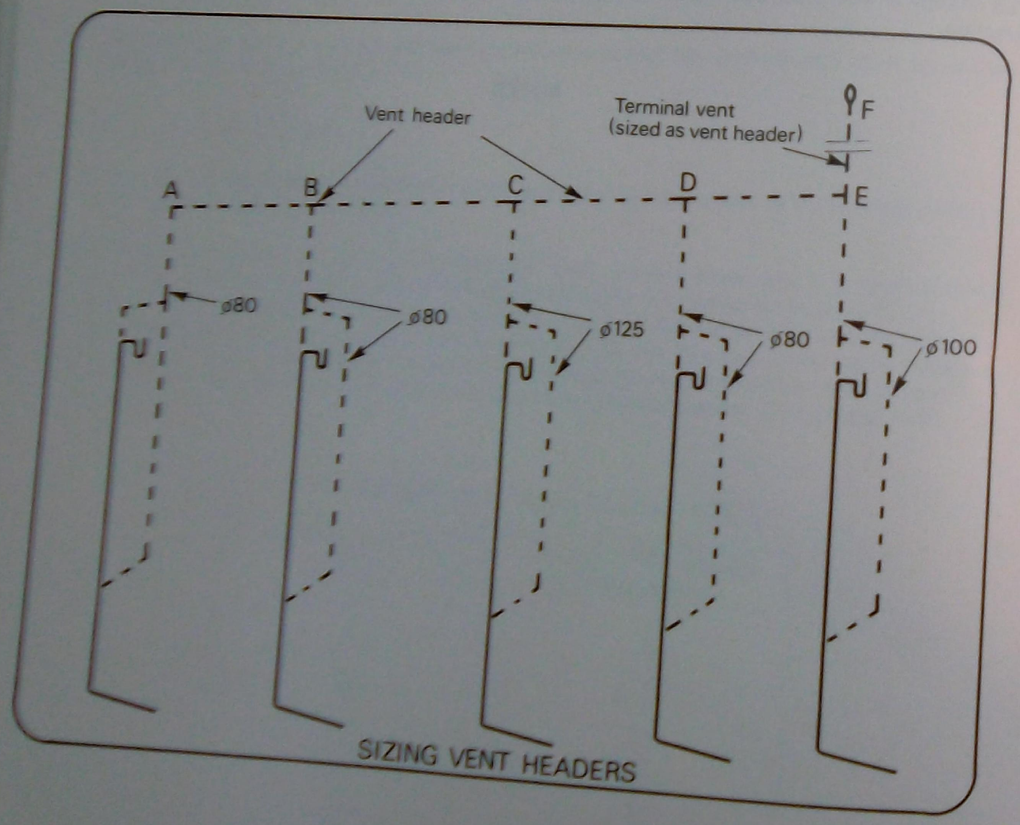
= .....mm (150)

DE = ... + ... + ... + ...equivalent units

= .....mm (175)

EF = ... + ... + ... + ... + ...equivalent units

= .....mm (175)



SIZING VENT HEADERS

EXERCISE NO. 2

Using the diagram below, determine the size of the vent header sections AB, BC, CD, DE and the terminal vent EF.

AB = ...mm

BC = ... + ...equivalent units

= .....mm (100)

CD = ... + ...equivalent units

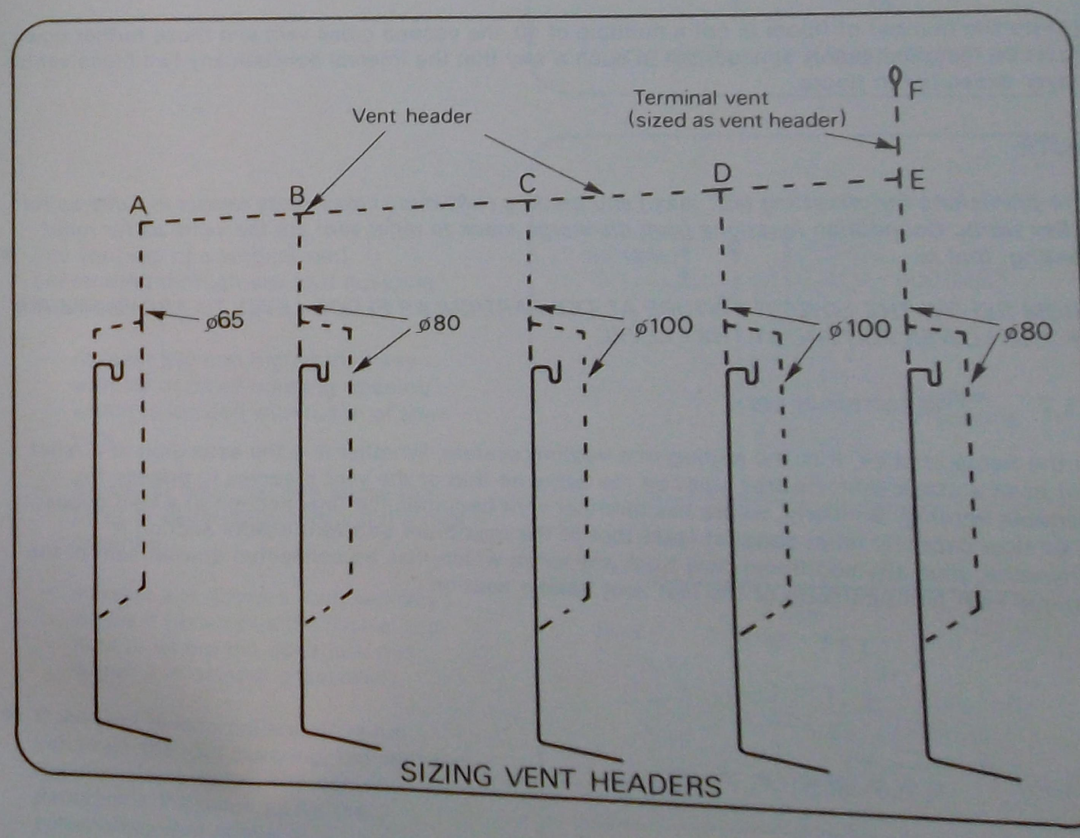
= .....mm (125)

DE = ... + ... + ... + ...equivalent units

= .....mm (150)

EF = ... + ... + ... + ... + ...equivalent units

= .....mm (175)



SIZING VENT HEADERS

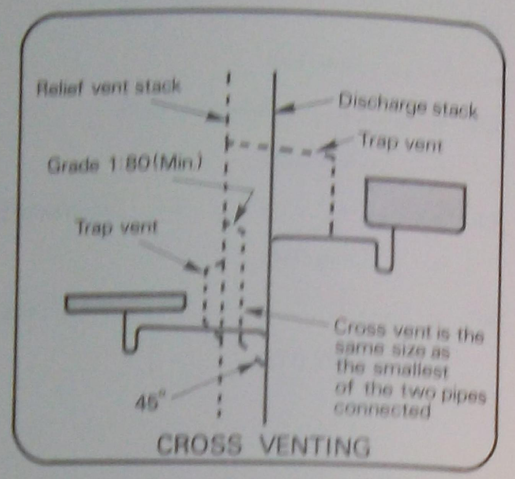
4.1.6 The cross vent

The cross vent interconnects the relief vent with the stack it serves.

Cross venting is required, in addition to relief venting in the usual way, in buildings having 20 or more storeys.

The cross vents must be spaced as follows:

- Starting at the top floor level and going downwards, they must be fitted at the 10th floor interval.
- Then at each 10th floor interval further below.



CROSS VENTING

Where the number of floors is not a multiple of 10, the second cross vent and those further down must be installed evenly spaced, but in such a way that the interval between any two cross vents never exceeds ten floors.

NOTE:

The provisions for offsetting (45° max.) and grading (1:80 min.) cross vents remain in force as for other vents. Connection locations from discharge stack to relief vent are the same as for relief venting, that is:

FROM BELOW THE LOWEST FIXTURE AT THE PARTICULAR FLOOR LEVEL TO ABOVE THE RIM OF THE LOWER FIXTURE AT THAT LEVEL.

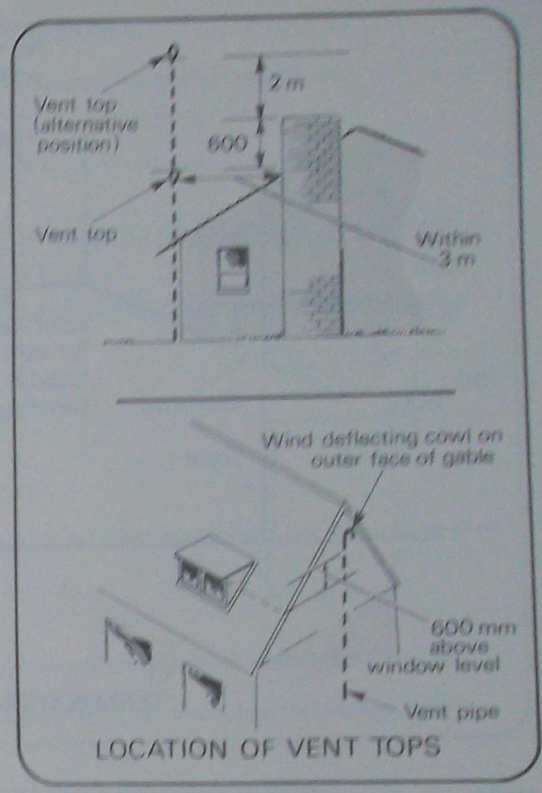
4.1.7 The terminal vent

As the name implies, it is the ending of a venting system. Whether it is the extension of a relief vent or of a stack vent, its size must be the same as that of the vent it serves to provide for adequate venting. Similarly, where the terminal vent becomes the final section of a vent header, its air flow capacity must equal at least that of the maximum size vent header section it terminates, plus any additional flow from any vents which may be connected downstream of the terminal vent and upstream of the last vent header section.

4.2 LOCATION OF VENT TOPS

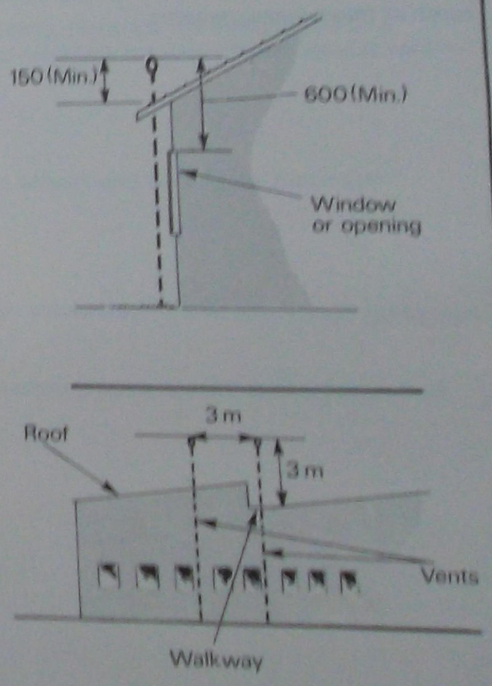
Except in unusual circumstances which may require special and official approval, vent tops must be located as specified below:

- Vent tops within a distance of 3 m from a chimney top (measured horizontally), or similar type of opening to a building, must be located at least 2 m above or 600 mm below the level of the opening.
- Vent tops must be at least 5 m away from any air duct intake.
- If a vent, permitted to be installed internally, is passed through a gable or a parapet wall and terminates horizontally or is turned downwards at an external wall face, a wind-deflecting cowl must be fitted and no part of the building must overhang the vent top.

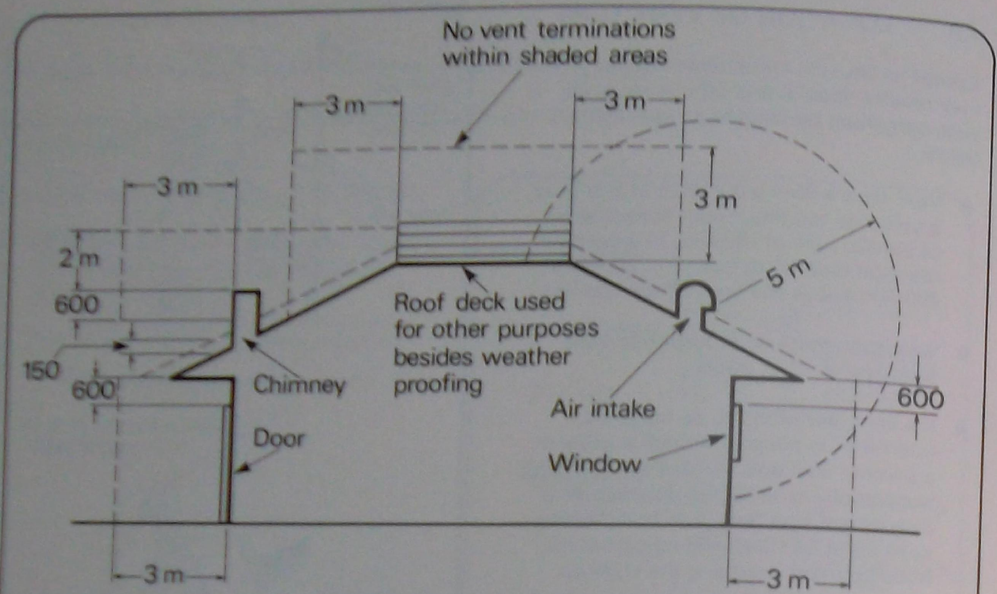


LOCATION OF VENT TOPS

- The vent top of a vertical vent penetrating through any roof covering must be:
  - At least 600 mm higher than any window or other building opening which is located within 3 m of the vent.
  - Extend at least 150 mm above the point of penetration through the roof covering.
  - At least 3 m above a roof walkway where it penetrates the roof at that spot or where the penetration is within 3 m of such a walkway.
- If the vent is external and does not penetrate the roof covering, the vent top location above eaves, copings or parapets is the same as for the penetrating vent above.



LOCATION OF VENT TOPS



TERMINATION OF VENTS

NOTE:

These measurements comply with the National Code. However, some States have variations on some of these measurements.

NOTES

REVISION QUESTIONS

1. List the types of vents that may be included in a sanitary plumbing installation.
2. a. What are the vent sizes fitted to fixture traps?
   b. Where should the trap vent be fitted?
   c. Does the type of fixture trap fitted have any influence on the location of the trap vent? If so, discuss in detail.
3. Supported by the necessary sketch, discuss the discharge and venting arrangements for a pair of fixtures fitted back to back.
4. a. What is the purpose of a group vent?
   b. How are group vents allocated to fixtures?
   c. How are they branched into discharge pipes?
   d. Can group vents be extended to atmosphere? If so, what restrictions are there as to their length and size?
5. a. Where would relief venting be necessary?
   b. In the case of an offset in a discharge stack, where should relief venting be provided?
   c. Sketch the two ways for providing relief venting in offset discharge stacks and their alternative arrangements.
6. a. What is a stack vent and what are the factors which determine its sizing?
   b. How is the size of a stack vent or a relief vent determined?
7. Discuss the purpose of a header vent and, with a sketch, illustrate the intersection of a header vent with 3 relief vents of different size, then calculate the size of each header vent section and that of the terminal vent.
8. Where are cross vents to be installed and when?
9. a. What is the minimum grade permissible on vent offsets and what is the maximum allowable offset angle?
   b. What is the maximum size for a group vent?
   c. If a group vent is 50 mm in size, how would it be connected to a 40 mm branch discharge pipe?
10. Sketch the location of the vent tops in relation to building openings, air duct intakes, roof coverings, roof walkways.

5 MORE JOINTS IN SANITARY PLUMBING

There are many more joints to be made in sanitary plumbing than have so far been discussed. Whatever type of joint is made, it must be watertight and gastight.

5.1 THE CLOSET PAN VENT CONNECTION

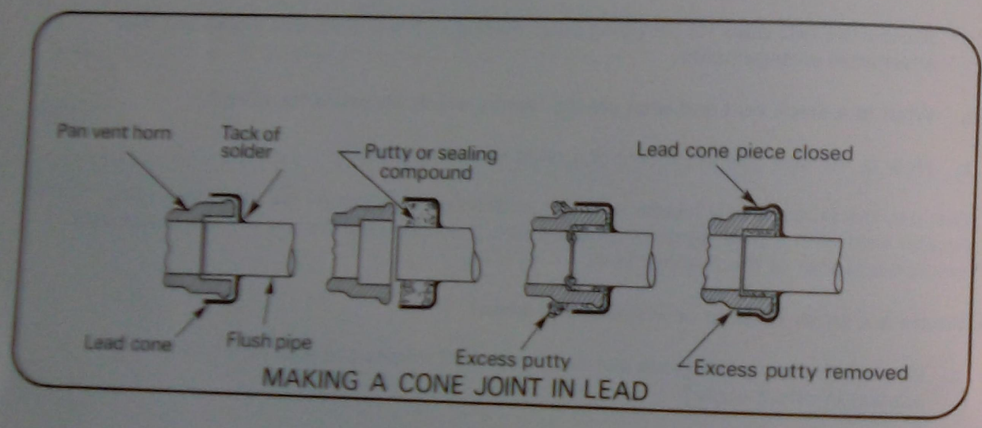
There are occasions where a closet pan is provided with a vent horn to which the vent pipe is to be connected.

The vent pipe can be connected in two ways:

- Using an approved type of rubber connector and installing the pipe in a similar fashion as done for the flush pipe.
- Using a lead cone (material thickness at least 1.8 mm) which is soldered to the vent pipe, packed with putty or sealing compound and fitted to the vent horn.

5.1.1 Making the cone joint

Assuming the vent pipe length and the offset have been determined and the connection fitting assembled at the other end of the pipe, the fitting of it to the vent horn can now proceed. The vent pipe is galvanised steel pipe.



MAKING A CONE JOINT IN LEAD

- Locate the lead cone to the free end of the pipe and carefully locate the assembly on the horn, pushing the cone fully home over the horn.
- Mark the location of the cone on the pipe and remove the assembly.
- Apply spirits of salts to the area of the pipe where the cone is to fit and when cleaned, tin that area with solder using either a blow lamp or L.P. gas torch or soldering iron.
  - Clean off any remaining traces of acid with a damp cloth, then wipe dry and clean.
- Clean the lead surface of the cone that will be in contact with the tinned area of the pipe to a bright metal by scraping or steel brushing.
- Fit the cone to the pipe, and using tallow or killed spirits as a flux, solder the cone to the pipe at the proper location.

- When the assembly has cooled off, fill the cone with putty or with an approved sealing compound, as shown.
- Insert the pipe into the horn and the cone over the horn until fully home.
- Connect the other end of the pipe to its appropriate connection permanently.
- Check the fit of pipe and cone at the vent horn and, if satisfactory, carefully dress the lead cone around the vent horn with a dresser until the horn is closed off. This forces the surplus sealing compound out of the cone.
- Remove the excess compound from around the joint, clean the area around the joint with a rag.

NOTE:
In most cases these days, a lead cone is no longer used and is replaced by a rubber cone which can be purchased separately or is supplied with the purchase of a new cistern and flush pipe.

5.2 SCREWED JOINTS

The screwed connections used in sanitary plumbing are in B.S.P. (British Standard Pipe Thread). For thread-cutting procedures, see: Basic Training Manual 1-9, 'Handtapping and Thread Cutting'.

The sealing of screwed metal joints is done with either:

- Hemp
- Pipe jointing compound
- PTFE (Polytetrafluorethylene) tape

In the case of UPVC threaded joints, only PTFE tape may be used as a sealant.

5.3 BASIC TYPES OF JOINTS (SEE ILLUSTRATIONS)

In sanitary plumbing, there are three quite distinct types of joints:

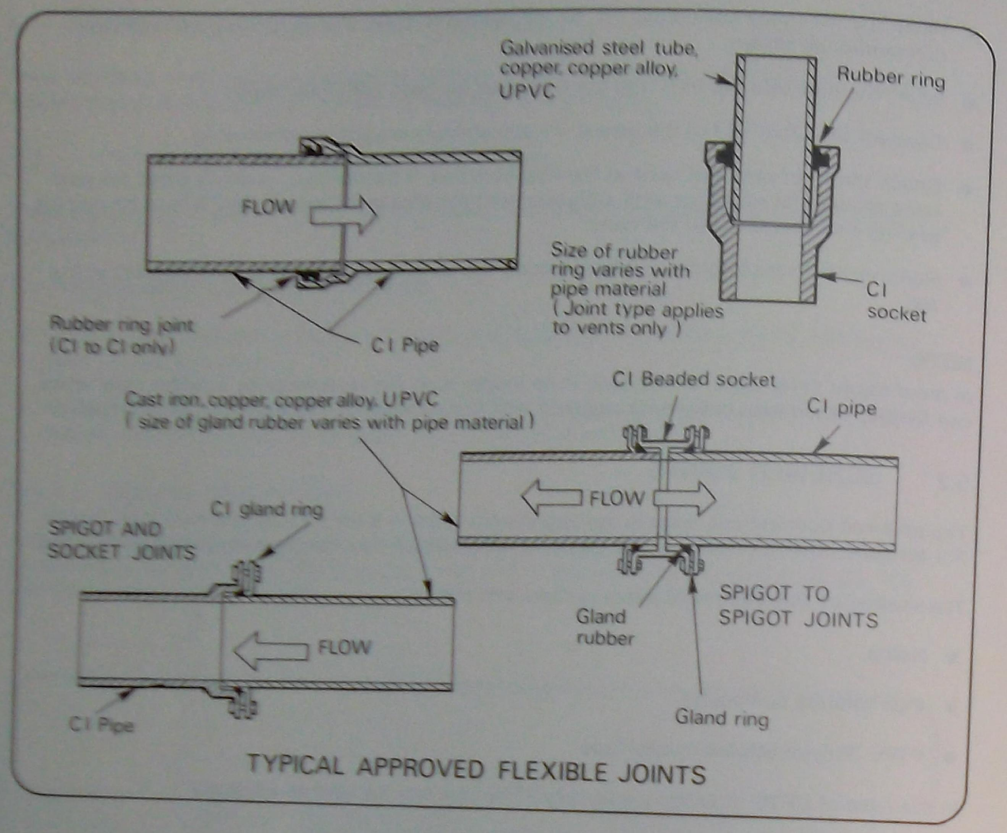
- The flexible joint
- The rigid joint
- The expansion joint

Specific rules of jointing apply, depending on the materials used.

5.3.1 Flexible joints

The method used for making the joints is listed below for the various materials:

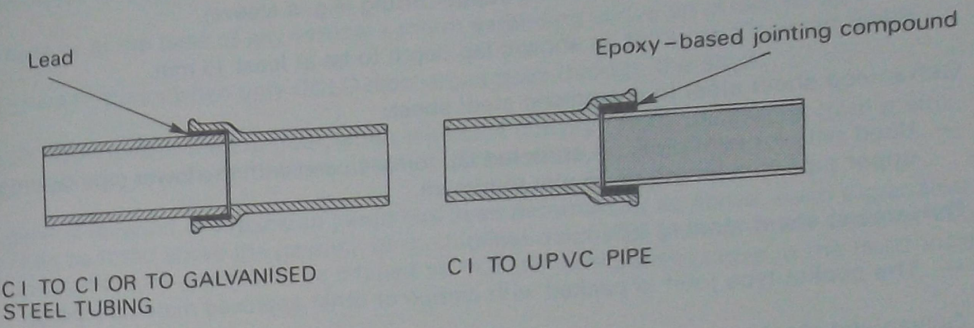
- CI to CI:
  - Gasket and bolted gland; or
  - Rubber ring type joint (as for VC pipes).
- CI to UPVC, copper or copper alloy:
  - Gasket and bolted gland.
- CI to UPVC, galvanised steel, copper or copper alloy:
  - Rubber ring type joint (vent connections only).



TYPICAL APPROVED FLEXIBLE JOINTS

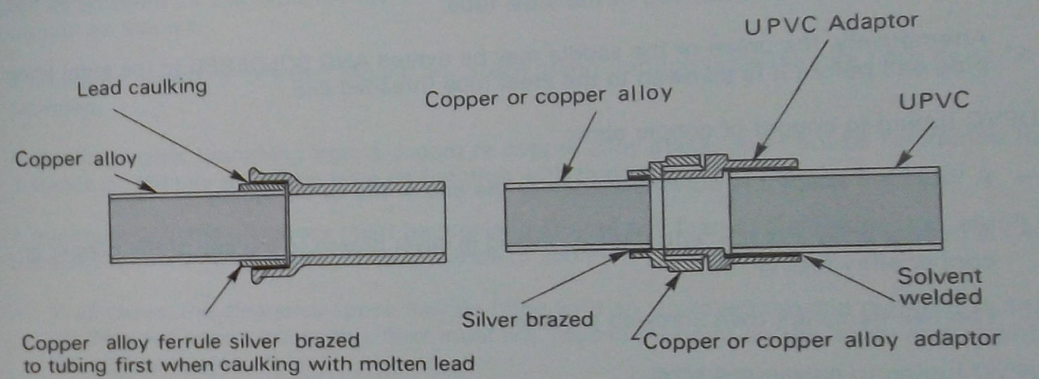
5.3.2 Rigid pipe joints

- CI to CI:
  - Socket-type joint is made by caulking with molten lead or other approved material, e.g. epoxy resin compound.
- CI to galvanised steel:
  - As for CI to CI.
- CI to copper or copper alloy:
  - Caulking with molten lead or other approved material (epoxy), but if molten lead is used, an approved copper alloy ferrule must be silver soldered to the end of the copper or copper alloy tube first, after which the tubing is caulked into the socket in the normal way.



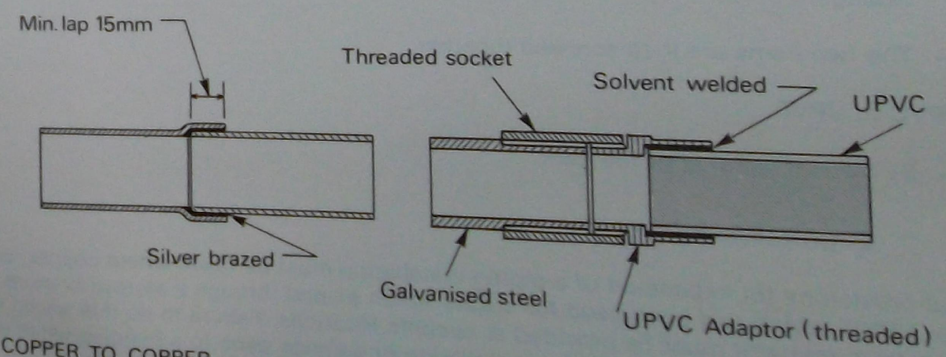
CI TO CI OR TO GALVANISED STEEL TUBING

CI TO UPVC PIPE



CI TO COPPER OR COPPER ALLOY

UPVC TO COPPER OR COPPER ALLOY



COPPER TO COPPER

UPVC TO GALVANISED STEEL TUBING

TYPICAL APPROVED RIGID PIPE JOINTS

- CI to UPVC:

  — The socket-type joint is packed with an approved epoxy-based compound.

- Copper tubing to copper tubing:

  — Silver brazing, using an approved copper fitting (e.g. a sleeve).

  — Silver brazing a lap joint as shown; lap depth to be at least 15 mm.

- Galvanised sheet steel to galvanised steel sheet:

  — Used only for vent pipes. A soldered lap joint is used with the lower pipe lapping over the upper pipe to a length of 25 mm minimum.

- Galvanised sheet steel to VC:

  — The socket-type joint is packed with compo or other approved material (epoxy).

- Galvanised steel sheet to galvanised steel tube:

  — A copper alloy saddle or a union is soldered to the galvanised steel sheet pipe and then screwed to the threaded end of the steel tube.

  Alternatively, the union or the saddle may be riveted AND SOLDERED to the steel sheet pipe end before it is screwed to the steel tube threaded end.

- UPVC tubing to copper or copper alloy:

  — A threaded adaptor is solvent welded to the end of the UPVC tubing.

  — A copper alloy adaptor with internal thread is silver brazed to the end of the copper or copper alloy tubing.

  — The two items are then screwed together.

- UPVC tubing to galvanised steel:

  — A threaded adaptor is solvent welded to the UPVC tubing.

  — A threaded socket is screwed to the end of the threaded end of the galvanised steel tubing.

  — The two items are then screwed together.

- UPVC to UPVC:

  — By solvent welding of the joint.

5.3.3 Expansion joints

Special provisions for expansion of a piping installation must be made where copper, copper alloy or UPVC tubing has been used for stacks which extend through 2 storeys or more. Also, freedom from restraint must be provided at specific locations. Failure to do this would result in excessive stresses being set up in the installation or damage done to a building when expansion in the installation would occur through it being subjected to temperature changes.

Expansion joints in copper and copper alloy tubing

Location of joints (see illustrations page 72).

When a stack made of copper or copper alloy extends through more than 2 floors above its base or above an offset bend, expansion joints must be fitted at the following locations:

- At the base or at the base of any vertical section extending above an offset bend.
- At ALTERNATE floors when only COLD discharges pass through the stack.
- At EVERY floor, except the top floor, when the stack conveys HOT discharges from a sink, washing machine, trough, bath, basin, bidet or other fixture.

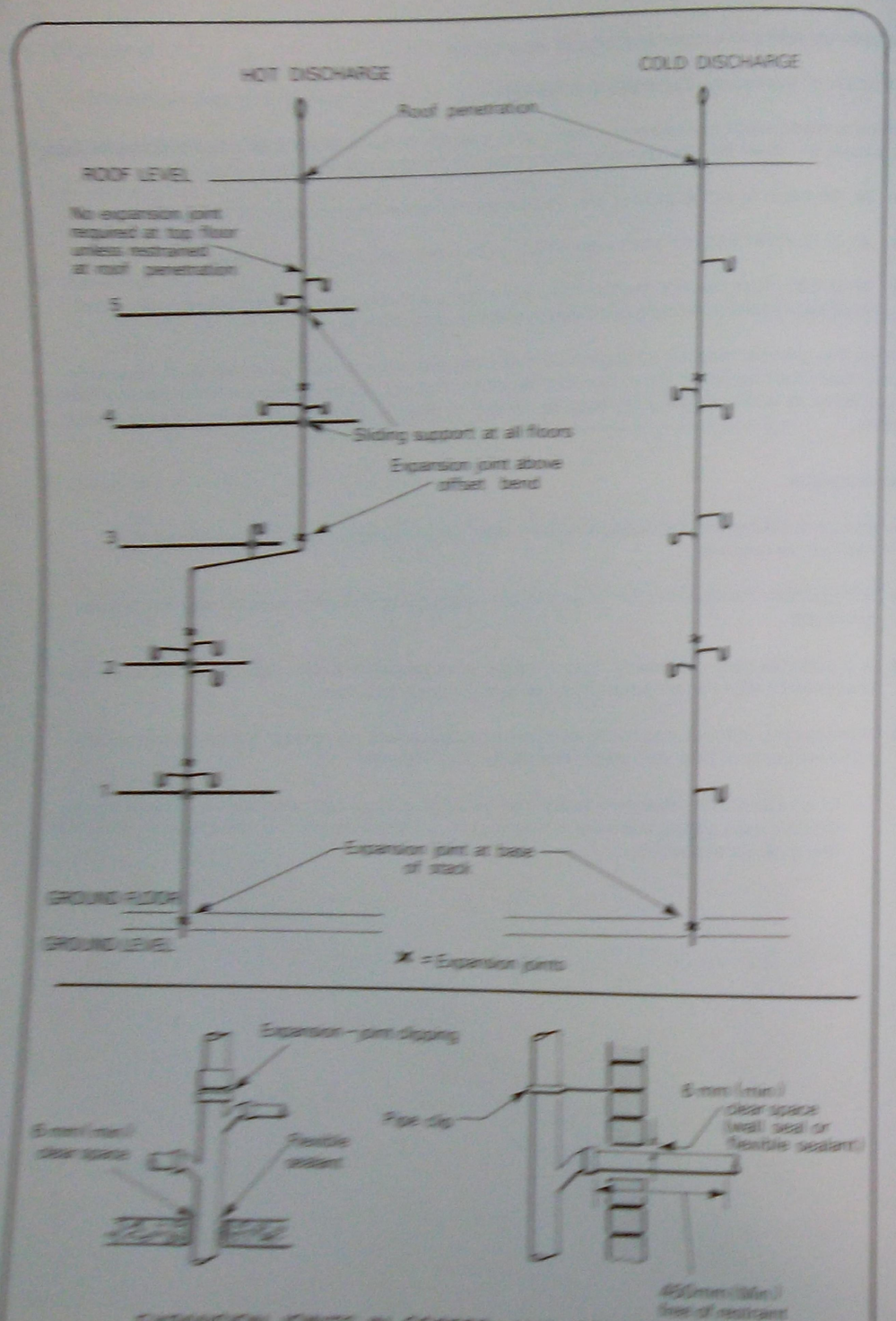
When the general location of expansion joints has been determined, as above, each expansion joint must then be fitted above the junction of the highest discharge pipe with the stack on that floor level. In addition, the joint must be clipped so that the joint cannot move in the horizontal plane.

No restraints

Except as provided for the expansion joint itself, the installation must be free of restraint throughout as follows:

- A minimum clearance of 6 mm around any stack going through (traversing) a floor must be provided.
- A discharge pipe, branching from a copper or copper alloy stack, must not be restrained for a distance of 450 mm minimum from its junction with that stack.
- A minimum of 6 mm clearance must be provided around any branch discharge pipe which traverses a floor or a wall within that distance of 450 mm.

  — In all cases, the clearance space may be filled with an approved flexible material to seal off the open space, but such a filler must not impose restraint on the linear movement of the pipe so sealed off.



EXPANSION JOINTS IN COPPER AND COPPER-ALLOY DISCHARGE STACKS (VENTS NOT SHOWN)

NOTE:

Different provisions apply in respect to UPVC material. These are laid down in Australian Standard 2032.

Expansion joints in UPVC pipes (AS 2032)

When subjected to heat, e.g. from hot discharges or exposure to high temperatures in summer, UPVC pipes and fittings expand more than twice as much as copper pipes and fittings.

Provision for expansion must be made in either of two ways:

- By the use of expansion joints; or
- By designing the installation so that the UPVC pipe can expand and return to normal without stressing the system.

Definitions

1. Hot pipelines

   — Waste pipes, up to 50 mm in size, into which dishwashing machines, glass-washing machines, boiling water units, bains-marie and similar fixtures discharge.

2. Cold pipelines

   — All other S.W.V. pipes.

3. Fixed point

   — A point at which longitudinal movement of the pipe or fitting is restrained, e.g.:

   - at the fixed (clipped) part of an expansion joint fitting;
   - at junctions and bends if the offset leg is clipped (or otherwise restrained) close to the junction or bend fitting;
   - at connections to fixtures or fixture traps other than plastic traps;
   - at connections to drains.

Location of expansion joints

General principles

- No expansion joint is required if the length of pipeline between fixed points does not exceed 2 m for COLD pipelines, or 1 m for HOT pipelines.
- In long, straight lengths of UPVC pipeline, expansion joints must be spaced at intervals no greater than:

  5 m — for COLD pipelines

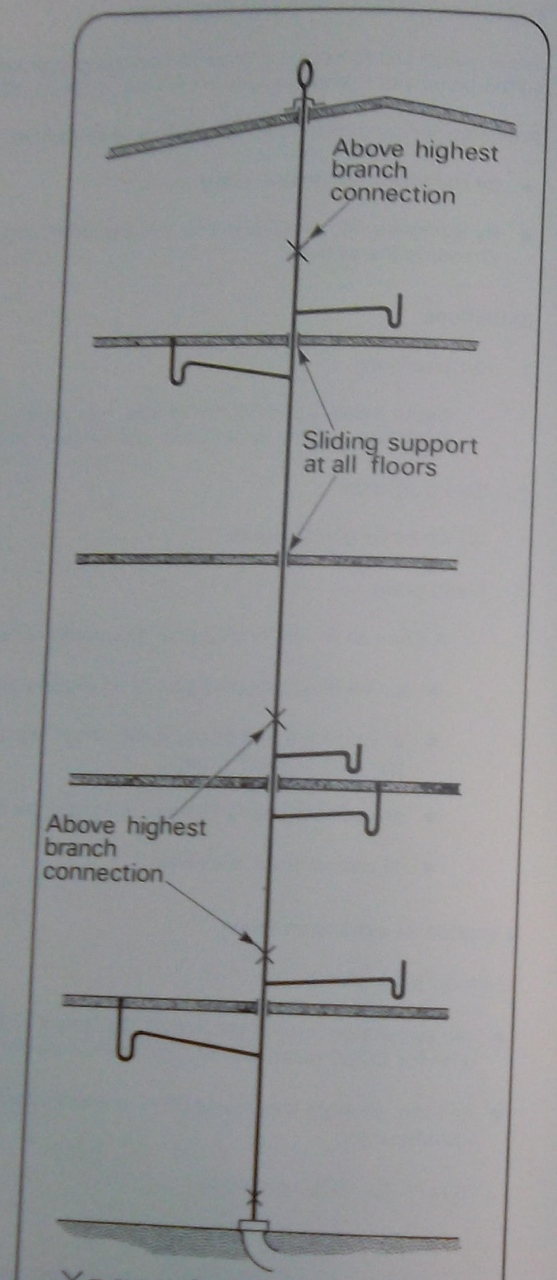
  4 m — for HOT pipelines

- Expansion joints must not be placed below ground.

Location

Expansion joints must be positioned as follows:

- Stacks
  - — Above ground at the base of the stack.
  - — Immediately above the highest branch at each floor.
  - — Elsewhere as necessary to comply with spacing limits.
- Branches
  - — Immediately upstream of the connection at the stack.
  - — Immediately upstream of each junction fitting.
  - — Immediately upstream of each change of direction.
  - — Elsewhere as necessary to comply with spacing limit.
- Discharge pipes
  - — Immediately above the connection to a disconnector gully.
  - — Immediately upstream of each change of direction.
  - — Immediately upstream of each junction fitting.
  - — Elsewhere as necessary to comply with spacing limits.
- Vent pipes
  - — Generally as for stacks and branches above.



EXPANSION JOINTS IN STACKS

Alternative provision for expansion

Expansion joints may be omitted in each of the circumstances listed in the Table opposite because the UPVC pipe is free to expand and contract without stressing the system.

OMISSION OF EXPANSION JOINTS

Where normally required	Conditions for omitting expansion joints
1 Above the highest connection on a stack.	Vent must be free to move through a weatherproofed sleeve in the roof.
2 At the base of a discharge pipe or a stack connected to a disconnector gully.	A sleeve must be fitted at the connection to provide free movement.
3 In the graded pipeline from a fixture trap.	a The trap must be of plastic material; and b the trap must be aligned with the pipeline to absorb thermal movement; and c pipe supports must not impede expansion.
4 At a junction or a bend in a graded pipeline.	a The length of graded pipeline and unrestrained length of offset leg must comply with the Table below. b the pipeline grade must not be affected; and c pipe supports must not impede expansion.

ALTERNATIVE EXPANSION PROVISIONS

Nominal size of pipe (mm)	Maximum pipe length (m) L	Minimum free length of offset leg (m) l
32, 40, 50	2.0 3.0 4.0 6.0	0.5 0.6 0.8 1.0
65, 80, 100	2.0 3.0 4.0 6.0	0.75 1.0 1.1 1.2
150	2.0 3.0 4.0 6.0	1.0 1.1 1.2 1.2

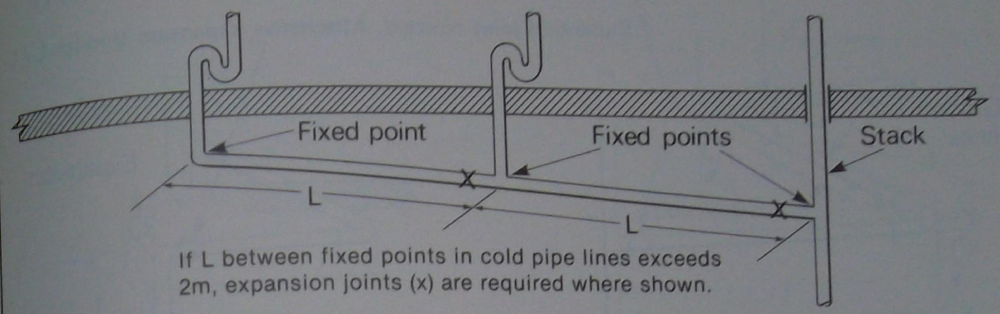
Installation of expansion joints

To install these, ensure that:

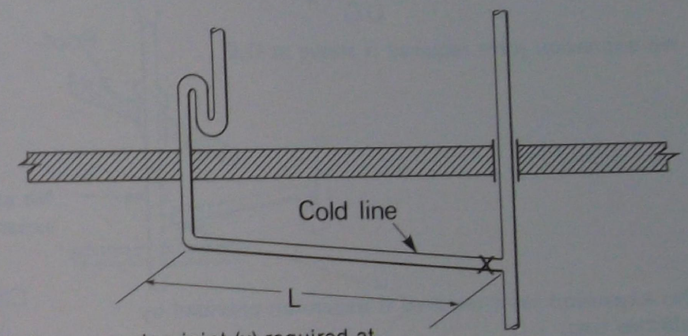
- pipes each side of the joint are in alignment;
- the free-moving provision is upstream;
- the pipe is not bottomed in the expansion socket;
- the restraining clip is tightened, but not to excess.

If there is no inlet spigot, or if the inlet spigot provided has no temperature markings, proceed as follows:

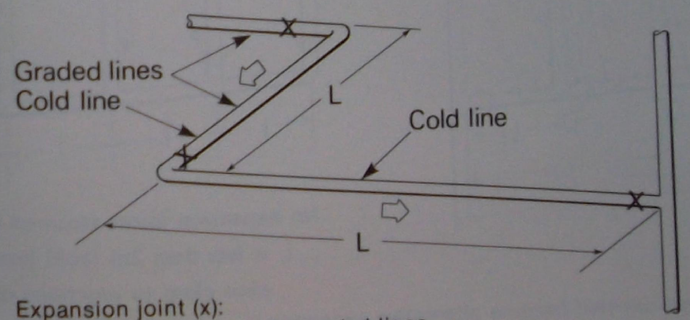
- Insert the inlet pipe (or pipe with inlet spigot attached) in the expansion socket for the full depth and pencil a mark on the inlet pipe at the location of the socket rim.
- Withdraw and pencil another mark at the following distance downstream of the first mark:
  - — Cold weather (below 12 °C) — 20 mm.
  - — Warm weather (up to 26 °C) — 15 mm.
  - — Hot weather (above 26 °C) — 8 mm.
- Make the joint, keeping this second mark just visible.



If L between fixed points in cold pipe lines exceeds 2m, expansion joints (x) are required where shown.



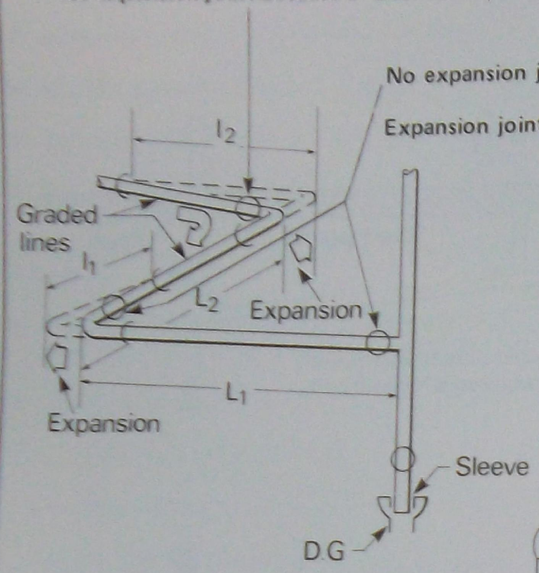
If L more than 2m expansion joint (x) required at stack connection.

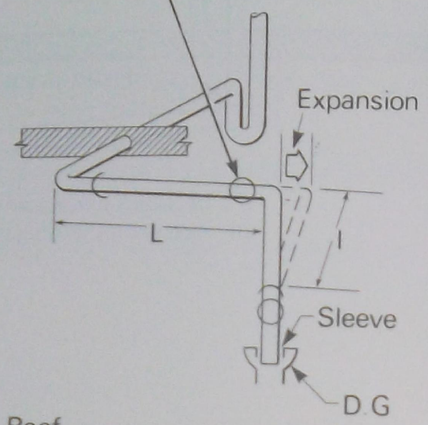


Expansion joint (x):
- at directional change in graded lines
- at stack connection if L longer than 2m.

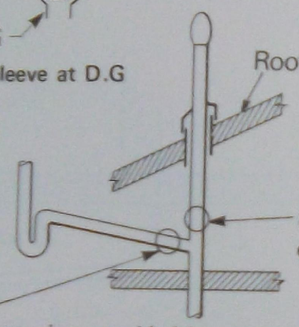
EXPANSION JOINTS IN BRANCHES

No expansion joint because of alternative provided by L2/l2



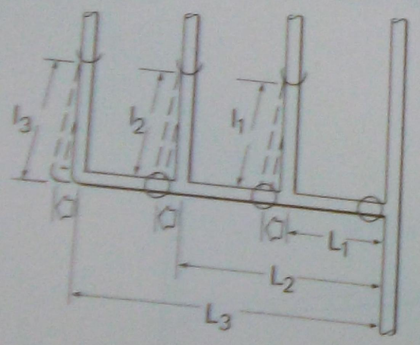


No expansion joint required if sleeve at D.G

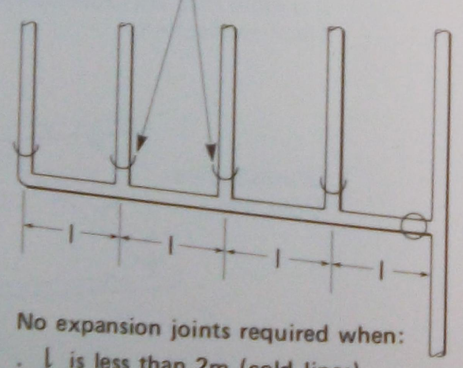


No expansion joint required if expansion provided through roof.

No expansion joint required if expansion provided by plastics trap.



Clips close to junction



No expansion joints required when:

- l is less than 2m (cold lines)
- clips close to junctions on the offsets

Expansion joints omitted because alternative expansion through L1/l1, L2/l2, L3/l3.

○ = omitted expansion joint
◡ = pipe support

PROVISION OF ALTERNATIVE EXPANSION

5.3.4 Fitting the expansion joint

Expansion joints are usually prefabricated ready for installation into the system. They are of various designs, and fitting instructions are usually supplied with them. Two types are explained here.

Type 'A'

One-piece brass or copper alloy with a specially grooved rubber (nitrile) seal, located in a recess in the body of the joint.

Procedure:

- Remove the rubber seal from its groove carefully.
- Braze the downstream stack section to the downstream spigot of the expansion joint body.
- Let it cool off and insert the assembly into the previously located pipe clip and secure the assembly.
  - — To be effective, the upstream stack end must leave a specified clearance inside the joint. Depending on the size of tubing used, the stack end must protrude a specified distance past the seal (distance X).
- Measure the distance A inside the expansion joint body, add the 'X' distance (usually specified on the joint itself), then transfer this X + A dimension to the upstream pipe to be fitted.
- Mark it with a pencil line.
- Inspect the pipe end and remove any burrs with a smooth file.
- Insert the rubber ring seal carefully in its groove and check that it is evenly seated.
- Coat the ring with thick waterproof grease.
- Insert the upstream section of the pipe carefully and squarely past the seal until the pencil mark made on the pipe coincides with the top rim of the expansion joint socket.

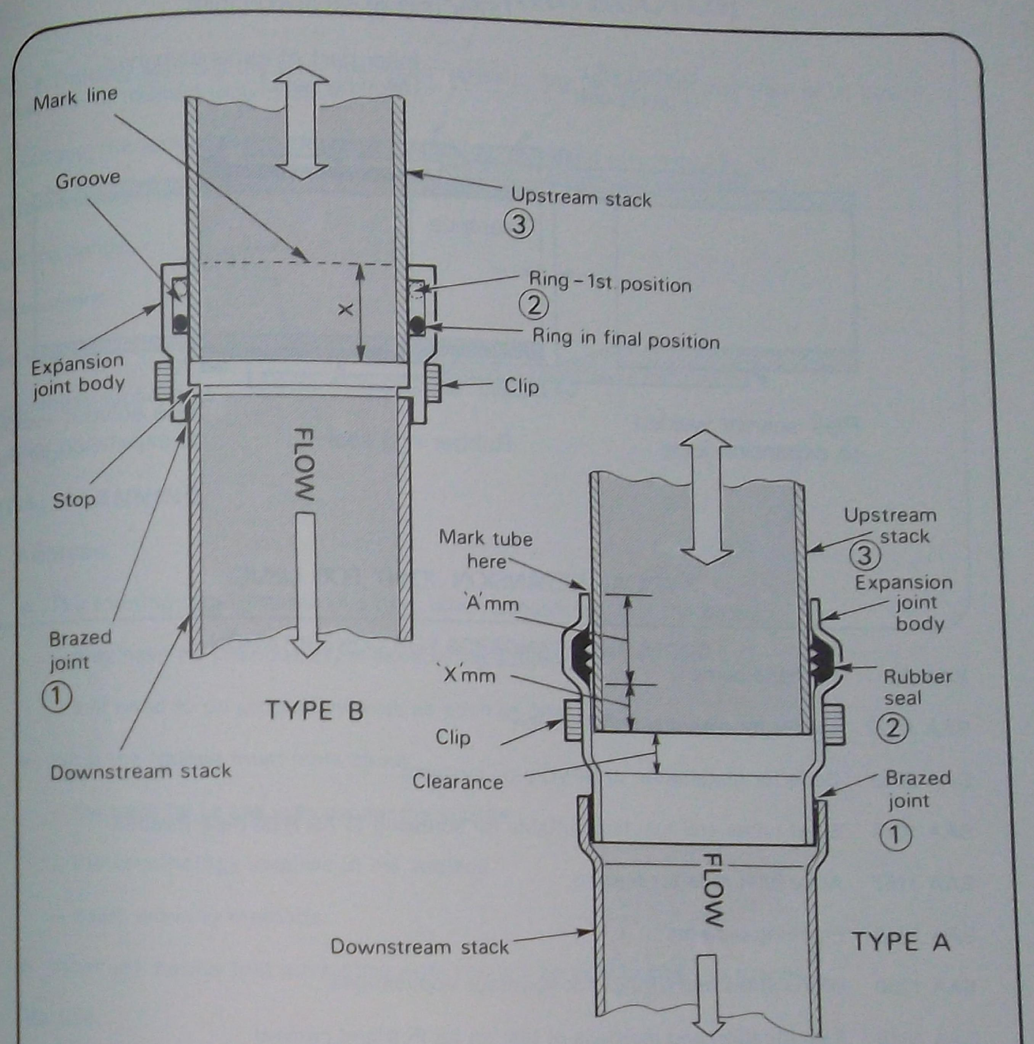
Type 'B'

The assembling of this type is very similar in procedure to that used in the rubber ring jointing of drain pipes. There also, the pipe must be inserted to a predetermined distance.

Procedure:

- Braze or silver solder the downstream stack section to the downstream socket of the joint, after having removed the special rubber ring.
  - — Pipe end should be squared off and set against the stop.
- After cooling off, locate assembly in the previously located clip.
- Check the upstream section end of the tube to be inserted for squareness of end and that no burrs remain on its edges.
- Mark the tube with a pencil line at the distance 'X' (specified on the expansion joint) and coat the tube end externally with thick waterproof grease to the line.
- Check the joint body groove for dirt or foreign bodies, then insert the special 'O' ring at THE TOP of the groove.
- Insert the upstream stack squarely into the top of the joint and press it in carefully until it hits the stop.
- Back off the pipe until the marked line lines up with the top edge of the joint body.

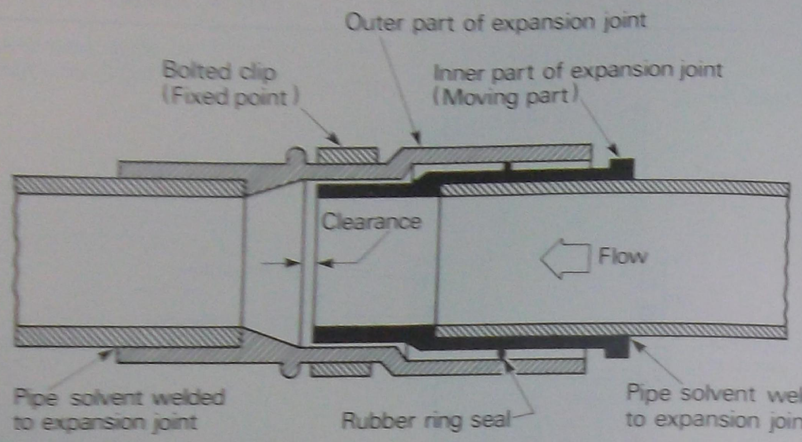
Similar procedures apply to UPVC built stacks and manufacturers' directions must be followed for the installation of UPVC expansion joints.



ASSEMBLING EXPANSION JOINTS

NOTE:

For both types of fitting, no subsequent brazing of the stack within 1 m of the expansion joint should be undertaken as this would ruin the rubber seal.



TYPICAL EXPANSION JOINT FOR UPVC

CODES AND STANDARDS FOR CONSULTATION

SAA A2 Portland cement

SAA A123 Mortar for masonry construction

SAA 2032 Code for installation of UPVC pipe systems

SAA 1074 Steel tubes and tubulars suitable for screwing to AS B 53 pipe threads

SAA 1167 Alloy filler rods for brazing

SAA 1218 Flushing cisterns

SAA 1260 UPVC pipes and fittings for sewerage applications

SAA 1315 Specification and methods of testing for Portland cement

SAA 1279 Copper refinery shapes

SAA 1379 Ready mixed concrete

SAA 1397 Hot dipped zinc-coated steel coil and cut lengths

SAA 1415 UPVC pipes and fittings for soil, waste and vent applications

SAA 1432 Copper tubes for water, gas and sanitation

SAA 1465 Dense natural aggregates for concrete

SAA 1567 Wrought copper and copper alloy rods, bars and sections for general engineering purposes

SAA 1589 Copper and copper-based alloy fittings for use in sanitary plumbing installations

SAA 1631 Cast iron non-pressure pipes and pipe fittings

SAA 1646 Rubber rings for water supply, sewerage and drainage purposes

NOTES FOR THE INSTRUCTOR

In these Training Manuals the term 'instructor' refers to any person who may train or be directly responsible for training individuals.

For example, the task of instructing may be the sole or shared responsibility of:

— skilled tradespeople

— leading hands

— forepersons

— instructors

— apprentice supervisors

— managers

INITIAL PLANNING

A Analyse:

- The training requirements of a newcomer, considering that the person:

  —may have no previous experience in the subject;

  —will need to do productive work as soon as possible.

- What the trainee must learn about:

  —the tools he or she is to use for the subject;

  —the terminology involved in the subject;

  —basic working methods.

- What will be the first productive work you will be able to give the trainee.

B Decide:

- Whether your trainees need information to supplement that given in this manual.
- Whether or when additional training material or exercises will be required to improve on the skill gained.
- Which other Basic Training Manuals the trainee should use during training.

C Plan:

The explanations, demonstrations and the practice required by the trainee, preferably on an individual basis, if numbers allow.

USING THE MANUAL

It may be of assistance to the trainee to arrange for short periods of learning followed by short periods of practice in applying the knowledge gained.

To keep interest alive, it will be useful to relate, as much as possible, the material treated in this manual with actual practical applications in the field.

PRACTICAL EXERCISES AND PROJECTS

There may be areas and tasks in actual situations where the developing skills of the trainee can be put to effective productive use at any stage during the period he or she is learning the subject. Such possibility should be carefully considered and used to the full for the trainee's benefit as well as that of the firm.

Give the trainee as many opportunities as possible to use the whole range of hand tools on suitable small jobs to enable him or her to acquire quickly the manual dexterity required.

Small projects and exercises to suit particular work situations may be devised, but they must take into consideration the limits of skill and knowledge of the trainee.

Whatever form of exercise is used to develop practical skill, it must be carefully planned. A suggested course of instruction is:

- Prepare the working area, the materials and the hand tools to be used.
- Make the aim of the project clear to the trainee.
- State how you intend to assess the proficiency of the trainee.
- Stress key points in the project, paying particular attention to safety precautions.
- Explain clearly and thoroughly any new steps in the project.
- Check that the trainee can use the hand tools correctly.
- Assess the finished project, record the results and discuss with the trainee your appraisal of his performance.
- If you are satisfied with his performance, direct the trainee to the next exercise or project.

TRAINING RECORDS

Simple training records will help in planning systematic training.

Record:

- the parts of the manual learnt by the trainee;
- your assessment of the general skills developed;
- the practical exercises undertaken and completed.

Use your record to measure the trainee's performance and to assess his or her readiness for undertaking actual operations.

Draw up a simple record card to suit your needs.

Using records helps to pinpoint the trainee's strengths and weaknesses. They ensure that training in essential skills is not missed. Training records can be used to help co-ordinate on-the-job training and technical school learning. Where trainees have to serve a probationary period, records assist when the trainee's progress is being assessed.

PUBLICATIONS IN BASIC TRAINING MANUALS — SANITARY PLUMBING

Title	
10.1	SANITARY PLUMBING — INTRODUCTION
10.2	SANITARY PLUMBING — DRAINAGE PIPES & VENTS
10.3	SANITARY PLUMBING — INSTALLING FIXTURES & VENTS
10.4	SANITARY PLUMBING — CONNECTION SYSTEMS & SPECIAL DISPOSAL

OTHER PUBLICATIONS IN BASIC TRAINING MANUALS
(Available at date of printing)

FITTING SERIES	10 MANUALS
WORKSHOP SAFETY	1 MANUAL
PRACTICAL GEOMETRY	3 MANUALS
LATHE WORK	7 MANUALS
SHAPING AND SLOTTING	3 MANUALS
GRINDING	3 MANUALS
MILLING	4 MANUALS
ARC WELDING	4 MANUALS
SOLDERING	1 MANUAL
SANITARY PLUMBING	4 MANUALS
WATER SUPPLY	4 MANUALS
ROOF PLUMBING	6 MANUALS
BRICKLAYING	2 MANUALS
CARPENTRY AND JOINERY	16 MANUALS
PAINTING AND DECORATING	10 MANUALS
ELECTRICAL	13 MANUALS
MOTOR VEHICLES	11 MANUALS (MORE IN PREPARATION)
PANEL BEATING	3 MANUALS (MORE IN PREPARATION)
VEHICLE PAINTING	3 MANUALS
FURNITURE REMOVAL	4 MANUALS
TIMBER TECHNOLOGY	1 MANUAL
SHEET METAL	1 MANUAL (MORE IN PREPARATION)

Information is available at your local Department of Employment, Education and Training Regional Offices.

These manuals are available from Commonwealth Government Bookshops.

Mail orders to: Mail Order Sales, Australian Government Publishing Service, P.O. Box 84, CANBERRA, A.C.T. 2601.

$P = 0.1 KW$. $\lambda = \frac{3\times10^8}{50\times10^6} = 6 M$.

$E_0 = 3E_0$ → ∵ directional antenna used.

$h_s = 50 m$, $h_r = 2m$. $F_s = 10^{-4}$ V/metre.

$d = ?$

$$F_s = \frac{4\pi h_s h_r E_0}{\lambda d^2}$$

$$\therefore d^2 = \frac{4\pi h_s h_r 3E_0}{\lambda . F_s} = \frac{4\pi h_s h_r}{\lambda . F_s} \propto 3\times0.1376\sqrt{P_{kw}}\times10^{-3}$$

$$= \frac{4\pi\times50\times2\times3\times1376\times0.316}{6\times10^{-4}}\times10^{-3}$$

$$d^2 = 275.2\times0.316\times10^3\,\pi$$

$d = \sqrt{273.5\times10^3}$ = 522 Metres.

{ တစ်ခုတည်း မှီတွဲကပါ။ နားလည်အောင် တစ်ခုလောက်ကျွေးကျွေး ပေါ့ }

Ans:

အခန်း (၅)

5-1. TRANSMISSION LINES PROPAGATION ပြဿနာ။

ELECTRICALLY LONG LINE & SHORT LINE ။

LINE ONE PAIR တွင် TELEPHONE များ များသုံးနိုင်အောင် လုပ်ရပုံနည်းလမ်းကို ရှင်းပြခဲ့ပါ။

LINE ပေါ်တွင် ခေတ္တရပ်ဝန်းသော အသံများကို MODULATE လုပ်ခြင်းက LINE တွင် HF များကို သာ စီးသွား ELECTRIC ဓါတ်အားပြုပြင်- ပုံတော- ဝန်ကြိုးဝန်ဆောင်မှုဌာန: 3700 MILES အတွက် WIRE တစ်ပြိုင်: ONE PAIR သာသုံးထား၏။ ၎င်းတွင် 50Hz → 3700 MILES ဖြစ်၏။ ∴ ဒီနှစ်ခုတွက်ကို သောအားဖြင့်ပေး: ထား ၁၀ ဆဖြစ်မှု။ ၀၀ ထွက်သောအခါသာ ဝင်ရောက်နားလည်ပုံများ: ဖြစ်မည်။ 5KHz ဖြင့် ပုံမှန် 37 miles အတွင်းတောက်ပြီး။ 10 CYCLE ထွက်ပြီး ဖြစ်ရ၏။

∴ 37 miles အတွက် 50Hz သည် long line, 5kHz သည် short line ဖြစ်သည်။

50Hz → 6MM → 6000km → 3726 miles (0.621 mile/km)

(0.621 mile/km)

E. LL & SHORT LINES- (Tx Line တိုတောင်းပုံ ဖြစ်ပုံ) Freq.

ဥပမာအားဖြင့် Tx Line တစ်ခုသည် 370 miles ကျော်လျှင် ကျော်ငြား 50Hz ဖြင့် ပို့သော် Tx line သည် 370 miles ထက် 1/10 သာသာ ရှည်၏။ ∴ 50Hz သည် 370 miles line တွင် line တစ်လျှောက် ရှိ wave length ၏ 1/10 သာရှိ၏။

အကယ်၍ 5000Hz FREQ ကို ပို့သော် LINE တွင် ဝင်ရောက်ပါက ထို FREQ ၏ WAVE LENGTH သည် 37 miles ထက်သာသော်လည်း LINE နှင့် နှိုင်းစာလျှင် LINE သည် WAVE LENGTH ၏ အတော်အတွေ့ရှိသည်။ ထို့ကြောင့် 5KHz ထက် LINE အလျားတွင် WAVE LENGTH အတော်များ ရှိသည်။ (line တစ်လျှောက်တွင် များများ current များ ဖြတ်သန်းနေသည်ဟု ဆိုလိုသည်။)

အထက်ပါပြဿနာမျိုးကို ဖြေရှင်းသောအခါ PHYSICAL LENGTH 370 m ရှိသော 50Hz TX LINE တစ်ခုသည် 50 FREQ အတွက် ELECTRICALLY SHORT LINE ဖြစ်ကြောင်း 5000Hz FREQ အတွက် ELECTRICALLY LONG LINE ဖြစ်သည်ကို ရှင်းပြသည်။ ထို့ကြောင့် TX LINE တစ်ခုတွင် E LL or E SL ဟူသော ဆိုရာတွင် အသုံးပြုသော FREQ ကို အမြဲတမ်း ဖော်ပြပေးရသည်။

11.01.83.

5-2. CHARACTERISTIC IMPEDANCE ကို { See CALCULATIONS ON P-58. }

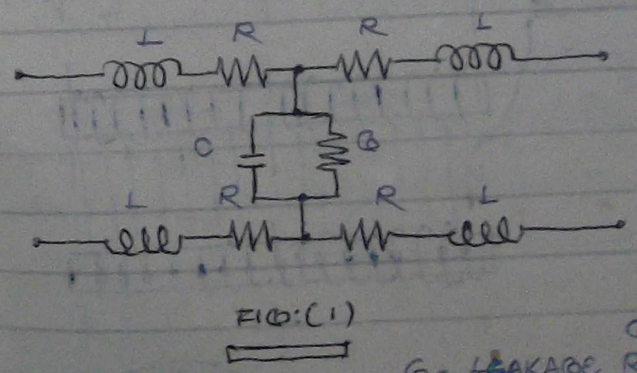


FIG: (1)

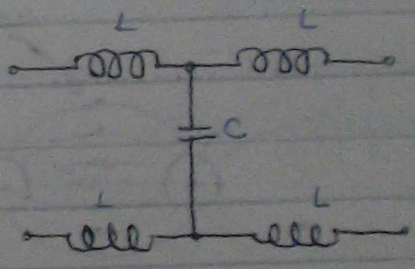


FIG. (2)

ရှေ့မှ: CONDUCTANCE?

G = LEAKAGE RESISTANCE သည် Xc တွင် အတူတူပင်ဖြစ်သည်။

R များသည် များများနှင့်အလျှော် တန်ဖိုးများ ရှိသည်။

$R = \frac{1}{G}$

R.F. ၌ အသုံးပြုထားသည်မှာ ELECTRICALLY LONG LINE အတွက် ဖြစ်ပြီး အသုံးပြုပုံသည်။ Tx LINE တစ်လျှောက် ဓာတ်အားဆုံးရှုံးသော အကြောင်း၊ ကဲ့လာ့ အတွက် ညီလေ့ာတူရှိပုံထားသည်။ အဲဒီ ကဲ့လာ့ ညီမျှခြင်းတွင် SERIES RESISTANCE နှင့် SERIES INDUCTANCE တို့ အတွင် SHUNT CAPACITANCE နှင့် SHUNT RESISTANCE တို့ကို ယူဆ ပါဝင်စဉ်းစားသည်။

RF ၌ LINE RESISTANCE, R နှင့် LEAKAGE RESISTANCE, တို့သည် အရှိန်ဆုံးသည် X_L, X_C တို့ထက် အရှိန်ဆုံးကြောင့် နှုတ်ပြီး ဓာတ်အားကျဆုံးရှုံးမှုကို သည်အတွက် LINE ၏ ဓာတ်အား ကဲ့ခုံ (၂) အားဖြင့် သတ်မှတ်နိုင်သည်။

ဒီနေရာတွင် R, L, G နှင့် C တို့ကို အသုံးပြုခဲ့ရာ၌ LINE ၏ CHARACTERISTIC IMPEDANCE, Z ကို အောက်ပါအတိုင်း ဖြစ်သည်။

$$Z = \sqrt{\frac{R+j\omega L}{G+j\omega C}} \cdot \Omega$$ *

LINE တွင် သုံးသော EQY အသုံးများသောအခါ R နှင့် G ကို ဝေဖြာသုံးခြင်း ဖြစ်သည်။

$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$ ဖြစ်သည်။ * ← 1982 I(B)

5-3 ELECTRO-MAGNETIC WAVE PROPAGATION AT LONG TRANSMISSION LINE

82 IA

(WIRELESS အသိုင်းဝိုင်းပုံ)

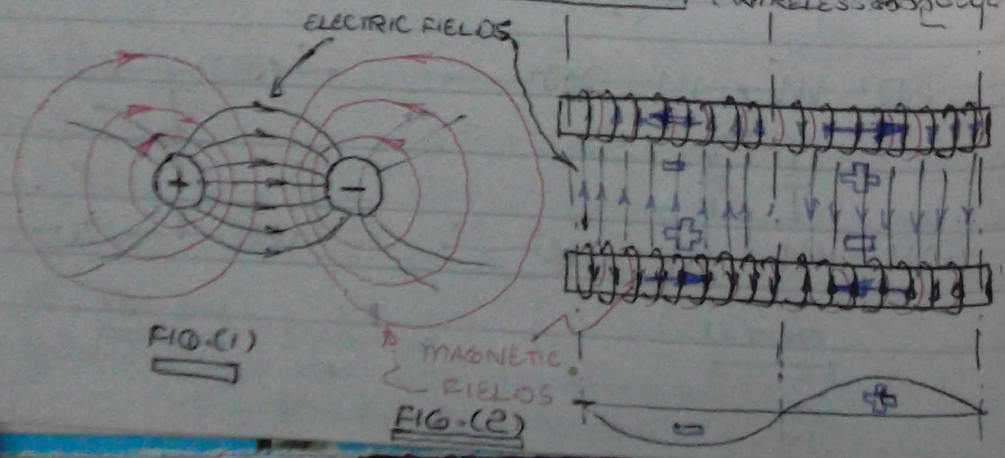


FIG-(1)

FIG-(2)

82 IA

ဥပမာ။ တွင် +VE & -VE POTENTIAL များကို ဖြတ်သော TRANSMISSION LINE နှစ်ခုကြား၌ ELECTRIC FIELD များကို ဖြစ်စေ၊ ထိုး CONDUCTOR များ ပတ်ဝန်းကျင်တွင် MAGNETIC FIELD များ ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ၎င်း တို့ကို HIGH. FQY E-MG. WAVE များ ဟုခေါ်ဆိုသည်။

ဥပမာ။ တွင် ELECTRIC FIELD နှင့် MAGNETIC FIELD များ ဆက်ဆက် CURRENT DIRECTION များကဲ့ပါဖော်ပြထား ကဲ့ ၎င်း တို့ သည်ကဲ့သို့ ဓာတ်အား ဆက်နွှယ်စေခြင်း ဖြစ်သော အတွက် ဓာတ်အားစီးဆင်းမှုကို ဆောင်ရွက်ပေးခြင်း ဖြစ်သည်။

Tx LINE ဖော် SENDING END တွင်းတွင် ဖြစ်သော ENERGY SOURCE သည် ELECTRIC & MAGNETIC FIELD များကို LINE တစ်လျှောက် LINE WIRE များ ဆက်သွယ်၍ VOLTAGE အတွက်မှုန်းသော်ငြား၊ CURRENT ဆက်ဆက်ဖြစ်စေသော်ငြား၊ ELECTRIC & MAGNETIC FIELD များ ပြိုးဆွဲကြောင်း ကွဲသည်နှင့်အမျှ VOLTAGE နှင့် CURRENT DIRECTION များကို ကြည့်လျှင် ဖြစ်ပါပေါ်ပြောင်း လဲစေသည်။

ထို့ကြောင့် ENERGY SOURCE ၏ E-MG. WAVE များသည် Tx-LINE တစ်လျှောက်တွင် PROPAGATION ဖြစ်ပေါ်ကြသည်။

INCIDENT WAVE :- INCIDENT WAVE ဆိုသည်မှာ Tx LINE OR MEDIUM တစ်ခု၏ ဥတုဖြစ်၊ ENERGY SOURCE ၏ PROPAGATION CHARACTERISTIC တစ်ခုတည်းဖြင့် ဖန်တီးသော WAVE ကို ခေါ်ဆိုသည်။

REFLECTED WAVE :- REFLECTED WAVE ဆိုသည်မှာ တစ်ခြား တားဆီးမှုဝန်းသော MEDIUM အမျိုးအစားတွင် ENERGY SOURCE ကို ပြန်လည်ရောက်ရှိသွားသော WAVE ဖြစ်သည်။

STANDING WAVE :- Tx LINE တစ်လျှောက်တွင် INCIDENT & REFLECTED WAVE များ ယှဉ်းဆိုင် ကွဲပြားခြားနားမှုရှိ တစ်ခါတရံ ပူးပေါင်းမှုဖြစ်သောကြောင့်၊ တစ်ခါတရံ ဖြတ်ပါးမှုဖြစ်သောကြောင့်၊ တစ်ခါတရံ ပြန်လည်ပူးပေါင်းမှုဖြစ်သောကြောင့်၊ ထိုသို့ ဖြစ်ပေါ်သော RESULTANT WAVE ကို ခေါ်ဆိုသည်။

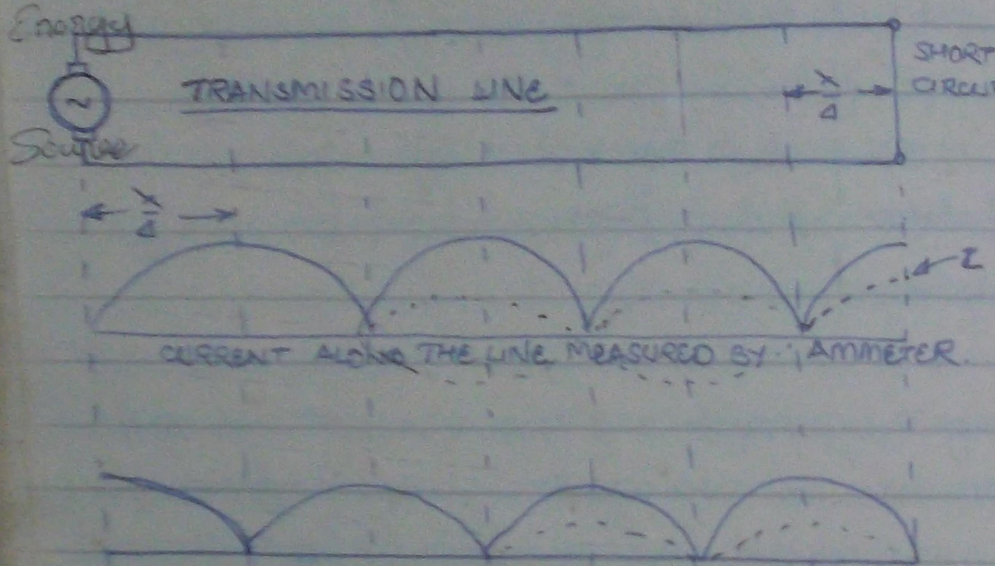
STANDING WAVE :- SOUND WAVE များ၌ တွေ့ရှိရသည်။

SOUND ABSORPTION :

21. 4.83.

5.4

(A) STANDING WAVE IN SHORT CIRCUITED LINE :-



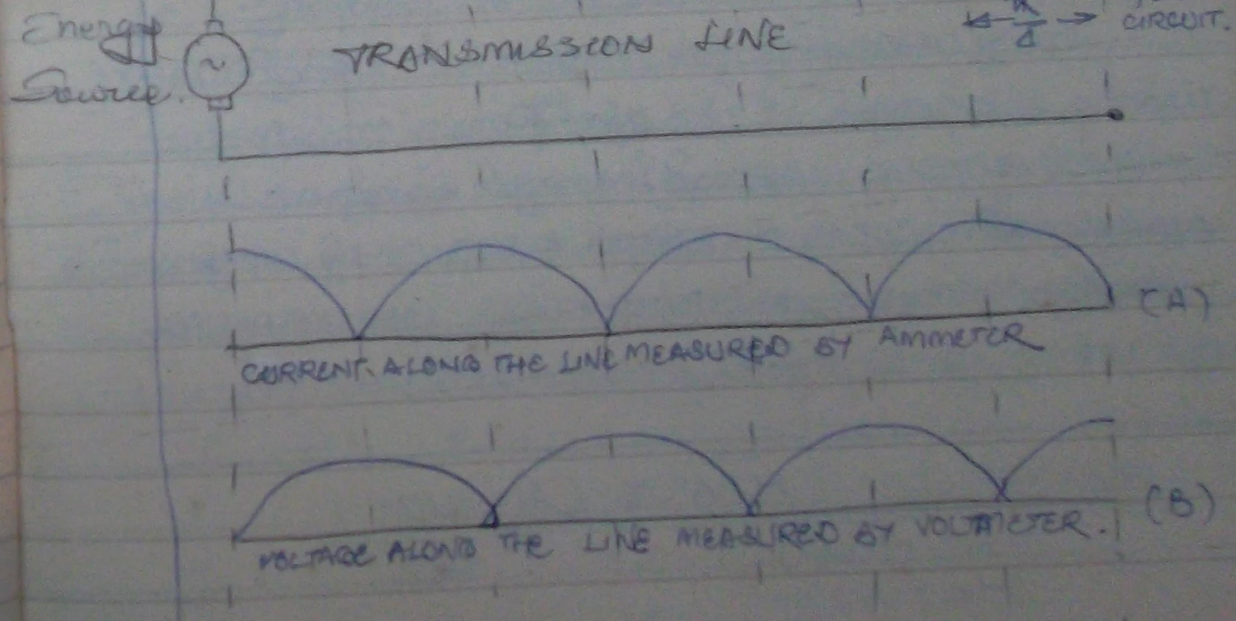
ဤပုံ၌ LINE ၏အဆုံး ENERGY SOURCE တည်ရှိသောအဆုံးမှာ SHORT CIRCUIT ဖြစ်ပြီး LINE အရှည်တွင် CURRENT အလျဉ်းလိုက်ပြောင်းလဲပုံကို ပြထားသည်။ CURRENT သည် LINE ၏အဆုံးတွင် ZERO ဖြစ်ပြီး အဆုံးမှ $\frac{\lambda}{4}$ အကွာတွင် MAXIMUM ဖြစ်သည်။ ထို့နောက် $\frac{\lambda}{4}$ အကွာတိုင်း MAX နှင့် ZERO တို့ အစဉ်လိုက်ပေါ်နေသည်။ (A) တွင် LINE ၏အဆုံးမှ $\frac{\lambda}{4}$ အကွာတွင် MAXIMUM ဖြစ်သည်။ ထို့အကွာအဝေးတိုင်းတွင် MAXIMUM ဖြစ်သည်။ ဤပုံ၌ LINE ပေါ်ရှိ RESULTANT CURRENT WAVE ကိုပြထားသည်။

ဤနည်းတူ LINE တစ်လျှောက် SHORT CIRCUIT ဖြစ်သောကြောင့် IMPEDANCE ZERO ဖြစ်သော VOLTAGE သည်လည်း ZERO ဖြစ်သည်။ VOLTAGE WAVE နှင့် LINE အဆုံး ဖွင့်ထားသည့်အတွက် အဆုံးတွင် MAXIMUM ဖြစ်သည်။

ထို့ကြောင့် LINE တစ်လျှောက်တွင်၊ ထိုအကွာ $\frac{\lambda}{4}$ တိုင်းတွင် VOLTAGE WAVE တို့၏ ပုံစံမှာ REFLECTED WAVE MAXIMUM ကိုရှိလာသည်။ RESULTANT VOLTAGE WAVE ကို (CB) တွင်ပြထား၊ လာသည်။ ထို့သည်ကြောင့် LINE တစ်လျှောက် $\frac{\lambda}{4}$ အကွာတိုင်း MAX နှင့် ZERO သို့ တစ်လှည့်စီ ပြောင်းလဲနေသည်။

အကယ်၍ ENERGY SOURCE ရှိရာအဆုံးမှာ အတွေ့အကြုံ၊ ကွဲပြားသော LINE တွင် ENERGY SOURCE မှထွက်ပြီး POWER သည် SHORT CIRCUITED POINT ကို ရောက်သည်နှင့်တပြိုင်နက်၊ ပြန်လည် DIRECTION ကိုပြောင်း၊ SOURCE အကဲ့သို့ပြန်သွား၊ ဖြစ်သည်။ SOURCE ထဲသို့ပြန်ရောက်သော POWER ကို REFLECTED ဟုခေါ်ဆိုသည်။ LINE တစ်လျှောက် RESULTANT WAVE များကို STANDING WAVES ဟုခေါ်ဆိုသည်။

(CB) STANDING WAVE IN OPEN-CIRCUITED LINE



INFINITELY LONG LINE ASSUMED.

အဆင်တွေ့ Tx LINE END ၌ O/C ဖြစ်သောကြောင့် ထိုစုတွေ့တွင် CURRENT ဟာ သုညဖြစ်ပြီး VOLTAGE ကတော့ အများဆုံးဖြစ်ပါသည်။ ထိုအချက်ကြောင့် အားလုံးသော POWER သည် သင့်လျော်စွာ သယ်ဆောင်ပြီးဖြစ်၍ REFLECTED POWER မရှိပါ။ LINE END တွင် CURRENT ဟာ အများဆုံးဖြစ်ပြီး VOLTAGE ကတော့ သုညဖြစ်ပါသည်။ ဒါကြောင့် POWER ဟာ သုညဖြစ်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် REFLECTED POWER ဆိုတာလည်း မရှိပါ။ အမှန်တကယ်တော့ LINE တစ်လျှောက်လုံးမှာ CURRENT နဲ့ VOLTAGE တို့ဟာ OUT OF PHASE ဖြစ်ကြပါသည်။ LINE ဆုံးရှုံးမှု $\frac{1}{4}$ အတွက်တွင် IN PHASE ဖြစ်ကြပြီး $\frac{1}{4}$ အတွက်တွင် OUT OF PHASE ဖြစ်ပါသည်။ ဤသို့ဖြင့် OUT GOING POWER နှင့် REFLECTED POWER ဆိုသည်မှာ LINE တစ်လျှောက် အဆုံးရှုံးတွင် IN-PHASE ဖြစ်ကြပြီး အဆုံးရှုံးတွင် OUT OF PHASE ဖြစ်ကြသည်။ ထို့ကြောင့် LINE တစ်လျှောက် STANDING WAVE များ ဖြစ်ပေါ်ပါသည်။

သတ်မှတ်ချက်အရဖြစ်သည့် Tx LINE END တွင် LINE CHARACTERISTIC IMPEDANCE နှင့် LOAD တန်ဖိုးချင်း ညီမျှသောကြောင့် STANDING WAVE များ ဖြစ်ပေါ်ခြင်းမရှိပါ။

အဆုံးရှုံးမှုရှိသည့် INCIDENT WAVE (OUT GOING) နှင့် REFLECTED (IN COMING) WAVE တို့ဟာ LINE တစ်လျှောက်တွင် IN PHASE, အချို့ OUT OF PHASE ဖြစ်ကြ၍ ရလာဒ် RESULTANT WAVE များ STAND WAVE များ ဖြစ်ပေါ်ကြပါသည်။

အဆုံးရှုံးမှုမရှိသော LINE တစ်လျှောက် CHARACTERISTIC Z များနှင့် LOAD တို့ ညီမျှသောအခါ LINE တစ်လျှောက် ST WAVE များ ဖြစ်ပေါ်ခြင်းမရှိပါ။ အဘယ်ကြောင့်ဆိုသော် INCIDENT & REFLECTED WAVE များသည် LINE တစ်လျှောက် မည်သည့် WAVE LENGTH တွင်မဆို OUT OF PHASE ဖြစ်ကြသည့် RESULTANCE ဟာ ZERO ဖြစ်ပေါ်ပါသည်။ အဆုံးရှုံးမှုမရှိသော SOURCE မှ ထုတ်လွှတ်သော POWER အားလုံး LOAD IMPEDANCE မှ ဖြစ်ပေါ်ပါသည်။ {SEE SWR ON P.65}

CHARACTERISTIC IMPEDANCE CALCULATION

5.2 (2006)

$$Z_{zero} = \sqrt{\frac{R+j\omega L}{G+j\omega C}} \qquad Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \rightarrow R=G=0.$$

$$Z_0 = \sqrt{Z_{OC} \times Z_{SC}} \qquad Z = \sqrt{Z_O \cdot Z_L}$$

Z_0 = Characteristic Impedance of line,

Z_{OC} = ——— when it is open-circuited.

Z_{SC} = ——— when it is short circuited.

PROPAGATION CONSTANT (γ)

$$\gamma = \log_e \frac{I_R}{I_S} \text{ (per unit length.)} \quad \text{-/mile}$$

I_R = Receiving current.

I_S = Sending current.

$\ln \frac{E_R}{E_S}$.

$$\gamma = \sqrt{(R+j\omega L)(G+j\omega C)} \rightarrow Z_0 (G+j\omega C)$$

$$\gamma = \alpha + j\beta$$

α = Attenuation constant Nepers/mile.

β = Phase constant in Radians/mile.

γ = Propagation constant/mile.

(Ex:1) Tx LINE တစ်ခုတွင် အစိုးရတွေ့ရသော constant များမှာ 1000 Hertz တွင် $R = 4.1\,\Omega$, $L = 0.00337\,H$, $C = 0.00915$ MFD ဖြစ်ပြီး ($G = \mho$) shunt resistance ကားလုံးဝမရှိသော်လည်း ထိုအခါ LINE ၏ CHARACTERISTIC IMPEDANCE, ATTENUATION IMPEDANCE, α, β တို့ကိုရှာပါ။

$f = 1000$ Hz, $R = 4.1\,\Omega$, $L = 3.37$ mH, $C = 0.00915$ MFD/mile, $G = 0$ mhos/mile. given.

$Z_0 = ?$ $\alpha = ?$ $\beta = ?$

$\omega L = 2\pi \times 10^3 \times 3.37 \times 10^{-3} = 21.16\,\Omega$

$\omega C = 2\pi \times 10^3 \times 0.00915 \times 10^{-6} = 57.45 \times 10^{-6}\ \mho$

$\therefore Z_0 = \sqrt{\dfrac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} = \sqrt{\dfrac{4.1 + j21.16}{0 + j57.45 \times 10^{-6}}} = \sqrt{\dfrac{21.95 \angle 79.26^\circ}{57.45 \times 10^{-6} \angle 90^\circ}}$

$= \sqrt{382000 \angle -10.74^\circ} = 610 \angle -5.37^\circ$ ← (Ans.

$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$

$= \sqrt{21.95 \angle 79.26^\circ \times 57.45 \angle 90^\circ} \times 10^{-3}$

$= \sqrt{1260 \angle 169.26^\circ} \times 10^{-3} = 0.0355 \angle 84.63^\circ$.

$\therefore \alpha = 0.0355 \cos 84.63^\circ = 0.003327$ Nepers/mile.

$\beta = 0.0355 \sin 84.63^\circ = 0.0335$ Radians/mile. } Ans:

Approximation

$Z_0 = \sqrt{\dfrac{4.1 + j2 \times \pi \times 1000 \times 0.00337}{0 + j2 \times \pi \times 1000 \times 0.00915 \times 10^{-6}}}$

$= \sqrt{\dfrac{4.1 + j21.2}{0 + j57.5 \times 10^{-6}}} = \sqrt{\dfrac{21.6 \angle 79^\circ}{5.75 \times 10^{-6} \angle 90^\circ}}$

$= \sqrt{0.376 \times 10^{6} \angle -11^\circ} = 612 \angle -5.5^\circ$ #

$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} = \sqrt{21.6 \angle 79^\circ \times 5.75 \times 10^{-6} \angle 90^\circ}$

$= \sqrt{1243 \angle 169^\circ} \times 10^{-3} \Rightarrow \gamma = 0.0353 \angle 85.5^\circ$

$\alpha + j\beta = \gamma = 0.00336 + j0.035$

$\therefore \alpha = 0.00336$ Neper/mile.

$\beta = 0.035$ Radians/mile. #

Ex:2 Distributed constants of a transmission line are $R = 78\,\Omega$, $L = 1.75\,mH$, $G = 62\,\mu\mho$, $C = 0.0945\,\mu F$, All are per mile loop. Find Z_0, γ, α and β. $\omega = 10 \times 10^3$ rad/sec.

Ex:3. The following constants are taken from a transmission line. $R = 10.4\,\Omega$/mile, $G = 0.8\,\mu\mho$/mile, $L = 3.67\,mH$/mile, $C = 0.00835\,\mu F$/mile, $\omega = 5000$ Radians/sec. Find Z_0, $\gamma = \alpha$ and β for the line.

2/. $R = 78\,\Omega$/mile, $L = 1.75\,mH$/mile, $G = 62\,\mu\mho$/mile, $C = 0.0945\,\mu F$/mile. $\omega = 10^4$ rad/sec.

$Z_0 = \sqrt{\dfrac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} = \sqrt{\dfrac{78 + j17.5}{62 + j945} \times 10^6}$

$= \sqrt{\dfrac{79 \angle 12.8^\circ}{945 \angle 86.24^\circ}} \times 10^3 = \sqrt{0.0836 \angle -73.44^\circ} \times 10^3$

$= 289 \angle -36.72^\circ$ ← (Ans.

79000

74600

$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} = \sqrt{79 \angle 12.8^\circ \times 945 \angle 86.24^\circ \times 10^{-6}}$

$= \sqrt{74600 \angle 99.04^\circ} \times 10^{-3} = 0.2735 \angle 49.52^\circ$ ← (Ans:

$r = \alpha + j\beta = 0.17715 + j\,0.208$

∴ Ans: $Z_0 = 289 \angle -46.72°$ Ω.

$r = 0.2735 \angle 49.52°$.

$\alpha = 0.177$ Nepers/mile.

$\beta = 0.208$ Radians/mile.

၃။ $R = 0.4\,\Omega$/mile, $G = 0.8\,\mu$S/mile, $L = 3.67$ mH/mile, $C = 0.00835\,\mu$F/mile, $\omega = 5000$ radians/sec.

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R+j\omega L}{G+j\omega C}} = \sqrt{\frac{0.4+j18.35}{0.8+j41.75}\times 10^3} = \sqrt{\frac{21.4\angle 60.88°}{41.75\angle 1.098°}\times 10^3}\ \Omega$$

$= \sqrt{0.4125\angle 59.782°}\ k\Omega = 641.5\angle 29.891°\ \Omega$.

$r = \sqrt{21.4 \cdot 41.75 \angle 61.978°} = 29.92\angle 30.089°$.

$r = x + j\beta = 25.8 + j\,15.175$

∴ Ans. $Z_0 = 602\ \Omega$ $r = 29.9$.

$\alpha = 25.8$ Nepers/mile, $\beta = 15.175$ Radians/mile.

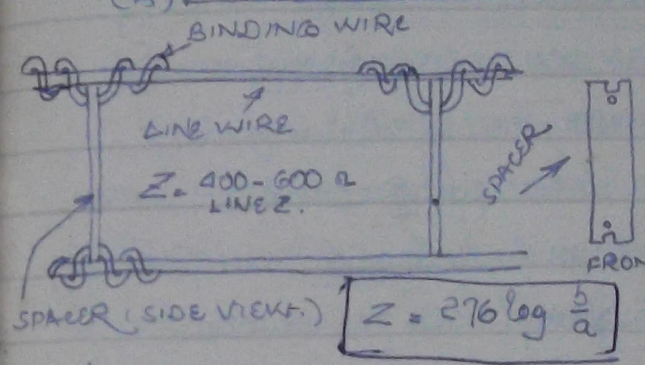
ဒီအပတ်စာသင်ခန်းစာတွေ အားလုံးကိုတော့ ဆရာမ သင်ပြပြီးပါပြီ။
ဒီအပတ်စာ တစ်ခုလုံးနဲ့ ဒီ အပတ်အတွက်ပြဿနာတွေအားလုံး (ဥပမာနဲ့ ပုစ္ဆာနဲ့)
ကို ထိုးနှက်ပြီး ဆိုတဲ့ သတ်မှတ်ချိန်ကာလ။ LAST WEEK OF AUGUST 83.

$Z = 276 \log \frac{b}{a}$. ပါဝင်းနှစ်ခု ကြိုးကျိုးနှစ်ခု

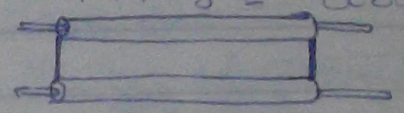
5.5.

25-26.1.83. WED:

(A) PARALLEL LINE CHARACTERISTIC



(TV. ANT. တွင်သုံးသောကြိုးမျိုး)



Z = 75Ω
(30-75)Ω

TWIN WIRE ဟုခေါ်သည်။
ဆက်သွယ်ရေးသုံးသည်။

b = CENTRE TO CENTRE SPACING, a = RADIUS OF CONDUCTOR.

PARALLEL CONDUCTOR TRANSMISSION LINE ဆိုသည်မှာ OPEN WIRE TRANSMISSION LINE ကို ပြောခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ဤလိုင်းသည် အသုံးပြုနိုင်သော FREQ. များ: လျှပ် ၆၀ အထိသို့မဟုတ် ကြာသာရုံသည်။ LINE များမှာ စုပုံကြားတွင် AIR INSULATION အဖြစ်သုံးထားသည်။ LINE ၏ CHARACTERISTIC IMPEDANCE များမှာ 400 Ω TO 600 Ω ဖြစ်ကြ၏။

EX: TRANSMISSION LINE တစ်ခုသည် OUTPUT IMPEDANCE 600 ဖြစ်သော TV တစ်လုံးနှင့် ကြိုးတပ်ဆင်ရာ၌ LINE WIRE များမှာ SWG 12 ($D = 0.08''$) ဖြစ်ပြီး ပြောင်းရွှေ့နိုင်ရန် ဖြစ်၏။ LINE WIRE များကို အလွန်အဝေး ထိုးထွက်ရန်လိုသနည်း။

$Z = 276 \log \frac{b}{a}$ $a = 0.04''$, $Z = 600\ \Omega$.

$\therefore b = a \times \text{Antilog}\ \frac{Z}{276}$

$= 0.04 \times \text{Ant.}\frac{600}{276} = 0.04 \times \text{Ant.}\,2.175 = 0.04 \times 149.7 = 5.988''$
(6" NEARLY)

MAXIMUM POWER ရရှိရန်နှင့် STANDING WAVE RATIO အကောင်းဆုံး ရရှိရန် INPUT IMPEDANCE 600 Ω ဖြစ်ရန်လိုသည်။

∴ LINE IMPEDANCE = 600 Ω.

$$Z_0 = 138 \frac{1}{\sqrt{k}} \log \frac{b}{a}$$

5.5. (B) COAXIAL LINE



{50Ω - 75Ω}

COAXIAL LINE ဆိုတာ တွင်းပိုက်ကြီးတစ်ခုအတွင်းမှာ ကြိုးတစ်ချောင်းကို ဗဟိုကျကျ ထားပေးထားတဲ့ line ကို ခေါ်ပါတယ်။ ဒီ line မှာ ပြင်ပက conductor ကို outer conductor လို့ခေါ်ပြီး ဗဟိုကျကျ ထားပေးထားတဲ့ conductor ကို inner conductor လို့ခေါ်ပါတယ်။ ဒီ inner conductor ကို ကြိုးတစ်ချောင်းတည်းနဲ့ ထားပေးတာမျိုးလည်း ရှိသလို၊ ကြိုးသေးသေးလေးတွေ အများကြီးကို ကြိုးမြီးကြိုးတိုင်းနီးပါး ကပ်ပြီး ထုထည်ကြီးကြီးလုပ်ပြီး ထားပေးတာမျိုးလည်း ရှိပါတယ်။ ဒီ inner conductor ကို ဗဟိုကျကျ ထားပေးဖို့ insulation တွေကတော့ လိုအပ်ပါတယ်။ ဒီ insulation တွေကတော့ ဘာပုံစံမျိုးမဆို ဖြစ်နိုင်ပါတယ်။ ဥပမာ - ကြိုးတစ်ချောင်းကို ဗဟိုကျကျ ဆွဲထားပေးတဲ့ ကြိုးတစ်ချောင်းလိုမျိုးလည်း ဖြစ်နိုင်သလို၊ ဒီ inner conductor ကို ဗဟိုကျကျ ထားပေးနိုင်ဖို့ အတွက် ပလပ်စတစ်ပြားလေးတွေ ကြိုးတိုင်းနီးပါး ကပ်ပြီး ထားပေးတာမျိုးလည်း ရှိပါတယ်။ ဒီ insulation တွေကတော့ ဘာပုံစံမျိုးမဆို ဖြစ်နိုင်ပါတယ်။

coaxial line တွေကို diameter အရွယ်အစားပေါ် မူတည်ပြီး အမျိုးမျိုး ခွဲခြားထားပါတယ်။ 50Ω မှ 70 ကျော်အထိ ရှိကြပါတယ်။ ဒီ line တွေရဲ့ char. Z ကို အောက်ပါအတိုင်း conductor တွေရဲ့ dia. တို့ဖြင့် ရှာနိုင်ပါတယ်။

$$Z_0 = 138 \frac{1}{\sqrt{k}} \cdot \log \frac{b}{a}$$

where,

b = INNER DIA. OF OUTER CONDUCTOR,

k = PERMITIVITY OF CABLE,

a = OUTER DIA. OF INNER CONDUCTOR.

EX. TRANSMISSION LINE တစ်ခုရဲ့ အတွင်းဘက်ခြမ်းက COAXIAL CONDUCTOR တွေဟာ INNER CONDUCTOR ရဲ့ အပြင်ဘက် RADIUS နဲ့ ပြင်ပကြီး အတွင်းဘက် CONDUCTOR ရဲ့ OUTER RADIUS တွေ ဘယ်လောက်လဲ။ CABLE ရဲ့ PERMITIVITY က ဘယ်လောက်ပဲဖြစ်ဖြစ် ရှာပါလို့ ဆိုထားတယ်ဆိုပါစို့။

$b = \frac{1}{2}''$, $a = \frac{1}{8}''$, $k = 0.81$

$$\therefore Z_0 = 138 \frac{1}{\sqrt{k}} \log \frac{b}{a} = 138 \cdot \frac{1}{0.9} \cdot \log e = 46.6\,\Omega$$

(0.30103)

ကျွတ်ပေါက် ကရိုကထ

ကိုကျော်ဆိုး ဆေးရွင်

ဝိုင်းတွေ့ခဲ့ကြပြီး ?

$$SWR = \left(\frac{Z_0}{Z_L}\right)^{\pm 1}$$

SWR 81 2A

28.1.83 FRI

5.4. cont.

4 MARKS

78

(C) STANDING WAVE RATIO (SWR)

OUTGOING & REFLECTED WAVE → Ø DIFFERENT WHEN $Z_{LINE} \neq Z_{LOAD}$.

TRANSMISSION LINE တစ်ကြောင်းကို LINE ရဲ့ CHARATERISTIC Z နဲ့ LOAD ဆက်ထားလိုက်ရင် LINE တစ်လျှောက်လုံးမှာ STANDING WAVE တွေ ဖြစ်ပေါ်လာပါတယ်။ ဒီ S.W (STAND) တွေရဲ့ E or V တွေဟာ MAX. TO MIN. VALUE အထိ ကွာခြားတာကို MIN TO MAX. VALUE ဘယ်လောက်ကွာခြားလဲ ဆိုတာကို အတိုင်းအတာ တစ်ခုအနေနဲ့ ဖော်ပြတာကို SWR လို့ခေါ်ပါတယ်။ ဒီ SWR ကို ကျွန်တော်တို့ ဘယ်လို ရှာကြမလဲ ဆိုတာကို အောက်မှာ ဆက်ပြီး ဖော်ပြသွားပါမယ်။ SWR ဟာ TX LINE ရဲ့ အဆုံးမှာ တွေ့ကြရတဲ့ LINE ရဲ့ Z နဲ့ LOAD ရဲ့ Z တို့ တူညီမှုပေါ် မူတည်ပြီး 1 ကနေ အဆုံးမဲ့ ကြီးနိုင်ပါတယ်။ အကောင်းဆုံး SWR ဟာ LINE ရဲ့ Z နဲ့ LOAD ရဲ့ Z တို့ တူညီတဲ့ အခါမျိုးမှာ 1 ဖြစ်ပါတယ်။ အဲဒီလို တူညီမှုမရှိတဲ့ အခါမျိုးမှာ SWR ဟာ 1 ထက် ကြီးသွားပါတယ်။ အဲဒီလို တူညီမှုမရှိတဲ့ အခါမျိုးမှာ LOAD ရဲ့ Z ကို LINE ရဲ့ Z နဲ့ MATCHING ဖြစ်အောင် လုပ်ပေးဖို့ လိုအပ်ပါတယ်။ ဒီလို MATCHING လုပ်ပေးတဲ့ နည်းလမ်းတွေကိုလည်း အောက်မှာ ဆက်ပြီး ဖော်ပြသွားပါမယ်။

$$\therefore SWR = \frac{Z_0}{Z_L} \text{ (or) } \frac{Z_L}{Z_0}$$

(ဖော်ပြထားတဲ့ ပုံစံနှစ်မျိုးထဲက တစ်မျိုးမျိုးကို ကျွန်တော်တို့ ကြိုက်သလို သုံးနိုင်ပါတယ်။)

WHERE, Z_0 = CHA: Z OF THE LINE, Z_L = LOAD IMPEDANCE.

5.6. MATCHING TRANSFORMERS

(တွက်ခဲ့ပြီးခဲ့တဲ့အခါတုန်းက ANT. Z, LINE Z တွေဟာ မျှတမှုမရှိကြပါဘူး NOT MATCH ဖြစ်ကြတယ်။ ANT တွေဟာ PURE R တန်ဖိုးတွေ (RESONANCE) ဖြစ်ဖို့ ANT ရဲ့ IMPEDANCE တွေဟာ PURE RESISTANCE (RESONANCE) ဖြစ်ဖို့ လိုအပ်ပါတယ်။ LINE တွေဟာ တူညီအောင်လုပ်ခဲ့ကြပါတယ်။ LINE တစ်လျှောက်လုံးမှာ S.W. တွေ ဖြစ်ပေါ်ခြင်းဟာ LINE ရဲ့ Z နဲ့ LOAD ရဲ့ Z တို့ မတူညီခဲ့လို့ပါ။ LINE တစ်လျှောက်လုံး STANDING WAVE တွေ ဖြစ်ပေါ်သွားတာကြောင့် LOAD နဲ့ LINE ဆက်ထားတဲ့ နေရာမှာ STANDING ပါ တွေ့ရတဲ့ ကျွန်တော်တို့ ကြုံတွေ့ရတဲ့ LOAD နဲ့ LINE ဆက်ထားတဲ့ နေရာမှာ MATCHING TRANS. ကို သုံးပြီး ချိတ်ဆက်ပေးခဲ့ကြရပါတယ်။

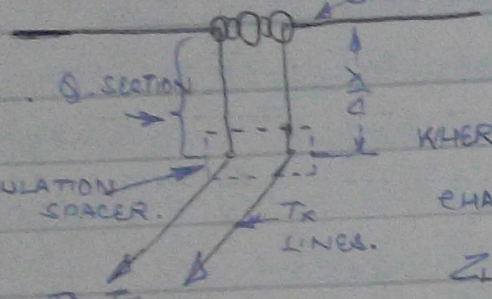
ဆွေးစားသောက်ဆိုင်၊ ဆိုင်ရောတလက်စားဆွေးခင်ဗျာ

ဒါ ကျွန်တော်အတွင်း တော့ 2.5.83.

အဆင့်ဆင့်ထုတ်တဲ့အခုံတာကို $\frac{1}{60}$ တာအထိ ကွဲပြားသွားတယ်။ (အလျားကို ပေးနိုင်တယ်)

$$Z_Q = \sqrt{Z_0 Z_L}$$

QUARTER WAVE MATCHING TRANSFORMER (Q. SECTION.)



$Z = \sqrt{Z_0 \times Z_L}$ ✓ → 78 ohms.

WHERE, Z = CHA: Z OF Q. SECTION, Z_0 = CHARAC: Z OF THE LINE,

Z_L = CHA: Z OF THE ANT. (OR LOAD.)

Q. MATHING Tx LINE တွေကို LINE ရဲ့ Z နဲ့ ANT. ရဲ့ Z တို့ကို MATCH ဖြစ်အောင် MATHING TRANSFORMER တစ်ခုကို တည်ဆောက်ထားတယ်ဆိုရင်၊ ဥတွေဟာ Q.W. TRANSFORMER ဟုခေါ်ပြီး Q. SECTION ကိုဆောက်ပြထားတာဖြစ်တယ်။ Z_0 နဲ့ Z_L ကိုသိရင်တော့ ဘာမှမခက်ခဲတဲ့ FORMULA ကိုအသုံးပြုပြီး MATCHING SECTION ရဲ့ Z (Z) ကိုရှာပေးနိုင်ပါတယ်။

PROB.1. CHA: Z ထုတ်လုပ်ထားတဲ့ LINE နဲ့ Z_L = ၇၂ အုတ်ထားတဲ့ DI-POLE ANTENNA တို့ကိုဆက်သွယ်ထားရာမှာ ဖြစ်ပေါ်လာမယ့် SWR ဆိုတဲ့ကိန်းဂဏန်းကို၊ ဒုတိယ SW လွှဲပြောင်းတာကိုရှင်း Q. MATCHING SECTION တစ်ခုထည့်သုံးခဲ့ပါက ဘုံး Q SECTION ရဲ့ ဂဏန်းကိုရှာပါ။ Q. SECTION အတွက် 0.5" DIA: ရှိတဲ့ METAL TUBE (HOLLOW) ကိုသာသုံးမယ်ဆိုရင် MATCHING SECTION တွင် CONDUCTOR ကြိုးဝိုင်းအရွယ်အစား = ?

ex. Tx LINE တစ်ခုရဲ့ DISTRIBUTED CONSTANT တွေက R = 78Ω, G = 66μS, L = 1.75μH, C = 0.0945μF (1 mile ပေါ့အတွက်) အသီးသီးပြုလုပ်ထားတယ်။ ω = 10k rad/s တွင် အဲဒီ Tx LINE နဲ့ 75Ω ရှိတဲ့ ANT. တို့ကိုတွဲဖက်အသုံးပြုမယ်ဆိုရင် Q. SECTION ထည့်သုံးခဲ့ပါက Q. SECTION ရဲ့ အသုံးပြုရမယ့် LINE ရဲ့ RADIUS နဲ့ LINE နှစ်ခုကြားရဲ့ အလှမ်းအဝေးတွေကို ရှာပါ။ ဒုတိယတစ်ခု MATCHING SECTION LINE အတွက် 0.75" DIA ရှိ METAL TUBE တွေသုံး၊ ကြိုးဝိုင်းအသုံးပြုပြီး LINE နှစ်ခုကြားရဲ့ အလှမ်းအဝေးကိုတွေ့ရအောင် ရှာပေးပါဦးဗျာ။

81, 82 ပြဿနာတစ်ခုစီ အဖြေနှစ်ခု။ 793 → 16 MKS

1.) $Z_0 = 600\Omega$, $Z_L = 72\Omega$ (ANT. 25)

$\therefore$ SWR $= \frac{Z_0}{Z_L} = \frac{600}{72} = 8.33$.

$\therefore$ Q. SECTION ရဲ့ IMPEDANCE, $Z = \sqrt{R_0 \times Z_L} = \sqrt{600 \times 72}$ (25, 3)

$= 24\sqrt{3}$ (5, 8)

$= 120 \times 1.732$

$= 207.852\Omega$ ✓ ၀၂၀၀၀

Q. SECTION ရဲ့ CONDUCTOR ကြိုးဝိုင်းအရွယ်အစားကို ရှာပေးပါ။

$a = \frac{0.5}{2} = 0.25 = \frac{1}{4}$". $Z_0 = 208\Omega$. ✓

$Z_0 = 276 \log \frac{b}{a}$.

$\therefore b = a \cdot \text{Ant.} \frac{Z_0}{276}$

$= \frac{1}{4} \cdot \text{Ant.} 0.754 = \frac{1}{4} = 05.675$

$= 1.42$". ← (Ans.)

ex. $R = 88\Omega$, $G = 66\mu S$, $L = 1.75\mu H$, $C = 0.0945\mu F$/mile. $\omega = 10k\,rad/s$. $Z_0 = ?$ $Z_L = 75\Omega$. $Z = ?$ LINE RADIUS, $a:b = ?$ IF $a = 0.75$", $b = ?$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} = \sqrt{\frac{88 + j0.0175}{66 + j945}} \times 10^3$$

$$= \sqrt{\frac{88\angle 0^\circ}{945\angle 86.24^\circ}} \times 10^3 = \sqrt{0.02965\angle -86.24^\circ} \times 10^3 = 172.19\Omega.$$

$\angle -43.12^\circ$

$$\therefore Z = \sqrt{Z_0 \times Z_L}$$

$$= \sqrt{172.4 \times 75}$$

$$= 113.65\ \Omega.$$

$$\therefore Z_0 = 276 \log \frac{b}{a}\ \Omega$$

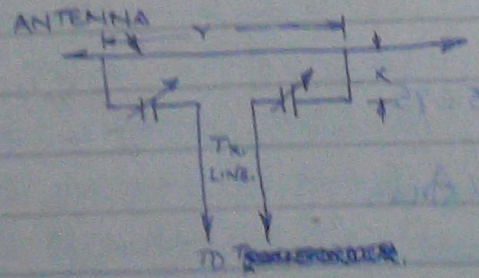
$$113.65 = 276 \log \frac{b}{a}$$

$$\therefore 2.185 = \frac{b}{a} \rightarrow a:b = 0.3672 \leftarrow \text{Ans.}$$

$$a = 0.375"$$

$$b = 0.375 \times 2.185 = 0.8193"$$

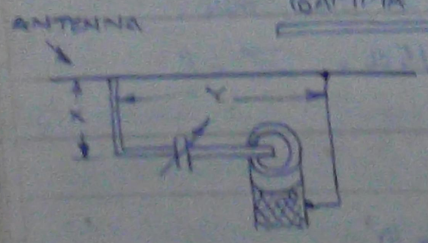
"T" SECTION.

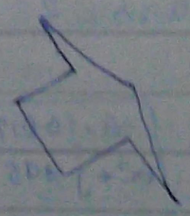


$$Y = \frac{130.5}{f(MHz)}\ ft.$$

$$X = \frac{114}{f(MHz)}\ in.$$

GAMMA MATCHED SECTION





ဤအခြင်း T နှင့် GAMMA MATCHED SECTION တို့ကိုပြုလုပ်ထားသည်မှာ ANTENNA အစိုးစံ၏ IMPEDANCE သည် ဂုဏ်ဖြစ် အားလျော်တစ်ကြောင်းတည်းသော အသံလိုင်းကြိုးနှင့် အားလျော်စေရန်ဖြစ်ပြီး အကြောင်းမှာ အစိုးစံ၏ IMPEDANCE ဖြစ်သည်ကို ဆုံးဖြတ်ရန်ခက်ခဲသည်။ ထို့ IMPEDANCE ဖြစ်သည်ကိုလည်း အသံလိုင်းကြိုးနှင့် အားလျော်စေရန် ကိုယ်စီကိုယ်ငှ၊ အသုံးပြုရန်ခက်ခဲသည်။ ထို့ကြောင့် အသုံးပြုမည့် LINE IMPEDANCE နှင့် MATCHED ဖြစ်စေရန်၊ ထိုအတွက်နှင့်ကိုက်ညီစွာ ပြုလုပ်ထားရသည်။ ဤပုံဘွဲ့ခြင်း၌ ပြုလုပ်သောအတွက်နှင့်ပြုလုပ်ပြီး TRANSMISSION LINE ကို ဝင်ရိုက်အောက်ဆုံးတိုင်အောင် ပြုလုပ်ထားသော အကြောင်းကြောင့်ဖြစ်သော် LINE နှင့်စုစုစုပေါင်း အားလျော်အောင် သည်ဖြစ်ပြီး ANTENNA အောက်ဆုံးတိုင်အောင် ပြုလုပ်ထားသော အကြောင်းကြောင့် တွေ့ရှိခဲ့ရပေ။ ထို့ကြောင့် LINE နှင့် ANTENNA အကြားတွင် အားလျော်စေရန် 'T' SECTION ကို အသုံးပြုရသည်။

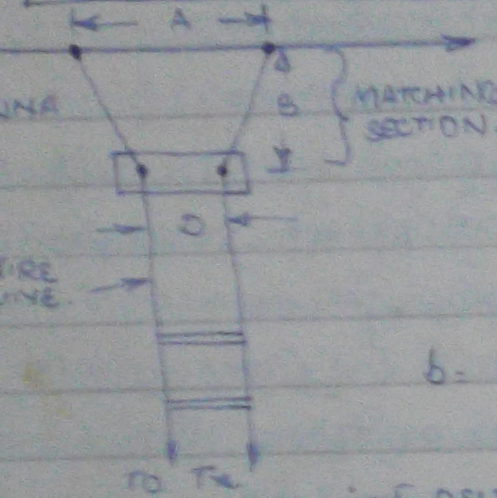
'T' SECTION အားလျော်အောင် ပြုလုပ်သည်အခါ အဖြစ်များသော် ELECTRICAL BALANCE ကို ပျက်စီးစေရန် ပြုလုပ်ပေးရသည်။ အားလျော်: T အောက်တွင်သော 'T' CONDUCTOR များသည် ANTENNA WIRE နှင့် အတူတူ TRANSMISSION LINE အတွက် အသုံးမပြုသင့်ပါသည်။

ယခုကဲ့သို့ MATCHING SECTION များကို LINE နှင့် ANTENNA တို့အကြား အဆင့်ဆင့် အသုံးပြုသော်လည်း RESONANCE အခြေအနေအတွက်ကို ပျက်ပြီ ခိုင်ခဲ့ရပါ။ ထိုအခါ ပုံတွင်ပြထားသကဲ့သို့ SERIES CAPACITOR များကို ထည့်သွင်းပြီး ဤပြဿနာကို ဖြေရှင်းလေ့ရှိပြီး ဖြစ်ပြီး S.W.R အတွက်ကိုသုံးကြီး MATCHED ဖြစ်စေရန်ကသည်။

GAMMA MATCHED SECTION ကိုလည်း၊ တစ်ဆင့်အသုံးပြုရသည်။ 'T' MATCHED SECTION ကဲ့သို့ ပုံတစ်ဆင့်အသုံးပြုရသည်။ ဤကို co-axial LINE များ အသုံးပြုသည်။

80 AA | 81 2A | MKS

DELTA MATCHED SECTION



$$A = \frac{118}{f(MHz)} \text{ ft.}$$

$$B = \frac{108}{f(MHz)} \text{ ft.}$$

b = D = LINE WIRE SPACING.
(CENTRE TO CENTRE DISTANCE).

ဒါမျိုးက DELTA MATCHED SECTION ကိုတော့ ပြထားပါသည်။
MATCHED SECTION ဆိုတာကတော့ TRANSMISSION LINE နဲ့ ANTENNA ကြားမှာ
အသုံးပြုသောတွေ့ဆုံမှုနေရာ ဖြစ်ပြီး ANTENNA ဘက်ကို တစ်ဖက်ပြီးတစ်ဖက်
ချဲ့ထွင်သွားသည်။ ဒီလိုချဲ့ထွင်ပေးခြင်းအားဖြင့် LINE နဲ့ ANTENNA ကြားမှာ
TRANSMISSION LINE ကို ANTENNA ဘက်ကို တစ်ဖြည်းဖြည်း ခုခံမှုကို ကာသွားစေပြီး
အင်ပီဒင်းတူအောင်ပေးသည်။

ဒီမှာဆို Tx LINE ကို ဘယ်လောက်ဝေးဝေး ဆွဲပြီးဆွဲ၊ ဘယ်နှစ်ပေ
LINE ရဲ့ IMPEDANCE ဘယ်လောက်ပဲဖြစ်ဖြစ်
A နဲ့ B တို့ကို တွက်ဆို့ရုံပဲ ရှိပါတယ်။

အားလုံးမှာ NO:

ANTENNA ရဲ့ IMPEDANCE ကိုပဲကြည့်ပြီး
ဘယ်နှစ်ပေ ဖြစ်သည်။

frequency

ပေးစေလိုသော S.P.B THIS:

1.2.3. PAGE: 11

5.7. Balancing Device (BALUN)

BALANCE AND UN BALANCE
BAL UN

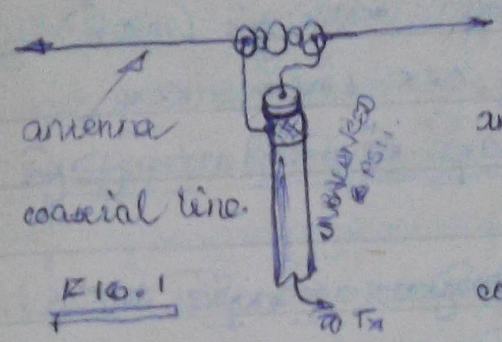


FIG. 1

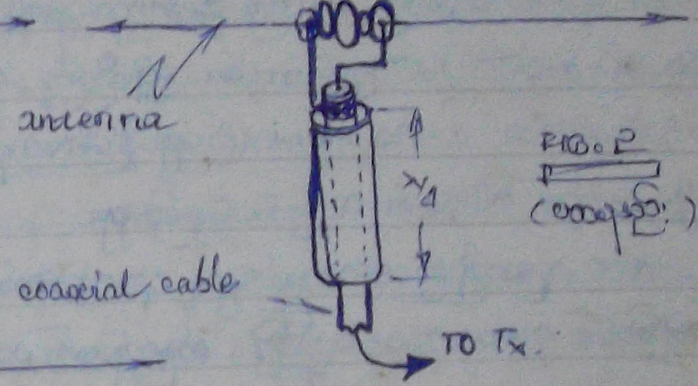


FIG. 2
(ပထမအမျိုး)

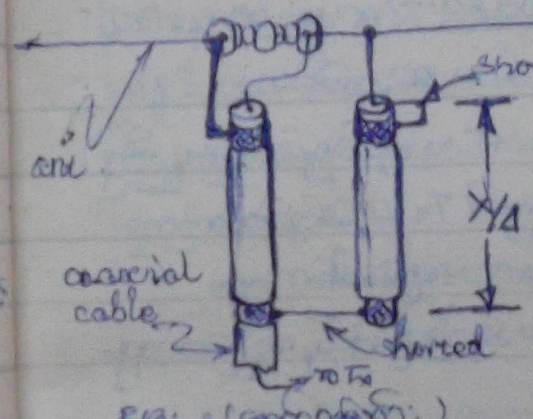


FIG: 3. (ဒုတိယအမျိုးအစား)

Ant. တစ်ခုကို OPEN WIRE LINE နဲ့ချိတ်
ဆက်လျှက်နဲ့ ANT. ဆီကို တိုက်ရိုက်ဆွဲတင်ပြီး ကြိုးမဲ့
ဆက်သွယ်ရေးစနစ်မှာ ဖြစ်ပြီး ANT. ကို LINE ဆီသို့ BALANCE
ပြောင်းပေးခြင်း ဖြစ်သည်။ ဥပမာတစ်ခု COAXIAL LINE ကိုသုံး Tx
LINE ဆက်တဲ့အခါ ဒုံး - ဒါတွေမှာသုံးတာ ဖြစ်ပြီး ဘာသုံးပုံတွေကို
BALANCE ပြောင်းပေးတာလဲ ANTENNA ကိုဆွဲတင်
တစ်ခုတည်းကို COAXIAL ရဲ့ CORE ကြိုးနဲ့ဆက်လိုက်၊ ကျွတ်ကာဖိုကို SHIELD ကြိုးနဲ့ဆက်တာမျိုးဆိုရင်
SHIELD ပေါ်မှာ ဖြစ်ပေါ်လာတဲ့ CURRENT က RADIATE ဖြစ်လာတဲ့ ELECTRO MAGNETIC FIELD ကို
CORE ပေါ်မှာ ဖြစ်ပေါ်လာတဲ့ CURRENT က RADIATE မဖြစ်လာပါဘူး။ ဒါဟာ FIELD ကတွေကြုံလိုက်ရပြီးတော့
ဒီလိုမျိုး SHIELD ပေါ်မှာ ဖြစ်ပေါ်လာတဲ့ CURRENT တွေကြောင့် RADIATION ဖြစ်ခြင်း မရှိတဲ့အတွက်
ဒီလိုမျိုး ANT. တစ်ခုကို ကြိုးတစ်ခုတည်းနဲ့ ဆွဲတင်ပေးတာကို BALANCE ပြောင်းပေးတာလို့

LINEAR BALUNS:-

LINE VARIATION တွေ၊ ကြိုးပေါ်မှာ ဖြစ်ပေါ်လာတဲ့ ကွာခြားမှုတွေကို BALUN တွေကနေ၊ BALANCE TO UN-
BALANCE တွေအဖြစ်ကို ထားပေးတာပါ။

ဥပမာ - ဒြပ်ခွဲမြေပြင်ပေါ်တွင် ဖြတ်ပြီးတော့ ဖြန့်ကြဲနေသော ဓာတ်ငွေ့ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော COAXIAL LINE အတွင်းဘက်ပိုင်းကို ANT. နှင့် ညီသော အကွာအဝေးတွင် ဒင်းမင်းချွေးနှင့် LINE ကို SHIELD ထိုး SHORT CKT ပြုလုပ်ထား၏။ ဤသို့ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် COAX LINE ၏ အပေါ်ဆုံး RADIATE လွှတ်လိုက်သော E-M0 PULSE ကို ကျွမ်းဝင်စေသည်။ ဤနည်းကို အသုံးပြုခြင်းဖြင့် ANT နှင့် Tx တို့၏ IMPEDANCE ပေးညှိခြင်း လွယ်ကူစေ၏။

အလားတူစွာပင် ဖြစ်သော်လည်း ကွာခြားချက်အနေဖြင့်တော့ သည်းခံဝင်ငွေ့ ANT. ရေးဆွဲခြင်းမှာ MAGNITUDE ဝင်ရောက်ပြီး ဤတွင်မူ POLARITY ကို အဓိကထား DEVELOPED ဖြစ်စေသော VOLTAGE ကို ရှာဖွေသည်။ ထို့ကြောင့် COAXIAL ၏ SHIELD ပြင်ပမှာ ဝင်ရောက်လာသော CURRENT သည် အတွင်းဘက်ရှိ CONDUCTOR ကို ဖြတ်ပြီး ဖြန့်ကြဲသွားသော ELECTRIC FIELD ကို ဖြတ်ကျော်ရသည်။ ထို့ကြောင့် POLARITY ကွဲပြားသော VOLTAGE ကို ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ထို့ကြောင့် Tx LINE တွင် RADIATION ဖြစ်ပေါ်ခြင်းသည် ဤကဲ့သို့ ဖြစ်ပေါ်ခြင်း ဖြစ်သည်။ Tx နှင့် ANT. တို့၏ Z များကို ကွဲပြားစေခြင်း၊ ပြုလုပ်ခြင်းတို့ကြောင့်

(Tx LINE ပြီးပြတ်ပြီ။)

ANTENNA

အခန်း - 6

6-1. DEFINITIONS

1. SELECTING AN ANTENNA :-

ANT. တစ်ခုအသုံးပြုတွင် ဆုံးဖြတ်ရာတွင် FREQ., တည်ဆောက်ရလွယ်ကူခြင်း, MAX. RADIATION ရရှိစေရန်အတွက် ပြုလုပ်ရမည့် POLARITY ကို ဆုံးဖြတ်ခြင်းတို့ ဖြစ်သည်။ ဥပမာ VHF ကို အသုံးပြုသော်လည်း ဝင်ရောက်လာသော CURRENT သည် အတွင်းဘက်ရှိ CONDUCTOR ကို ဖြတ်ပြီး ဖြန့်ကြဲသွားသော ELECTRIC FIELD ကို ဖြတ်ကျော်ရသည်။ ထို့ကြောင့် POLARITY ကွဲပြားသော VOLTAGE ကို ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ထို့ကြောင့် Tx LINE တွင် RADIATION ဖြစ်ပေါ်ခြင်းသည် ဤကဲ့သို့ ဖြစ်ပေါ်ခြင်း ဖြစ်သည်။ Tx နှင့် ANT. တို့၏ Z များကို ကွဲပြားစေခြင်း၊ ပြုလုပ်ခြင်းတို့ကြောင့်

2. POLARIZATION :-

STRAIGHT WIRE ANTENNA တစ်ခုမှ RADIATE ဖြစ်သော E. M0 WAVE ကို ELECTROMAGNETIC WAVE

POLARIZATION ဆိုသည်မှာ ကွဲကြာကြာပြန်ဆိုရလျှင် ANT. ၏ တည်ဆောက်ပုံအရ ရရှိလာသော ဓာတ်ငွေ့ကြိုးများ ကွဲပြားခြင်းသည် ဖြစ်သည်။ ဥ. VERICAL ANT. PRODUCES VERTICALLY POLARIZED WAVE ဖြစ်ပြီး HOR. PRODUCES HORIZONTALLY POLARIZED WAVE တို့ ဖြစ်ကြသည်။

3. VERTICAL ANGLE OF MAXIMUM RADIATION :-

ဤအပိုင်းတွင် အသုံးပြုထားသော ANT. ၏ RADIATE ပြုလုပ်သော E. M0 WAVE ကို FREE SPACE PATTERN ပေါ်တွင် ဖြတ်ကြည့်လိုက်သောအခါ အမြင့်ပိုင်းအတွက် RADIATION ANGLE တွက်ထုတ်ခြင်းသည် ဖြစ်သည်။ ဥ. VERICAL ANTENNA PLAN VIEW → UNIFORM WAVE ဆိုသဖြင့် SIDE VIEW တွင်တော့ ကွဲပြားသည်ကို တွေ့ရမည်။ RADIATE ပြုသည်။



4. HORIZONTAL ANGLE OF MAX. RADIATION :-

ကြားသိရသော ANT RADIATED E. M0 WAVE ၏ FREE SPACE PATTERN ကို HORIZONTAL PLANE တစ်လျှောက် ပြည့်စုံစွာလေ့လာတိုင်းတာခြင်းဖြင့် ရရှိနိုင်သည်။

5. IMPEDANCE :-

ANT. တစ်ခုလျှောက် အမှတ်အသားပြုချိန်းသော Z ကို ထုတ်လွှတ်လိုသော Y နှင့် ညီတူညီမျှ ကွဲပြားခြင်းသည် ဖြစ်သည်။ ANT. တစ်ခုပြုလုပ်ရာ Z သတ်မှတ် Tx LINE ကို LOAD အဖြစ် တည်ရှိစေရန်၊ ထို့နောက် သတ်မှတ်ထားသော RADIATION အတွက် တစ်ခုနှင့်တစ်ခု ကွဲပြားခြင်းသည် ဖြစ်သည်။ Z သည် RESISTIVE OR REACTIVE ဖြစ်နိုင်သည်။ ANTENNA ၏ ELEMENT များကို ပုံစံမှန်ကန်စေသည်။

6. FIELD STRENGTH:-

ANT RADIATED E. MAGNETIC WAVE ရဲ့ F.S. ဟာ ANT ထဲကစီးဆင်းနေတဲ့ CURRENT ကိုဖြစ်စေပါတယ်။ ANT. WIRE တစ်လျှောက်မှာ STANDING WAVE တွေဖြစ်တယ်။ အဲဒီ STANDING WAVE တွေကြောင့် ANT. WIRE ထဲကစီးဆင်းတဲ့ CURRENT တွေဟာလည်း ကွဲပြားခြင်း RADIATION ဖြစ်စဉ်တွေကြောင့်၊ နို့မဟုတ်သေးခင်ကတည်းကနဲ့ RADIATION မဖြစ်ခင်လေးတည်းက RESONANCE ဖြစ်နေတဲ့ ANT ဆိုရင်းတွင်း STANDING WAVE တွေ တည်ရှိနေပါတယ်။

7. POWER GAIN:- (PASSIVE NETWORK → ∴ O/P < I/P POWER.)

POWER GAIN ဆိုတာ FOY တစ်ခုတည်းတွေကြောင့် MAX. RADIATION ကြွနိုင်တဲ့ အတိုင်းအတာဖြစ်ပါတယ်။ ဒီလို ANT. တစ်ခုရဲ့ OUTPUT POWER နဲ့ ဒီလို FOY ခြင်း အသုံးပြုခဲ့ပြီးမှသော ANT. တစ်ခုရဲ့ကြွနိုင်တဲ့ O/P POWER တို့ကိုနှိုင်းယှဉ်ပြီးတွက်ထုတ်ထားတဲ့ ဆိုင်းရိုးကို ပြောခြင်းဖြစ်ပါတယ်။

8. FRONT-TO-BACK RATIO:- အလင်းရောင်သန့်၊ ရေစက်လှိုင်းတွေ၊ အသံစသဖြင့် ဦးတည်ရာ DIRECTIONAL ANT တွေဟာ MAX. POWER RADIATION ဖြစ်စေတဲ့ DIRECTION နဲ့ ဆန့်ကျင်ဘက် အနှုတ်လက္ခဏာရှိတဲ့ RADIATION ဖြစ်တဲ့ POWER တို့ရဲ့ အချိုးအစားဖြစ်ပါတယ်။

9. BANDWIDTH:-

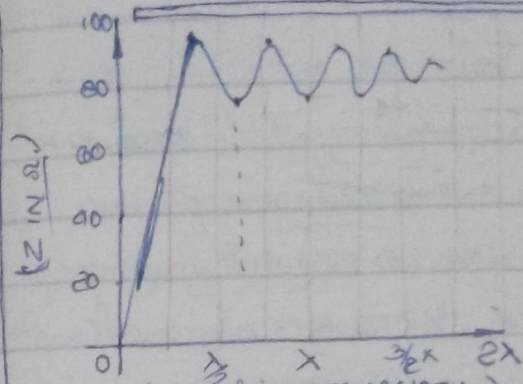
ဖုံးလွှမ်းတဲ့ ANT တစ်ခုနှင့် ဆိုးယွင်းမှုရှိတဲ့ FREQUENCY RANGE တွေကြောင့် ANT. ဆီကနေ ရရှိနိုင်တဲ့ GAIN ရဲ့ အပြောင်းအလဲကို ဆိုလိုပါတယ်။

10. FREE SPACE PATTERN:-

ဒီလို ANT တစ်ခုရဲ့ RAD: PATTERN ဆိုတာ ရေပြင်ကြီးပေါ်မှာ ဆိုင်းရိုးတစ်ခု ထိုးထားတဲ့ REFLECT ဖြစ်စေတဲ့ အရာဝတ္ထုတစ်ခုမှ မပါဘဲ ပြည့်စုံတဲ့ အကွာအဝေး (IN WAVE LENGTH) အထိ RADIATION ဖြစ်စေတဲ့ အကွာအဝေးကို ဆိုလိုပါတယ်။

6.5.

VARIATION OF ANTENNA IMPEDANCE (WITH PHYSICAL HEIGHT.)



ANT. ဟာ RADIATE လုပ်ခဲ့တဲ့အခါ E. MG. WAVE တွေထွက်တဲ့ အခါ ANT ကိုတည်ဆောက်ထားတဲ့ ကြိုးတွေ၊ ဆက်ထားတဲ့ ကြိုးတွေ၊ RADIATION ဖြစ်စေပါတယ်။ ဒီလိုဖြစ်စေတဲ့အခါ RADIATE လုပ်ခဲ့တဲ့ E. MG. FIELD တွေဟာ ကြိုးတွေကို ဖြတ်သွားတဲ့အခါ REFLECTION ဖြစ်စေတဲ့အတွက် REFLECTION ဖြစ်စေတဲ့ WAVE တွေဟာ ANT. ကို ပြန်လာပြီးတော့ ANT. ထဲမှာ INDUCED V ဖြစ်စေပါတယ်။ အဲဒီလို ANT. ထဲမှာ INDUCED V ဖြစ်စေတဲ့အတွက် ANT. ထဲမှာ စီးဆင်းနေတဲ့ CURRENT ဟာလည်း သူ့ဘာသူ CONSTANT ဖြစ်မနေတော့ဘဲ ANT. ထဲမှာ စီးဆင်းနေတဲ့ CURRENT ဟာလည်း ပုံမှန်အတွင်းမှာ ကွဲပြားစေတဲ့ VOLTAGE တွေနဲ့ REFLECTION ကြောင့် ဖြစ်စေတဲ့ VOLTAGE တွေဟာ PHASE ANGLE တွေကွာခြားနေတဲ့အတွက် အနည်းအများကွာခြားသွားတဲ့ ဖြစ်စဉ်ကို ဆိုလိုပါတယ်။ ANT. ထဲမှာ စီးဆင်းနေတဲ့ CURRENT တန်ဖိုးအသစ်ကို ရရှိစေပါတယ်။ Resultant current ဟာ single antenna impedance ကိုဖြစ်စေပါတယ်။ Resultant current ဟာ ant. Z ကိုသာသုံးသပ်ပေးပါတယ်။ Ant. ထဲမှာရှိတဲ့ induced voltage နဲ့ reflected wave ရဲ့ induced voltage တို့ရဲ့ phase difference အနည်းအများကွာခြားမှုပေါ်မှာ ant. Z ဟာ သတ်မှတ်ထားတဲ့ ကိန်းဂဏန်းတစ်ခုအတိုင်း တန်ဖိုးတစ်ခုကို ရရှိပါတယ်။

(Z ဟာ R, L, C တို့ပဲဖြစ်ဖြစ် graph ဆွဲပြီးတော့လည်း ရပါတယ်။)

{ Cont. Height ကိုရောပေး. Z variation ကိုပြောပေး။ }

6. FIELD STRENGTH:-

ANT RADIATED E. MAGNETIC WAVE ကို F.S. ဟုဆို ANT ဆွဲငင်စီးဆင်းသော CURRENT ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သည်။ ANT. WIRE တလျှောက်တွင် STANDING WAVE များဖြစ်တတ်ပြီး ထို့ STANDING WAVE များကြောင့် ANT. WIRE တွင်းရှိ CURRENT များသေးသောနေရာတွင် RADIATION ကြွစွဲများပြီး ဘယ်သောနေရာတွင် RADIATION များသည်ကို သိနိုင်သည်။

RESONANCE ဖြစ်သော ANT တိုင်းတွင် STANDING WAVE များ တည်ရှိလေ့ရှိသည်။

7. POWER GAIN:- (PASSIVE NETWORK → O/P < I/P POWER.)

POWER GAIN ဆိုသည်မှာ ရိုးရိုးရှင်းရှင်းပြောရလျှင် MAX. RADIATION ရှိရာဘက်သို့ ဖောက်ထုတ်ပေးသော ဝေဟင် ANT. တစ်ခုက OUTPUT POWER နှုန်း ထို ရရှိရန်အတွက် အသုံးပြုရမည့် INPUT POWER ပမာဏ ဘယ်လောက်လိုအပ်သည်ကို ပြောခြင်းဖြစ်သည်။ ထိုအချိုးကို ဂဏန်းပြောင်းထားသည်။

8. FRONT-TO-BACK RATIO:- အာကာသရှိ ရေးဆွဲထားသော အားအားသန်ရာ ဦးတည်သော DIRECTIONAL ANT များ၌ MAX. POWER RADIATION ကြွစွဲထွက်ပေးသော DIRECTION နှင့် ထိုအားသန်ရာနှင့် ကွဲလွဲထွက်သွားသော RADIATION ကြွစွဲသော POWER တို့၏ အချိုးပမာဏဖြစ်သည်။

9. BANDWIDTH:-

ဝေဟင်ပျံသော ANT တစ်ခုတွင် ပို့ထုတ်လွှတ်သော FREQUENCY RANGE တစ်ခုကို ANT. တွင် ဖြင့် GAIN ဖြစ်ပေါ်စေနိုင်သော ကြိမ်နှုန်းအပိုင်းအခြားကို ဆိုသည်။

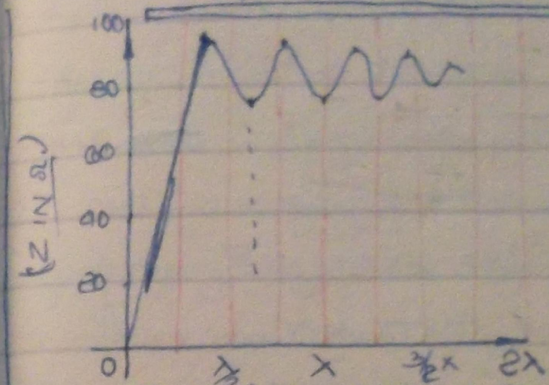
10. FREE SPACE PATTERN:-

ဝိုင်းကွင်း ANT. တစ်ခု၏ PASS PATTERN သည် ဂရုတစိုက်ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းထားသော်လည်း REFLECT ဖြစ်စေတတ်သော အရာဝတ္ထုများ တစ်ခုမျှ မပါရှိသည့် အခြေအနေတွင် (IN WAVE LENGTH) အတိုင်း RADIATION ကြွစွဲသော အားအားသန်ရာကို ဆိုလိုခြင်းဖြစ်သည်။

ဝေဟင်

VARIATION OF ANTENNA IMPEDANCE

(WITH PHYSICAL HEIGHT.)

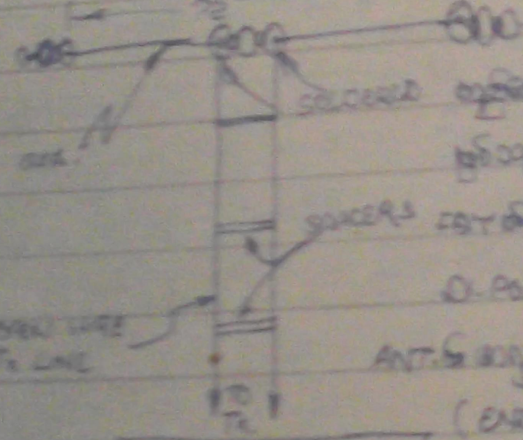


ANT. မှ RADIATE လုပ်ပေးသော E. MG. WAVE များသည် ANT. အား ဆွဲငင်စီးဆင်းစေသည့် CURRENT ကြောင့် RADIATION ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ဤကဲ့သို့ အမြဲတမ်း RADIATE လုပ်ပေးသော E. MG. FIELD များသည် အမြဲတမ်း REFLECTION ဖြစ်ပေါ်စေသည့်အပြင် REFLECTION ဖြစ်ပေါ်စေသော WAVE များသည် ANT. တွင် INDUCED V ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ဒေတာတို့ကို ANT. ထဲသို့ထိုးသွင်းသော POWER သည်သတ်မှတ် CONSTANT ဖြစ်စေရန် ANT. ဆွဲငင်ရာ၌ မိုးကြေးသော CURRENT သည် များသောအခါ နည်းသောအခါ ကွဲလွဲသွားတတ်သည်။ REFLECTION ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော VOLTAGE တန်ဖိုးများ ကွဲလွဲသွားတတ်သည်။ PHASE ANGLE တို့ကြောင့် အချို့သော အချိန်များတွင် ANT. တွင်းရှိ CURRENT သည် များသောအခါ နည်းသွားတတ်သည်။ ထို့ကြောင့် ANT. တွင်းရှိ CURRENT များသည် Resultant current များအတွင် antenna impedance ကလည်း Resultant current နှင့်အမျှ ကွဲလွဲသွားတတ်သည်။ ANT. ရှေ့ကသည်လာသော incident wave နှင့် induced voltage တို့၏ phase difference ကြောင့်လည်း ANT. ၏ height ကို ကွဲလွဲစေတတ်သည်။ ထို့ကြောင့် ANT. သည် ဆွဲငင်စီးဆင်းနိုင်သည့် ဂဏန်းတန်ဖိုးကို ရရှိစေရန် ANT. height ကို ရွေးချယ်ရသည်။

(ဆွဲငင်စီးဆင်းနိုင်သည့် ဂဏန်းတန်ဖိုးကို ဂရပ်ဖြင့်ဖော်ပြထားသည်။)

{ Ant. Height ကွဲလွဲသော Z variation နည်းပေါက်ပုံ }

6-3 (A). HALF-WAVE ANTENNA တစ်ခေါ်တဲ့ O-POLE ANT OR HERTZ ANT CALLED.



HALF-WAVE ANT ဆိုတဲ့ ANT တစ်ခုလုံးရဲ့ အလျားဟာ WAVE LENGTH ရဲ့ တစ်ဝက်ရှိတဲ့ ANT မျိုးဖြစ်ပြီး ANT ရဲ့ အလယ်မှာ FEED လုပ်ပေးထားတဲ့ O-POLE OR HERTZ ANT ဖြစ်ပါတယ်။ ANT ရဲ့ အလျားကို ဖော်ပြတဲ့ FORMULA ကတော့ (END EFFECT ကြောင့်ဖြစ်တဲ့ error ကို ထည့်တွက်ပေးထားတဲ့ ပုံစံဖြစ်ပါတယ်။)

$$L = \frac{492}{f_{MHz}} \text{ feet.}$$

$$L = \frac{300 \times 10^6}{2 f \times 3.28} m = \frac{30000}{2 \times 3.28 \times 5 f} = 492/f \text{ ft.}$$

(meter ကို ပြောင်းတာ)

END EFFECT :- HALF-WAVE LENGTH ANTENNA ရဲ့ EFFECTIVE အလျားဟာ အမှန်တကယ် WAVE LENGTH ရဲ့ တစ်ဝက်ထက် အတိုလေးဖြစ်ပါတယ်။ ∴ ANT ဆိုတဲ့ ကြိုးတန်းတွင် CAPACITOR များ ဆက်ထားသလို ဖြစ်ပြီး Z ပြုန်းတီးမှုဖြစ်စေပါတယ်။ ဒီသို့ဖြစ်ခြင်းကို END EFFECT ဖြစ်ပေါ်စေသည်။ ဒီအကြောင်းကြောင့် ANT တွက်ချိန် HORIZONTAL ANT ဆိုရင်ဖြစ်စေ MULTIPLYING FACTOR ကိန်းဂဏန်းကို ထည့်တွက်ပေးရပါတယ်။ ဒီအကြောင်းအရာက LONG WIRE အခန်းမှာ ဆက်လက်ဖော်ပြပေးပါမယ်။

$$L = \frac{492K}{f} \text{ ft}$$ ကို ဖြစ်စေလိုရင် K = 0.95 ခန့်

ဥပမာ - fo 7.150 MHz အထိလွှင့်တဲ့ O-POLE ANT တစ်ခုအတွက် ကြိုးတန်းရမယ့် အလျားကို ရှာပါ။

$$f = 7.15 \text{ MHz}, \quad K = 0.95$$

$$L = \frac{492K}{f} = \frac{492 \times 0.95}{7.15} = 65.4' \leftarrow \text{(Ans:}$$

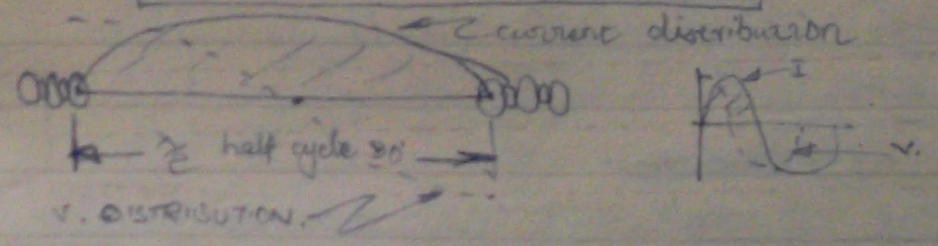
ဥ/ အောက်က ANT. တစ်ခုကို 22MHz အထိ လွှင့်တဲ့ O-POLE ANT အဖြစ် MULTIPLYING FACTOR K = 0.963 ဖြစ်တယ်ဆိုရင် ကြိုးတန်းရမယ့် အလျားကို ရှာပါ။

$$f = 22 \text{MHz} \text{ and } K = 0.963, \quad L = ?$$

$$L = \frac{492K}{f} \text{ ft.} = \frac{492 \times 0.963}{22} = 21.54' \leftarrow \text{(Ans:}$$

(B). CURRENT & VOLTAGE DISTRIBUTION IN HALF-WAVE-LENGTH ANTENNA

3rd Sem. Thi:



HALF-WAVE LENGTH ANT တစ်ခုကိုဝိုက်ပြီး POWER လွှင့်ပေးလိုက်တဲ့အခါ ANT. WIRE တစ်လျှောက် VOLTAGE နဲ့ CURRENT တို့ဟာ တစ်နေရာနဲ့ တစ်နေရာ ကွာခြားမှုရှိတဲ့ ပုံစံမျိုးဖြစ်ပါတယ်။ ANT. ရဲ့ အစွန်းမှာ CURRENT အလွန်နည်းပြီး VOLTAGE အများကြီးဖြစ်ပါတယ်။ ဒီအတွက်ကြောင့် ZERO ဖြစ်နေပါတယ်။ ဒီလိုခေါ်ရတာကတော့ ANT. အစွန်းမှာ အလားတူလျှပ်စီးကြောင်းများ စီးဆင်းနေမှုကြောင့် ANTI-ANT. ရဲ့ အားသစ်ပေးမှုကြောင့် ဖြစ်ပါတယ်။ CURRENT အလွန်များတဲ့ နေရာကတော့ CURRENT ANTI-NODE ဟုခေါ်ပြီး CURRENT အလွန်နည်းတဲ့ နေရာကတော့ CURRENT NODE ဟုခေါ်ပါတယ်။ ဒီအတိုင်းပဲ V အများကြီးရှိတဲ့ နေရာကို V ANTI-NODE ဟုခေါ်ပြီး V အလွန်နည်းတဲ့ နေရာကတော့ VOLTAGE NODE ဟုခေါ်ပါသည်။

CURRENT NODE တွင် CURRENT မှ VOLTAGE သို့ ပြောင်းလဲမှုများ ရှိပါသည်။

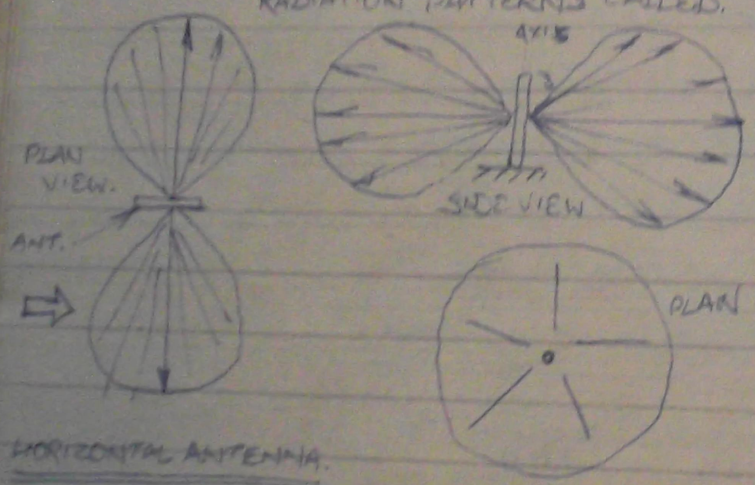
END EFFECT ကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာပုံကို ...

ထိုကဲ့သို့ V. ABOVE အခြားသည်များ V. လုံးဝ မျှတစ်ကြွတ်မရသွားကြောင်းတို့ကို RADIATION RESISTANCE ဖြင့်ရှုမြော်သောကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။

6.4.

RADIATION CHARATERISTICS OF ANTENNAS.

RADIATION PATTERNS CALLED.



HORIZONTAL ANTENNA.

DIPOLE ANT. တစ်ခုမှ RADIATION သည် ကွဲပြားခြားနားမှုများရှိသည်ဟု ဆိုခဲ့ပြီးဖြစ်သည်။ ANT. WIRE ဖြစ်ပေါ်သည့်အခါ ဆန့်ထွက်လာသော RADIATED FIELD STRENGTH အကွာအဝေးတို့မှ ခြားနားမှုရှိပြီး WIRE ၏ တိမ်းစောင်းမှုကြောင့် RADIATION ပုံစံများလည်း ကွဲပြားသွားသည်။ ANT ၏ ဖြန့်ဝေပုံစံကို ထည့်စဉ်းစားလျှင် သတ်မှတ်ထားသည့် အနေအထားတွင် FIELD STRENGTH သည် ANT AXIS မှ အကွာအဝေး ညီမျှသော နေရာများတွင် တူညီသည်ကို တွေ့ရှိရပါသည်။ RADIATION ပုံစံတစ်မျိုးသည် POLAR DIAGRAM ကို ဖော်ပြသည်ဖြစ်ရာ အောက်ပါအတိုင်း ဖြစ်သည်။

ဒေါင်လိုက် VERTICAL ANTENNA ဖြစ်ပါက ညီညွတ်မှုမရှိသော အတည်ပြုထားသည်။

RADIATION ကွဲပြားခြားနားသော FIELD STRENGTH များကို HORIZONTAL DIRECTION တစ်လျှောက်တွင် (တစ်ဝန်းလုံး ပြီးပြည့်စုံမှုရှိမှုရှိကြောင်း) FIELD STRENGTH ထပ်တူညီသော အကောင်းဆုံး HORIZONTAL ANTENNA ဖြစ်ပါက ၄. ခေတ်မီ ANT. များ ပြန့်ကျဲမှုရှိသည်ဟု ဆိုရပါမည်။ ထို့ကြောင့် အကောင်းဆုံး ANT. များ ပြန့်ကျဲမှုရှိသည်ဟု ဆိုရပါမည်။

6-5. ANTENNA FEEDING

(A). HOR. ANTENNAS

1. DIRECT FEEDING-

DIRECT FEEDING ဆိုသည်မှာ HF ရှိ SUPPLYING (OR) TX. LINE ကို ANT. တွင် တိုက်ရိုက်ချိတ်ဆက်ခြင်းဖြစ်သည်။

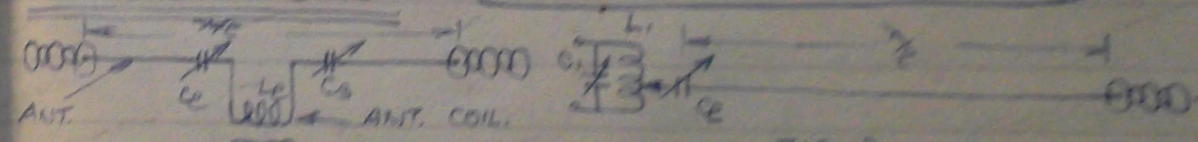


FIG. 1

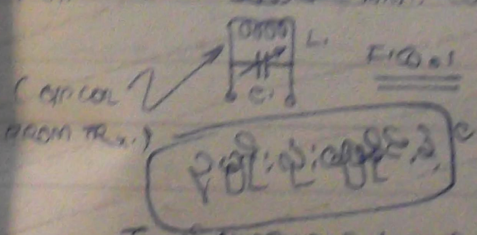


FIG. 2

FIG. 3

Tx. ၏ OUTPUT ကို ANT. သို့ Tx. OP COIL ဖြင့်တဆင့် ANT. ဖွင့် Tx. ကြားတွင်ထားရှိသော FOX, WAVE LENGTH တို့ တစ်ခုခုကြောင့် ANT. နှင့် Tx. ကြားတွင် ချိတ်ဆက်မှုပြတ်တောက်သွားခြင်းမျိုးမရှိစေရန် RADIATION ထွက်ပေါ်လာစေရန် ဆုံးဖြတ်ချက်ဖြင့် Tx. LINE တစ်ခုလုံးကို ကြိုးတွင် ချိတ်ဆက်ထားခြင်းဖြစ်ပါက၊ DIRECT FEEDING METHOD ဟုခေါ်ဆိုပါသည်။

ဤဝါယာကြိုး Tx. ၏ OUTPUT TANK CKT ဖွင့် ANT. COIL တို့ဖြစ်သော ထိပ်ဆုံးစွန်းရှိ COIL တစ်ခုတွင်ချိတ်ဆက်ရသည်။ ANT. CKT တွင်ရှိသော VARIABLE CAPACITORS CE ဖွင့် ပေါင်းစပ်ထားသော ကြိုးတိုးတိုးတ

...LOAD COUPLING ...ANTENNA ... OUTPUT TANK ... MAXIMUM ...
...CURRENT RATING ... COUPLING ...
...ANTENNA ... RESONANT ... ANTENNA ...
TANK ... FIXED CAPACITOR ... TAPPING ...
...RESONANCE ...

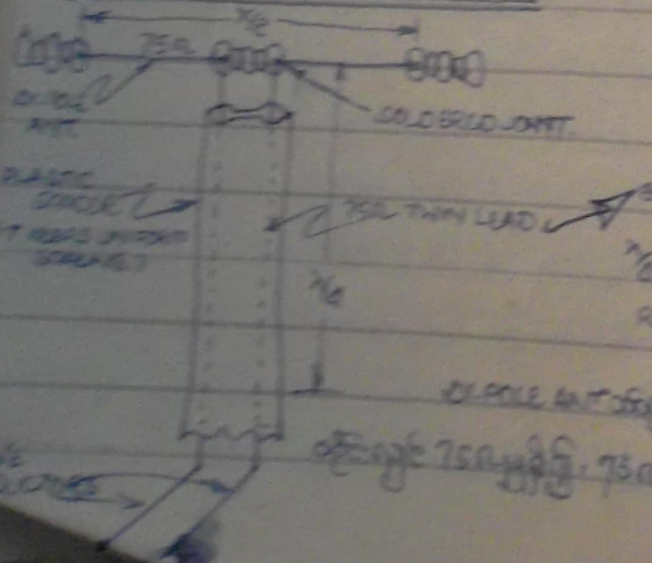
... ANT. COIL ... TUNING ... TRANSMITTER ... OUTPUT TANK CIRCUIT ... LOOSE COUPLING ...
... TUNED ... RESONANCE ... TANK CIRCUIT ...
... COUPLING ...

DIRECT FEEDING ... (SYMMETRICAL SYSTEM) ...

TRANSMISSION LINE FEEDING

(HORIZONTAL)

SINGLE WIRE DI-POLE ANTENNA



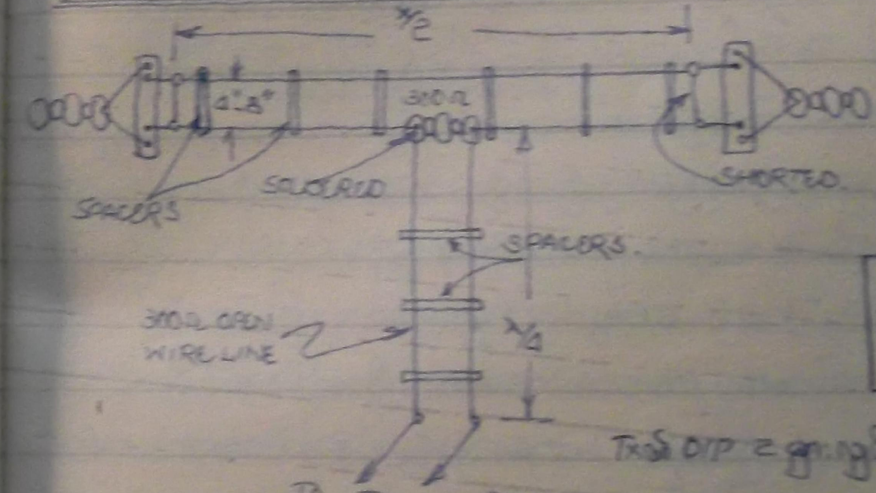
$$L = \frac{492}{f(MHz)} \times 0.95 \text{ ft}$$

... ANT ... λ/2 ... RADIATION ...

DI-POLE ANT ... IMPEDANCE ... 73Ω ... 73Ω TWIN WIRE Tx LINE ...
TWO WIRE

... IMPEDANCE MATCHER ... ANTENNA ... LINE ... (BALANCED DEVICE ...)
FEEDER LINE ... ANT ... λ/4 ...
... CURRENT INDUCED ... LINE ... ANT ... CURRENT ... BALANCED ...
Shielding Wire

TWO WIRE FOLDED DI-POLE ANTENNA (HOR. ANT.)



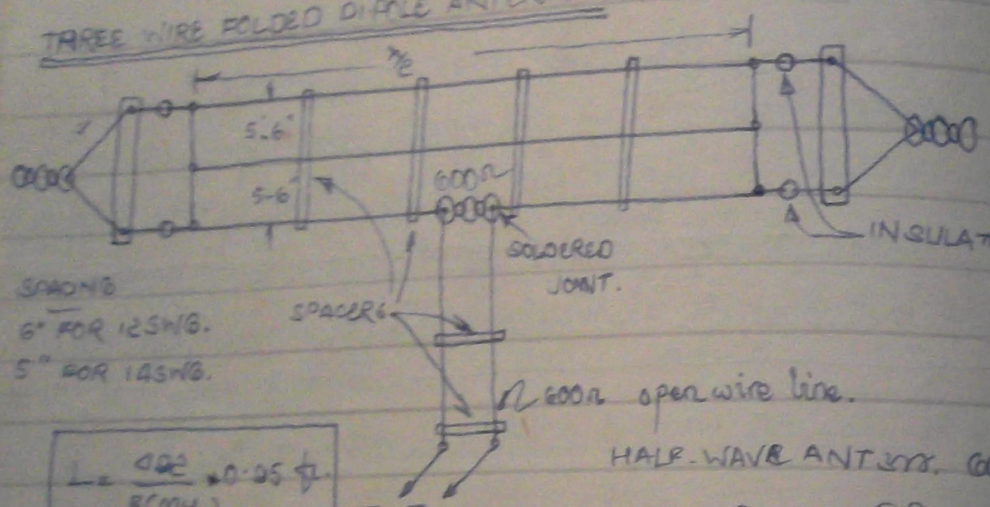
$$L = \frac{492}{F(MHz)} \times 0.95 \text{ ft}$$

Tx ... O/P ... (eg. 300Ω) ... WIRE FOLDED DI-POLE ...

... 300Ω FEEDER LINE ...

ANT. WIRE ... 4" ... 6" ... 395 MHz ... 4" ... 7 MHz ... 6" ... ANT. ... OPEN WIRE FEEDER LINE ... IMPEDANCE ... CO-AXIAL LINE ...

THREE WIRE FOLDED DIPOLE ANTENNA (HOR. ANT.)



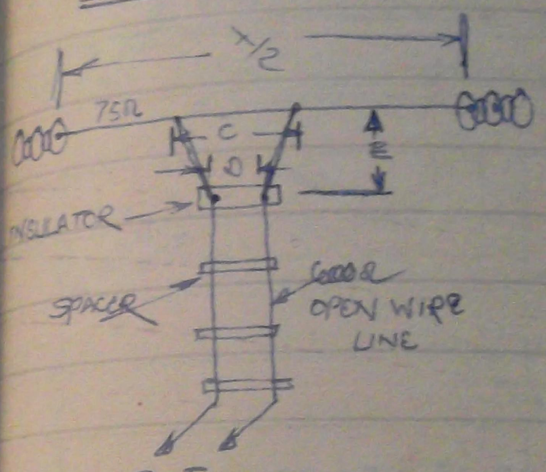
SPACING
6" FOR 12SWG.
5" FOR 14SWG.

$$L = \frac{492}{F(MHz)} \times 0.95 \text{ ft.}$$

HALF-WAVE ANT ဆိုတာ. 600Ω FEEDER LINE နှင့် တွဲဖို့ အသုံးပြုနိုင်အောင် ပြုပြင်ထားတဲ့ HALF-WAVE DIPOLE ANT ကို ဆိုလိုပါတယ်။ ဒီ ANT ကို 3-WIRE FOLDED DIPOLE (HORIZONTAL) ANTENNA လို့ ခေါ်ဆိုကြပါတယ်။ ဒုတိယ အသုံးပြုတဲ့ ANT ဖြစ်ပါတယ်။ ဒီ ANT ကို WIRE သုံးပင် ကြိုးတန်းထားပြီး အလယ်ကြိုးကို FEEDER LINE နဲ့ ချိတ်ဆက်ပြီး အပြင်ဘက် နှစ်ပင်ကို INSULATOR တွေ အသုံးပြုပြီး ဆွဲတန်းထားပါတယ်။ WIRE တွေကြား အကွာအဝေးကို 12 SWG သုံးရင် 6" နဲ့ 14 SWG ဆိုရင် 5" ခန့် ထားရပါမယ်။

FEEDER LINE ရဲ့ CHA: IMPEDANCE ဟာ ဝယ်ယူရတဲ့ 600Ω OPEN WIRE FEEDER LINE ကို တည်ဆောက်အသုံးပြုနိုင်ပါတယ်။ ANT ရဲ့ အလျားကို ဒီအောက်ပါ FORMULA နဲ့ တွက်ယူနိုင်ပါတယ်။ ANT. WIRE နဲ့ FEEDER LINE တွေကို SOLID COPPER WIRE ကို အသုံးပြုပြီး 12 SWG OR 14 SWG ပေါ့။ WIRE နဲ့ တူညီတဲ့ STRANDED WIRE တွေကိုလည်း အသုံးပြုနိုင်ပါတယ်။

DELTA-MATCHED ANTENNA



(WIRE တွေကြားကို 600Ω LINE နဲ့ 75Ω ANT ကို Δ MATCHED အသွင်းပြုပြင်ထားတာ)

အဲဒီလို ခံစားသော DELTA SECTION ကို အသုံးပြုခြင်းအားဖြင့် TX LINE နဲ့ ANT အကြားမှာ ကွာဟနေတဲ့ FEEDER LINE နဲ့ ANT အကြားအဝေး, E နဲ့ C ပြောင်းလဲပြီး ဝေးခြင်းဖြစ်စေ၊ ANT. ကို အလက်ပြောင်းခဲ့လျှင်၊ LINE နဲ့ ANT. ဘယ်လိုပဲဖြစ်စေ Δ-MATCHED SECTION ကို သုံးခဲ့ရင်တွင် နှစ်ခု E တန်ဖိုးကို ရှာတဲ့ FORMULA များ အတိုင်း တွက်ယူနိုင်လေသည်။ FEEDER LINE နှင့်ပတ်သက်ပြီး အကြောင်းအရာ, 6 ကို (I) TX LINE တွက်ချက်ရာတွင်အသုံးပြုသည့် FORMULA နှင့်လိုတွက်ယူနိုင်သည်။

$$Z_o = 276 \log \frac{b}{a}$$

b = centre-to-centre distance.
a = conductor radius.

Prob 1/. 12 SWG. WIRE ကို အသုံးပြုသော OPEN-WIRE FEEDER LINE နှင့် တည်ဆောက်ရာ၊ 7·1 MHz အတွက် λ/2 DI-POLE ANT. တစ်ခုနှင့်တွဲတော်အသုံးပြုရန်၊ DELTA-MATCHED ANT တစ်ခုကို DESIGN လုပ်ခဲ့ပါ။ D IA: FOR 12 SWG = 0·08" (→ft→in အရောက်တွက်ပါ၊ SKETCH ဆွဲပါ၊ DIMENSION ထည့်ပါ။) (∴ a = 0·04")

82 4B တို့ကိုကိုကြေးသောပြဿနာ

$a = \frac{0.08}{2} = 0.04''$ (12SWG)

$Z = 600\Omega$ $F = 7.1\,MHz$.

$Z_0 = 276 \log \frac{b}{a}$ 1662

10.20

$\therefore b = a \times \text{anti.} \frac{Z_0}{276}$

$= 0.04 \times \text{ant.}\ 2.172$

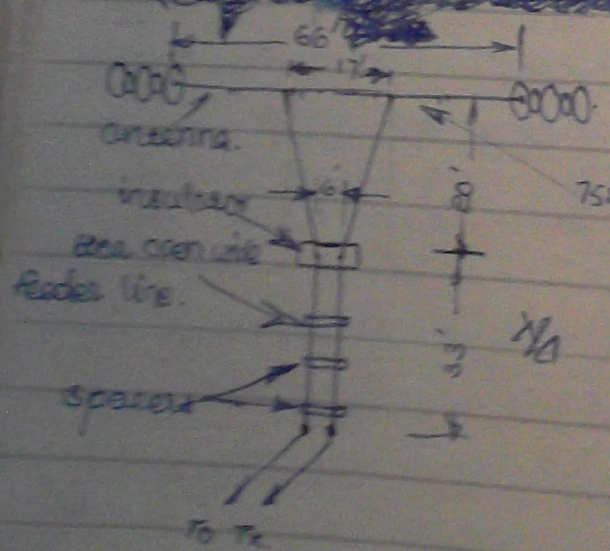
$= 0.04 \times 148.7 = 5.95'' = D$.

$L = \frac{492}{f} \times 0.95 = \frac{492 \times 0.95}{7.1} = 65.85\,ft$

$= 65'\ 10''$.

$C = \frac{118}{F} = \frac{118}{7.1} = 16.62' = 16'\ 7.4''$.

$E = \frac{148}{f} = \frac{148}{7.1} = 20'\ 10.08''$.



8.2.83, TUE.

HORIZONTAL ANT. = HERTZ ANT.

6.5. (B) VERTICAL ANTENNA (= MARCONI ANT.)

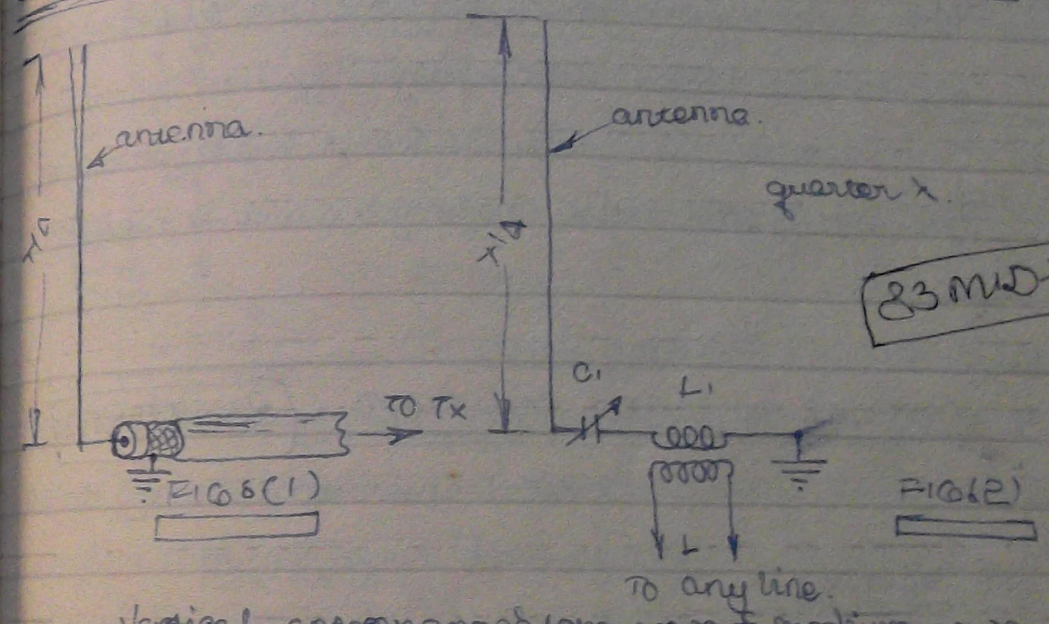


FIG 6(1) FIG 6(2)

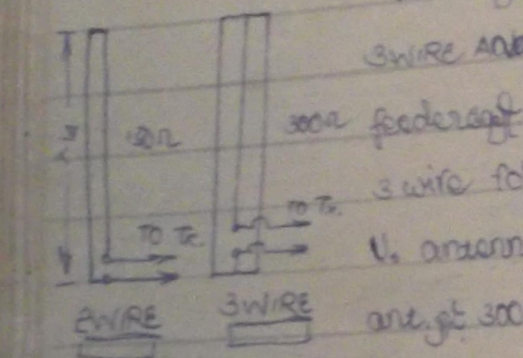
83 MID-TERM

Vertical antenna ကို long wave နှင့် medium wave radio Tx တွေ သုံးတယ်။ Half-wave length dipole antenna တွေ အသုံးပြုတဲ့ operating frequency wave length တွေ ကြီးမားတယ်။ RF ကြိုးတွေ သုံးပြုပါက λ/4 ရှိတဲ့ အနေအထားမျိုးမှာ ant. ကို အသုံးပြုရပါမယ်။ ဒီအခါ တည်ဆောက်ရန် အလွန်လွယ်ကူတဲ့ vertical ant. ကို အသုံးပြုရတာ။ ၎င်းက အသုံးပြုတဲ့ operating ကြိမ်နှုန်း λ/4 ဖြစ်လို့ marconi ant. လို့ ခေါ်ပါတယ်။

ဥပမာ λ/4 vertical antenna တွေက 50Ω coaxial line နဲ့ direct ဆက်သွယ်ထားပြီး coaxial line ရဲ့ core ကို ant. နဲ့ ဆက်ပြီး shield ကို ground နဲ့ ဆက်သွယ်ထားပါတယ်။ coaxial line ကို အသုံးပြုပုံအရ resonant frequency ကို အသုံးပြုမယ့် frequency တိုင်း ဆွဲဆက်ပြီးမှ ရနိုင်ပါတယ်။ ဥပမာအနေနဲ့ L1, C1 နဲ့ resonance ရအောင် tx line ကို coil L နဲ့ coupled လုပ်ပြီး feed လုပ်ပေးပါတယ်။

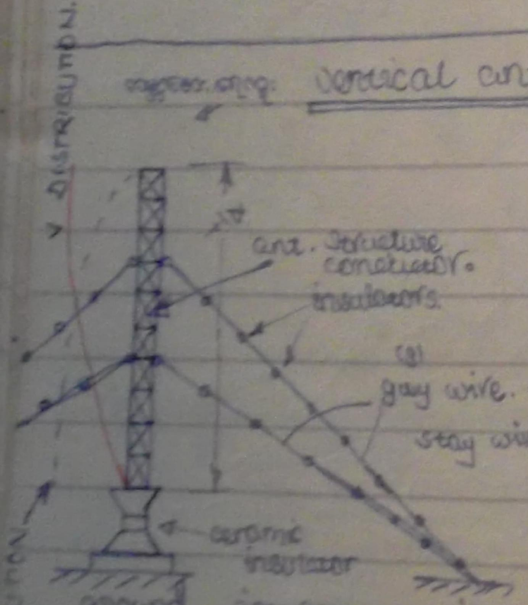
mae 50, 150, 300

V. ANT. ရဲ့ Hor. ant. ထက် ဆိုးဝါးတဲ့ ဦးတည်ချက်ရှိတာကြောင့် 2 WIRE နဲ့ 3 WIRE ANT တို့ကို သတ်မှတ်ထားတာပါ။ Hor. dipole ant. ရဲ့ feeder line ကို ကြည့်တော့ Z ကြီးတဲ့အတွက် 2 wire folded dipole, 3 wire folded dipole တွေကို သုံးပါတယ်။ V. ant. ကတော့ 150Ω feeder line တွေက 2 wire ant. ရဲ့ 300Ω feeder line တွေက 3 wire ant. တွေဖြစ်ပါတယ်။



Vertical antenna structure

Vertical antenna တွေရဲ့ structure တွေကတော့ copper wire တွေ၊ ကြိုးတွေဆိုပြီး၊ တခြား conductive material structure သတ်မှတ်ထားတဲ့အတိုင်း၊ vertical position ကိုရောက်အောင် တင်ထားတာမျိုးတွေ ဖြစ်ပါတယ်။ Conductive material တွေဆိုတာကတော့ ကြိုးတွေတွဲတဲ့အခါ၊ ceramic insulator တွေကို တင်ထားတာမျိုး၊ တခြား plastic insulation တွေနဲ့ guy wire တွေကို ဆွဲထားတာမျိုးတွေ ဖြစ်ပါတယ်။

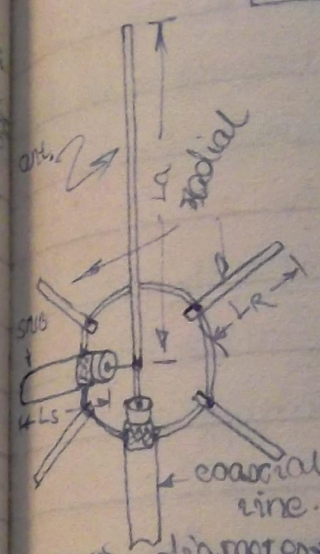


(radio wave တွေက all direction ကို ပျံ့နှံ့ပြီး ant. ဆွဲတာ။)

(* ဒီပုံကြီးက ဘာအတွက်ဆွဲထားတာလဲဆိုတော့ image ကို ant အဖြစ်ပြောင်းသလဲဆိုတဲ့ နည်းလမ်းတွေကို radio wave တွေရဲ့ ဝိသေသလက္ခဏာတွေကို ဖော်ပြထားတာမျိုးတွေ၊ artificial ant. ဖြစ်စေတာမျိုးတွေ ဖြစ်ပါတယ်။)

Ground Plane Antenna

Ground plane antenna ဆိုတာ vertical quarter wave length antenna အမျိုးအစားတစ်ခုပါ။ Artificial metallic ground ကို ground အဖြစ်သုံးတဲ့ antenna တွေပါ။ Metallic ground ဆိုတာ wire တွေ ကြိုးတွေကို radially ဖြာထွက်အောင် ဆွဲပြီး၊ ကြိုးတိုင်ကို ဗဟိုပြုပြီး ဝင်ရောက်စေတာမျိုးပါ။



Ground plane ant. ရဲ့ radiating resistance ဆိုတာ diameter တွေ၊ အတွဲအစား တွေပေါ်မူတည်ပြီး 30-အောက် ကျဆင်းသွားတတ်ပါတယ်။ ဒါကြောင့် 75Ω cable line တွေနဲ့ တွဲတဲ့အခါမှာ impedance matched ဖြစ်အောင် stub တွေ ထည့်သွင်းပေးရပါတယ်။

La = length of antenna.

$$La = \frac{2953 K_A K_b}{f(MHz)} \text{ ft.}$$

$$Ls = \frac{2953 V L}{90 f(MHz)} \text{ ft.}$$

Ls = length of stub,
V = velocity of factor,
L = length of stub in electrical degree.
LR = length of radial.

{La, Ls, LR in inches only.}

$$LR = \frac{2953 K_A}{f(MHz)} \text{ ft.}$$

Ratio of free space half wave length to conductor diameter, $M = \frac{2953 \times C}{f \times D}$

f = frequency (MHz), D = Conductor diameter in inch.

$$R_0 = R_R - \frac{Z_1}{4 R_R}$$

R_0 = Radiation resistance of shortening,
R_R = radiation resistance,
Z_1 = characteristic resistance of line.

$$S = \sqrt{\frac{Z_1}{R_0} - 1}$$

$X_a = S \times R_0$ — X_a = The capacitive reactance of antenna.

K_x = reactance change per one % change in length,

$K_b = 1 - \frac{X_a}{100 K_X}$ — K_A = the length factor, K_A, K_X နှင့် R_R ကို chart မှတဆင့်ရှာ။

X_S = inductive reactance of stub,

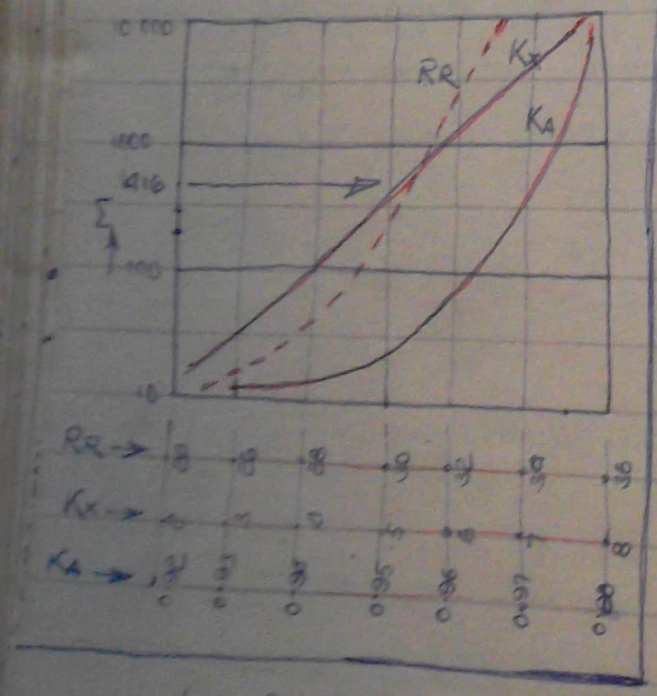
$L = \tan^{-1} \frac{X_S}{Z_S}$ — Z_S = characteristic impedance of stub.

$X_S = \frac{Z_1}{S}$ — ဤဖော်မြူလာ၀ယ် တစ်ခုကို radial ရဲ့ diameter နှင့် တွေ့ရှိရပါမည်။

တွေ့ရှိပါက Manual ကိုကြည့်ပြီး K_A ကို CHART မှတဆင့် ရှာဖွေနိုင်ပါသည်။

LR အတွက်

CHART



Prob.1/. Ground plane ant. တစ်ခုကိုတည်ဆောက်ဖို့ ဒဲ့ဖြစ်သော conductor နှင့် ပြုလုပ်ဖို့ radial များကိုရွေးချယ်ပါသည်။ same conductor များကိုသုံးထားသည်ဆိုပါစို့။ f = 7.1 MHz တွင်၊ Z_0 = 72Ω နှင့် velocity factor 0.66 ရှိသော co-axial cable များဖြင့် feed ထားသော ant. L, stub, နှင့် radial အလျားများကို ရှာပါ။ D = 2", Z_1 = 72Ω, f = 7 MHz, Z_S = 72Ω also ($\cos D_1 < D_S$). V = 0.66.

L_S = ? L_R = ? L_a = ?

Mgo: ဟောဂျ KA ရှာဖို့

$M = \frac{2953 \times 2}{f \times D} = \frac{5906}{7.1 \times 2} = 416.$

83 MID-TERM DIRECT.

K_a, K_b ဆိုတာက V, L တွေ့ဖို့အတွက်

Manual ကိုကြည့်ပြီး chart မှ K_X, K_A, R_R တို့ကိုရှာတွေ့ပုံ

$K_X = 5.48$ $R_R = 30.8\Omega$. $K_A = 0.971$

$R_0 = R_R - \frac{Z}{4R_R}$

$= 30.8 - \frac{72}{123.2} = 30.8 - 0.5845 = 30.2155\ \Omega.$

$\therefore S = \sqrt{\frac{Z_1}{R_0} - 1} = \sqrt{\frac{72}{30.216} - 1} = \sqrt{1.383}$

$= 1.176.$

$\therefore X_a = S \times R_0 = 1.176 \times 30.2155 = 35.52\Omega.$ 0.0648

$\therefore K_b = 1 - \frac{X_a}{100 K_X} = 1 - \frac{35.52}{548} = 0.9352.$

$\therefore L_a = \frac{2953 K_A K_b}{f}$

$= \frac{2953 \times 0.971 \times 0.9352}{7.1} = 377.2"$ = 31'5.2"

$L = \tan^{-1} \frac{X_S}{Z_S} = \tan^{-1} \frac{61.23}{72} = 40.4°$

$X_S = \frac{Z_1}{S} = \frac{72}{1.176} = 61.23\ \Omega.$ 40'4"

$\therefore L_S = \frac{2953 V L}{90 f} = \frac{2953 \times 0.66 \times 40.4}{90 \times 7.1} = 123" = 10'3".$

$L_R = \frac{2953 K_A}{f} = \frac{2953 \times 0.971}{7.1} = 404" 33' = 33' 8".$

Probe/ Ground plane antenna ဆိုတာက "ဆူးမြီးကောင်" conductor တွေကို
radial တွေအဖြစ် "ခြေထောက်" conductor တွေ ထောင်ပေးထားတာပါ။ f = 40 MHz အတွက်
ဖန်တီး Z ဟာ 72Ω ဖြစ်ပြီး V = 0.66 ဖြစ်တဲ့ co-axial cable တွေကို သုံးပြီး antenna
ရဲ့ La နဲ့ LR တွေကို ရှာပါ။

$D_a = 1"$ $D_R = 1.5"$.

$f = 40MHz$. $Z_1 = 72\Omega$, $\therefore Z_S = 72\Omega$. $V = 0.66$.

$L_a = ?$ $L_S = ?$ $L_R = ?$

$$M_a = \frac{2953 \times 2}{f D_a} = \frac{2953 \times 2}{40 \times 1} = 147.65.$$

$$M_R = \frac{2953 \times 2}{40 \times 1.5} = 98.4$$

CHART ဖွင့် → $M_a = 148$ အတွက် $K_{x_1} = 0.63$. $R_R = 29.6\Omega$, $K_A = 0.968$

M_R အတွက် $K_A = 0.9625$.

$$\therefore L_R = \frac{2953 K_A}{f} = \frac{2953 \times 0.9625}{40}$$

$= 71" = 5' 11"$.

$L_R = \frac{295.3 K_a}{f}$

$$R_0 = R_R - \frac{Z_0}{4R_R} = \frac{29.6}{} - \frac{72}{4 \times 29.6} = 29\Omega.$$

$$\therefore S = \sqrt{\frac{Z_0}{R_0} - 1} = \sqrt{\frac{72}{29} - 1} = \sqrt{1.48}$$

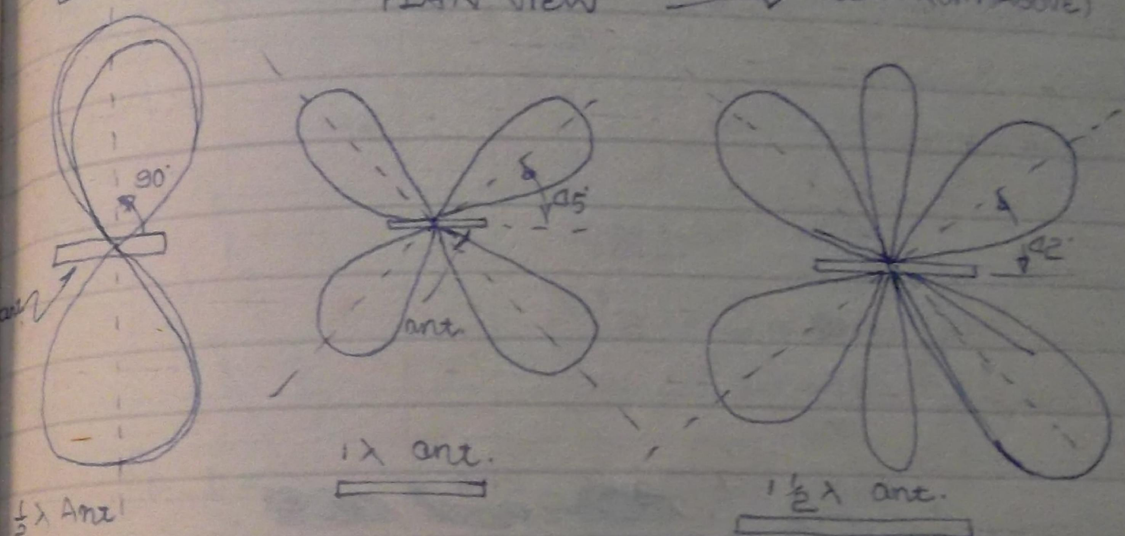
$X_a = S \times R_0 = \sqrt{1.48} \times 29 =$ 35.3Ω

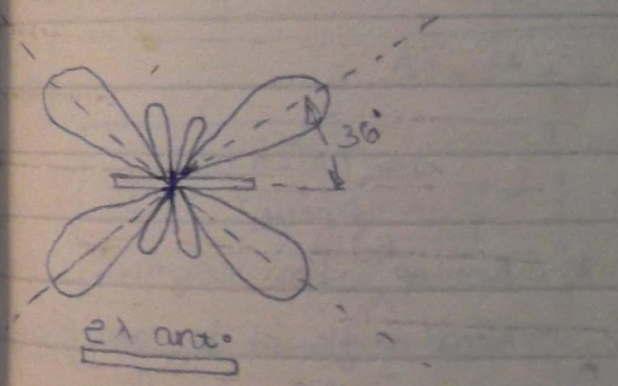
$$K_b = 1 - \frac{X_a}{100 K x_1} = 1 - \frac{35.3}{100 \times 4.63} = 1 - 0.0763 = 0.9237$$

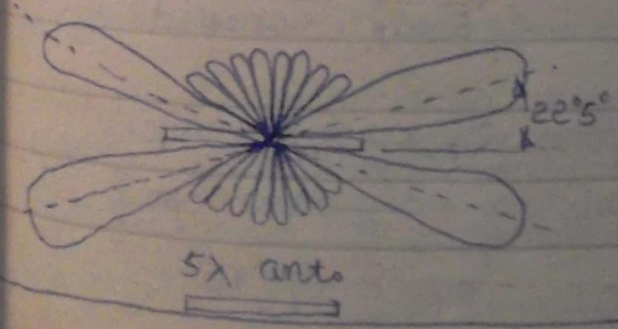
(တူညီတာတွေကိုတွေ့ရပါမယ်။)

RADIATION PATTERNS FOR DIFFERENT TYPES OF ANTENNAS.

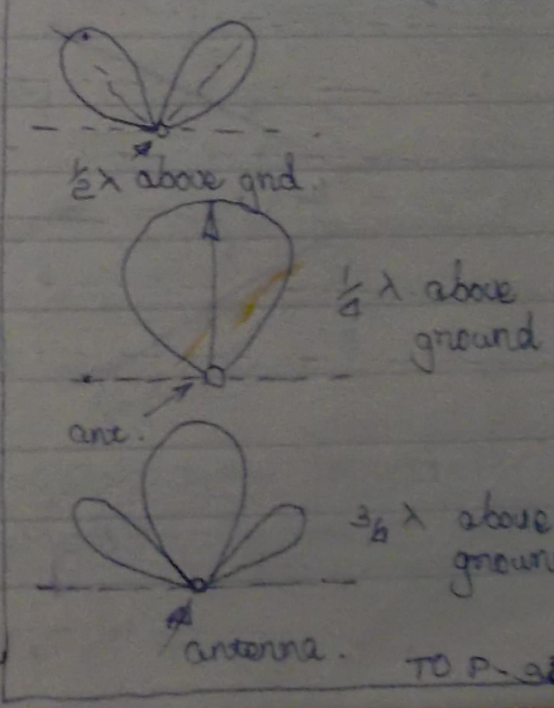
PLAN VIEW → (SEEN FROM ABOVE)







RADIATION PATTERNS OF HORIZONTAL ANTENNA FOR DIFFERENT WAVE LENGTH OF HEIGHT (END VIEW.)



TO P-92

FROM P_90

$X_S = \frac{Z_1}{S} = \frac{7e}{\sqrt{1.48}} = 48.65\sqrt{1.48} = 59.3\ \Omega.$

$L = \tan^{-1}\frac{X_S}{Z_S} = \tan^{-1}\frac{48.65\times\sqrt{1.48}}{7e} = 39.05^\circ$

$\therefore L_a = \frac{2953\, k\Delta k_B}{f}$ 608

$= \frac{2953\times 0.966\times 0.928}{40}$

$= 66$ in $= 5'6''$

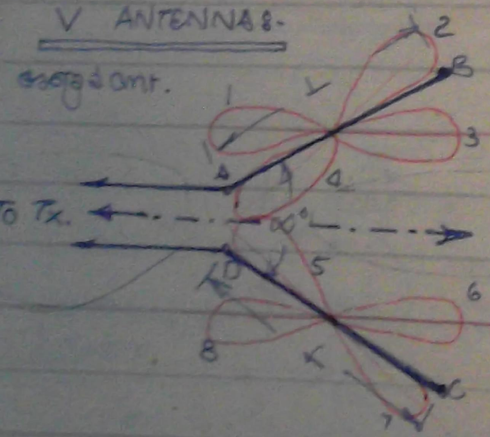
$L_S = \frac{2953\, VL}{90f}$

$= \frac{2953\times 0.66\times 39.05}{90\times 40} = 21.4''$ = 1′ 9″

6.5.(c) LONG WIRE DIRECTIVE ARRAYS

$L = AB = CD.$

V ANTENNAS-



$$L = \frac{492(N-0.05)}{f(MHz)}\ ft.$$

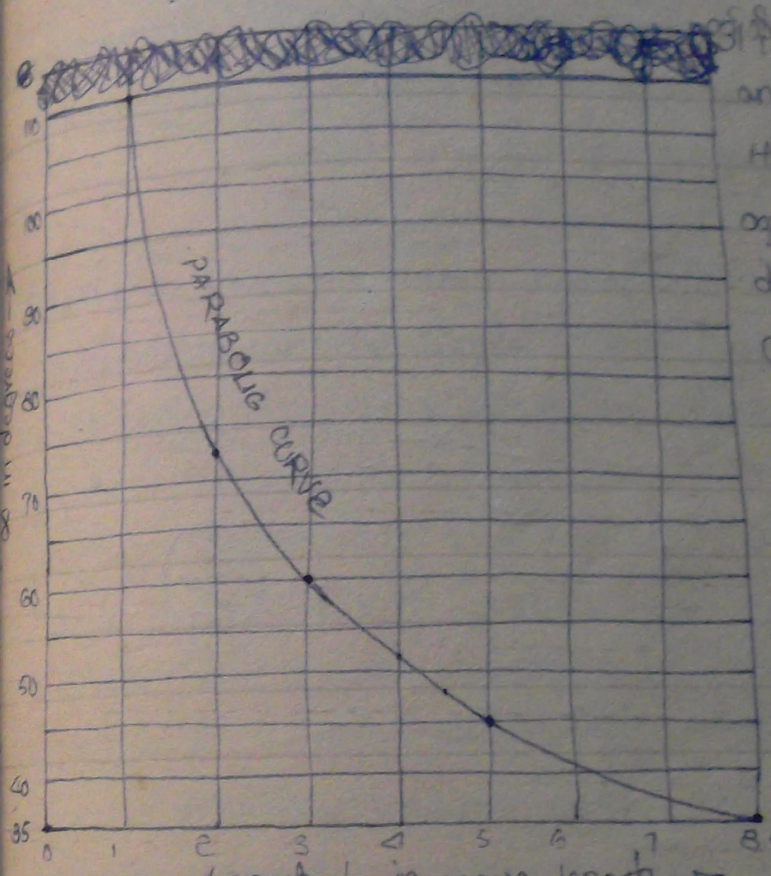
N = No: of wave lengths,

α = Enclosed angle in degrees.

နှစ်ခြေ၊ ၁၊ ၂ နှင့် ခြေထိုး:

4 နှင့် 5, ၃ နှင့် 7 cancelled.

Horizontal array များတွင် အလျားတူညီသော သည်းခံနိုင်စွမ်းအရှည် ရှိနိုင်သမျှ max. radiation pattern များ သည် ဦးတည်ပျံသန်းမှုအား လျော့နည်းလာပြီး၊ ဝေးကွာသောအရပ်ဝင်များသို့ ရောက်ရှိလာနိုင်ခြင်း ဖြစ်သည်။



Horizontal V. array များတွင် ဝင်ရောက်လာသော main (major) pattern များသည် ဖြစ်နိုင်ခြေများသည့် ဘက်သို့ ရောက်ရှိလာအောင် ပြုလုပ်ထားခြင်းဖြစ်သော ကြောင့် pattern များ အားလုံးသည် အတိုင်းအတာတူညီသော pattern များသည် အတိုင်းအတာတူညီသော ဆုံးရှုံးမှုများကို ခံစားရသည်။

Max: Radiation ကြိုး အားလုံးတွင် ကိုက်ညီအောင်ပါသည်။

V ant. သည် ဆော့ဖ်ဝဲလ်တွင် direction ကိုရွေးချယ်ပြီး အလွန်ပြင်းထန်သော harmonic များကို ပယ်ဖျောက်နိုင်သည်။ တစ်ခါတစ်ရံ ကြိုးတွင် လွှမ်းမိုးနေသော ကြိမ်နှုန်းမှာ (ဥပမာ 60MHz အတွက် designed လုပ်ထားသော်လည်း 16MHz မှာ အားကောင်းသော်လည်း အသုံးမပြုပါ။) ဆိုသော်လည်း multi-band operation အတွက် လုပ်ဆောင်နိုင်စွမ်းရှိသည်။ တစ်နေရာတွင်

V antenna ၏ leg (L) များကို end of drive current ဖြင့် feed ပေးခြင်းဖြစ်သော ကြောင့် အလယ်တည့်တည့်တွင် ဗို့အား အနိမ့်ဆုံးဖြစ်ပြီး အဆုံးတွင် အမြင့်ဆုံးဖြစ်သည်။ ထိုကြောင့် အလယ်တည့်တည့်တွင် ဗို့အားအနိမ့်ဆုံးဖြစ်ပြီး အဆုံးတွင် အမြင့်ဆုံးဖြစ်သည်။ ထိုကြောင့် အလယ်တည့်တည့်တွင် ဗို့အားအနိမ့်ဆုံးဖြစ်ပြီး အဆုံးတွင် အမြင့်ဆုံးဖြစ်သည်။ ထိုကြောင့် အလယ်တည့်တည့်တွင် ဗို့အားအနိမ့်ဆုံးဖြစ်ပြီး အဆုံးတွင် အမြင့်ဆုံးဖြစ်သည်။

V antenna ကိုတော်စွေသောလှုပ်ရှုပ်နှိုင်ရေးနှင့် feeder or Tx line ကိုတော် resonant line ကိုအသုံးပြုရန်။ Resonant or Matched ဖြင့်ရေးနှင့် $\frac{1}{4}\lambda$ matching section ရှားဖြင့်လည်းပုံးတွဲအသုံးပြုနှိုင်သည်။

Prob. 4 half wave length ရှိသော V antenna တစ်ခုကို f = 14.2 MHz ဖြင့် အသုံးပြုနှိုင်ရန် design လုပ်ပေးပါ (ပုံပါတွဲပေးရမည်။ design လုပ်ပါ ဖိုလျှင်)

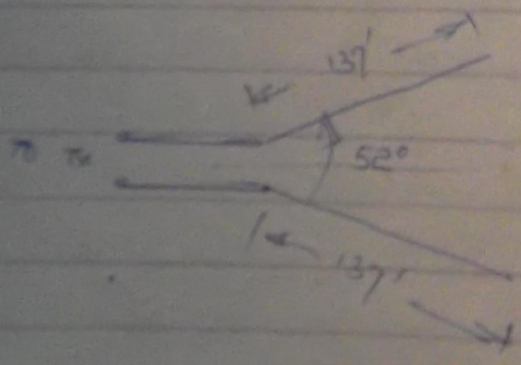
Chart ထူ 4 $\frac{\lambda}{2}$ အတွက် $\alpha = 52°$? 71.5° ? graph ကြည့်တွက်ရန်။

$$L = \frac{492(N-0.05)}{f}$$

$$= \frac{492(4-0.05)}{14.2} = 137'$$

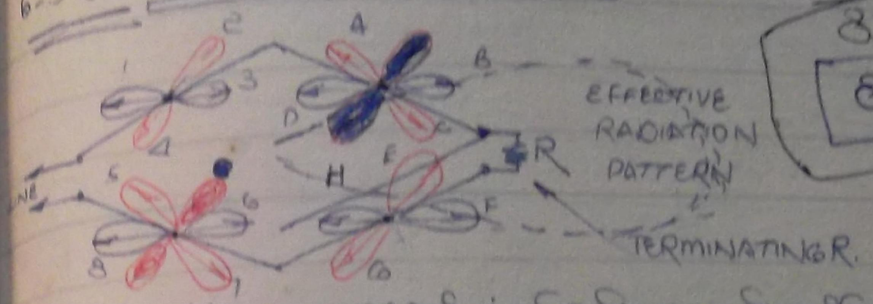
$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{3\times10^8}{14.2\times10^6} = 21.115\,m.$$

$$\therefore \text{အလေးပါ} = \frac{137\times2.54\times12}{21.115} = 1.977\ \Omega$$



22.2.83.TUE:

6-5(D) RHOMBIC ANTENNA



83 MID TERM

81 3A

3 MKS.

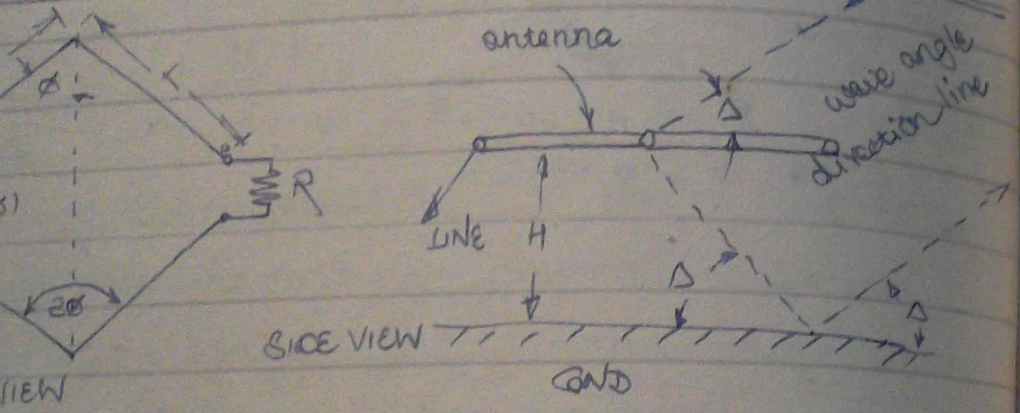
Rhombic antenna ကို ပုံတွင်ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း directional antenna အမှန်တည်ဆောက်အသုံးပြုနှိုင်သည်။ ပြုလုပ်ရာတွင် ဆွဲကြိုးအမျှောက်အမျှားနှင့် ဦးကျပ်ရန်းသောနေရာရှိအပ်သည်။ ဒုံးကုတွင် V antenna တက်ရှားရှာသာလွန်ဆော အကျိုးကျေးဇူးကိုရရှိလေသည်။ ဒီ antenna ကို multiband operation အတွက် အသုံးပြုနှိုင်လေသည်။ Terminating R ကိုတည်ထောင်ခြင်းအသုံးပြုနှင့် R တည်ရှိရာဆက်ရှိသာလျှင် radiation ဖြစ်ပေါ်ကြောင်းသည်။ အကယ်၍ terminating R မပါရှိပဲလျှင် V-antenna ကဲ့သို့ပင် direction ရှစ်ရာဇုံးတွင် radiation ဖြစ်ပေါ်

Directivity ရှိနှင့်ရှာပုံတွင်ဖော်ပြသကဲ့သို့ antenna leg အသီးသီးရှိ radiation pattern ကလေးရှုပ်သည့် 3-6, B-F တွင် DIRECTION တစ်ခု 1-8 နှင့် D-H တွင် DIRECTION တစ်ခု၊ သက်ဆိုင်ရာအသီးသီး ရှုပ်ပေါင်းရှိ bi-directional ကိုရရှိနှင့်ဖြစ်သည်။ ဒုံးကုတွင် 2-7 နှင့် 4-5 တို့နှင့် A-G နှင့် C-E တို့သည် တစုကိုတစ်ခုအသီးသီး ဆန့်ကျင်နေကြုရှိ ရှေ့ရှုပ်ရှေ့ကျော်ကွပ်သွားကြသည်။

RHOMBIC ANT. CONSTRUCTION,
RAD. PATTERN, အကျိုးကျေးဇူး

အကျဉ်းချုံးထားသော

... of Rhombic Antenna by Compromised Method



... of one leg in wave lengths, H = height of antenna ... lengths, ∅ = angle of Tilt in degrees, ... angle of radiation in degrees.

$$= \frac{492(N-0.05)}{f\,(MHz)}\ ft.$$

N = No. of half-wave length.

... ကျွန်ရာတွင်နည်းအရှိုးချုံးဖွဲ့သည့်အခက် အကျဉ်းချုံးထားသော ... chart အကူအညီဖြင့် design လုပ်နိုင်လေသည်။ Antenna ... operation အတွက် 14 MHz ကို အဓိကရှိ design လုပ်ရသည်။ ... BAND ... 7-28 MHz အထိ ဖြစ်လေသည်။

... ting Resistor အဖြစ် 800Ω ဖြစ်သော Non Inductive ... ရှိရသည်။ ... Tx ... (Tx 1000W → R - 500W.)

... Carbon ... graphite ... Resistance

... wire ... 800Ω Tx line ... Rhombic antenna ... feeder line ... 800Ω open wire line ... အကျဉ်းချုံးထားသော

No. 1 ... chart ... rhombic antenna ... leg ... L ... 2 wave length ... max. angle of Radiation 20° ... compromised method ... 14 MHz ... design ...

2/. Rhombic antenna ... L = 3λ ... angle of Tilt 78° ... ant ... H ... max. L of radiation ... 14 MHz ... design ...

1/. $N = 2 \times 2\lambda = 4\lambda$. ($\because 2\lambda = 4 \cdot \frac{1}{2}\lambda$.)

$$L = \frac{492(N-0.05)}{f}$$

$$= \frac{492 \times 3.95}{14} = 139'$$

$\Delta = 20°$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{14 \times 10^6} = 21.42M.$$

$$= \frac{2142}{2.54} = 844''$$

$$= 70'4'' = 70.33'$$

∴ from chart → Δ ... L = 2λ ...

$\varnothing = 60.6°$

$$\therefore H = \overset{0.725}{\cancel{0.48}} \times 70.33' = \cancel{60.2}\ 51.1'$$

∴ Ans:- $L = 139'$, $\Delta = 20°$

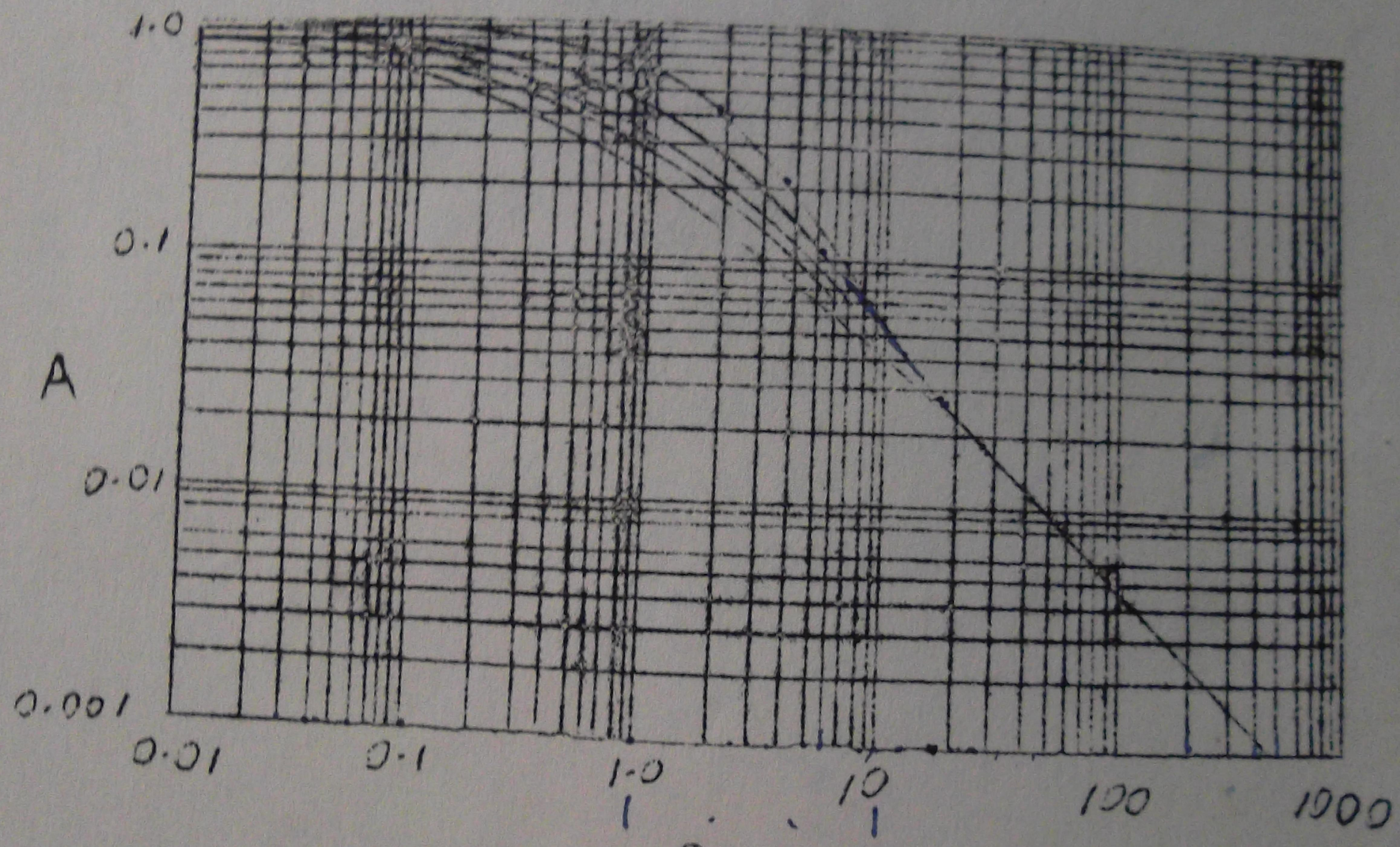
$H = \cancel{60.2}\ 51.1'$, $\varnothing = 60.6°$

H ... Δ ... ထက်ရန်

အကျဉ်းချုံးထားသော design ...

Reduction factor A, expressed in terms of numerical distance p and phase constant-b.

3.1.88



From top curve down below

b = 0° → b = 30° → b = 60° → b = 90° → b = 180°

Thanks
4.3.76

∴ $N = 6 \times \frac{\lambda}{2}$

To design a 4/ Rhombic antenna, $L = 3\lambda$, $\phi = 78°$

$H = ?$ $\Delta = ?$ $f = 14 MHz$.

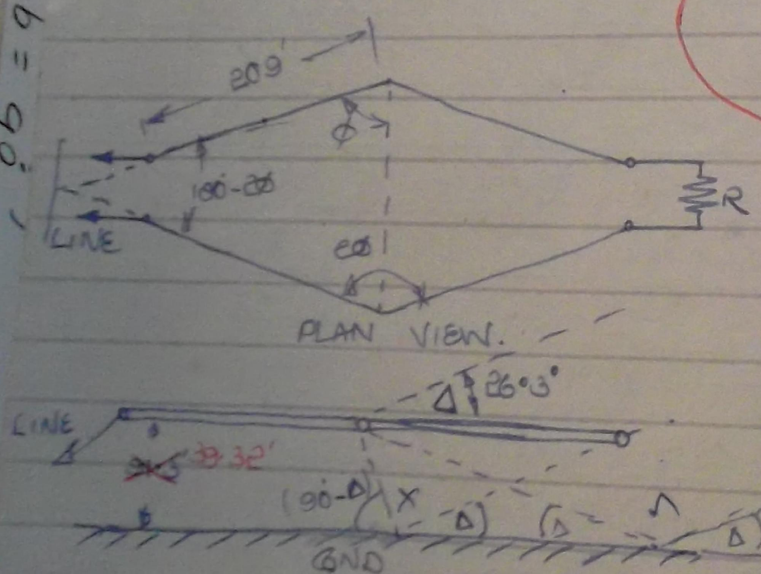
From chart, $\Delta = 26.3°$ $\frac{H}{\lambda} = 0.56$

$$L = \frac{492(N-0.05)}{f} = \frac{492 \times 5.95}{14} = 209'$$

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{300 \times 10^6}{14 \times 10^6} = 21.4m = \frac{21.42}{2.54 \times 12} = 70.2'$$

$$\therefore H = 0.56\lambda = 0.56 \times 70.2' = 39.32'$$

H နှင့် Δ ရှာပုံ ဆက်စပ်ချက်



ES.E.83.

Design of Rhombic Antenna By Calculation Method

$H = \frac{\lambda}{4 \sin\Delta}$

$L = \frac{\lambda}{4 \sin^2\Delta}$

$\sin\phi = \cos\Delta$

, where H = Height of antenna same unit ကို as λ,

λ = wave length,

Δ = angle of radiation ဒီဂရီနဲ့.
in degrees.

L = length of antenna same unit

ϕ = angle of tilt in degrees.
ဒီဂရီနဲ့

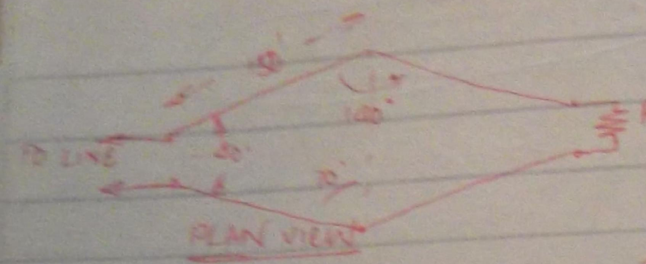
Exc. 3. / Rhombic ant. တစ်ခုကို 14MHz အတွက် Max. ∠ of radiation 20° ဖြစ်အောင်ဆွဲပုံဆွဲချင်တဲ့အခါ ant. ရဲ့ L, H နှင့် ϕ တို့ကိုရှာပါ။ ဒါမှမဟုတ် အဝေးဆုံးအဆက်သွယ်ရမယ့် 4/. 15MHz အတွက် Rhombic antenna တစ်ခုကို max. ∠ of radiation 30° ဖြစ်အောင် ant. အတွက် H နှင့် L တွေကိုရှာပြီး အသုံးပြုရမယ့် angle of tilt တို့ကိုရှာကြဖို့ design ဆွဲပါ။

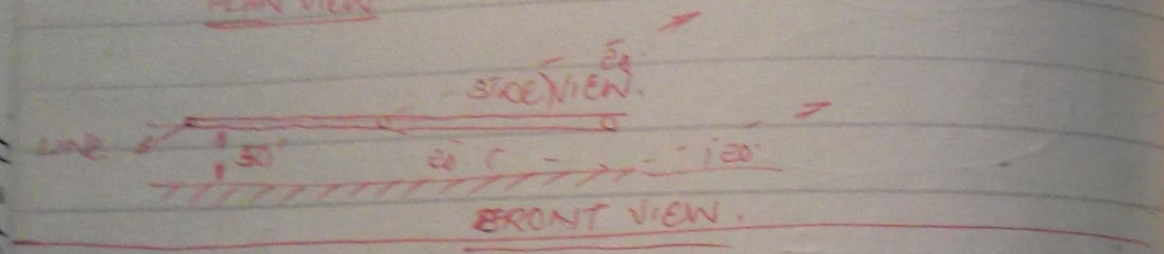
∴ $\lambda = \frac{V}{f} = \frac{300}{14} = 21.4M, = \frac{21.40'}{2.54 \times 12} = 70.3'$

$\therefore H = \frac{\lambda}{4 \sin\Delta} = \frac{70.3}{4 \sin 20} = 51.4'$

$\therefore L = \frac{\lambda}{4 \sin\Delta} = 150.3'$

$\therefore \phi = \sin^{-1} \cos\Delta = 70°$





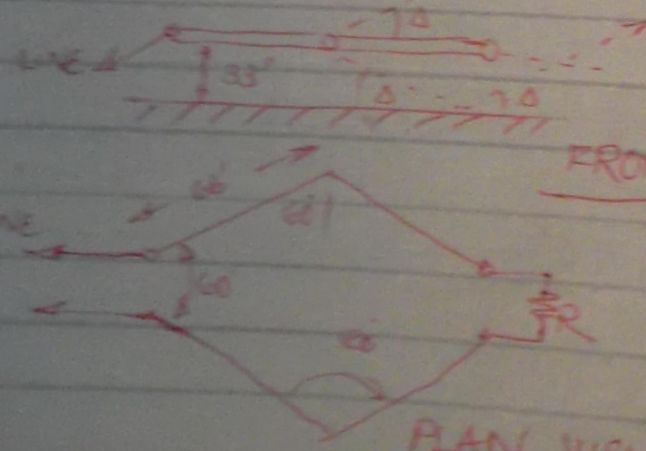
4/. $f = 15\,MHz \rightarrow \lambda = 20\,M = \frac{2000}{2.54 \times 12} = 65.6'$

$\Delta = 30°$

$H = \frac{\lambda}{\sin 30°} = \frac{65.6}{0.5} = 32.8'$

$L = \frac{H}{\sin 30°} = 65.6'$

$\alpha = 90° - \Delta = 90° - 30° = 60°$



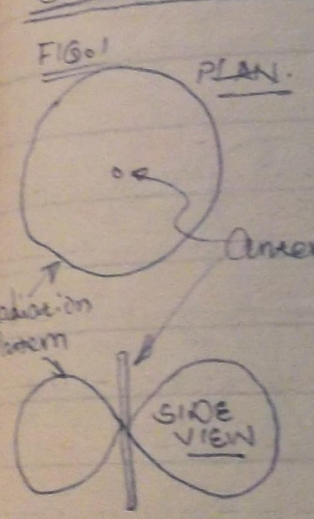
FROG

FINAL TERM

6.5.83. FRI.

SPACED ANTENNAS & THEIR DIRECTIVITY

FIG.1 PLAN.



VERTICAL ANT.

FIG.2

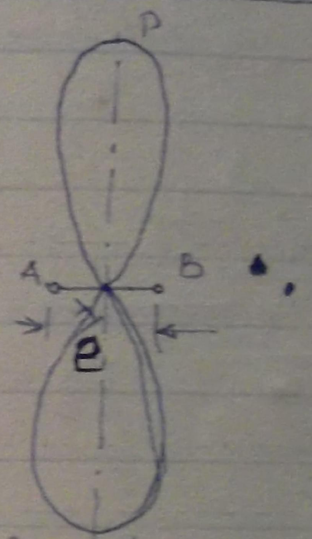


FIG.3

Antenna array တစ်ခုတွင် antenna element များစွာ ပါဝင်ပြီး ၎င်းတို့သည် ရည်ရွယ်ထားသော directivity ကို ရရှိစေရန် ပုံစံတကျ စီစဉ်ထားသည်။ Directivity ဆိုသည်မှာ maximum radiation ရရှိသည့် direction ကို ဆိုလိုသည်။

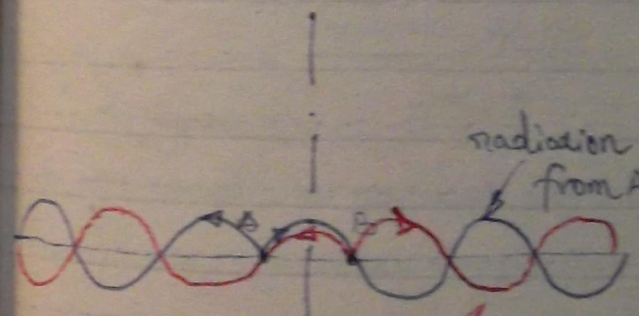


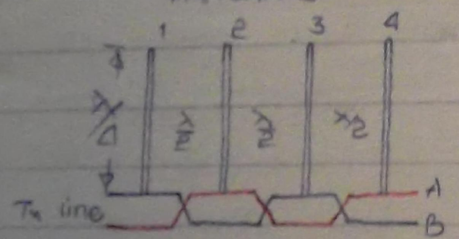
FIG.4

A နှင့် B antenna နှစ်ခုမှ direction တူညီသော equal amplitude RF current များ ထုတ်လွှတ်ပါက A နှင့် B direction တွင် 90° ခြားနားသော phase ရှိသည့် same frequency ဖြင့် ထုတ်လွှတ်ပါက A နှင့် B direction တွင်

Vertical ant. တစ်ခု၏ radiation pattern ကို polar diagram ဖြင့် ဖော်ပြသည့်အခါ ၎င်းသည် ဘေးတွင် ဆန့်ထွက်နေသော antenna element ကို ဖော်ပြသည်။ ထို့ကြောင့် antenna ၏ physical length သည် wavelength နှင့် ညီမျှသည်။

ဆက်နွှဲ radiate ပြုစီသော field များသည် FRONT တွင်ဆော်ပြထား သော်လဲလဲ့ out of phase ဖြစ်သည့်အတွက် ပျက်စီးသွားကြောင်းသည်။ ထို့ကြောင့် 0° direction များတွင် electro-magnetic field များသည် phase ချင်း တူညီကြသဖြင့် ကြောင်း၊ ပုံဆင်းကြပြီး maximum radiation ကို ရရှိစေသည်။

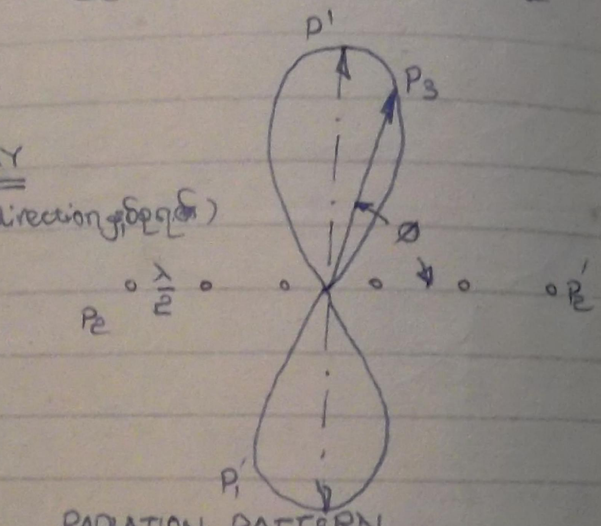
BROAD. SIDE ARRAY



TRANSPOSING METHOD

FIG. 1

(direction ကိုဆိုလိုခြင်း)



RADIATION PATTERN

POLAR DIAGRAM

FIG. 2

ant. array များ၏ ပုံစံ:

Broadside array system တွင် radiator or element များကို ပုံမှန်အားဖြင့် တန်းတည်းဘဲ ဖြန့်ကြဲထားရှိပြီး၊ အားလုံးအား လုံးကို λ/2 ခြားပြီး current နှင့် phase တူညီစေသော current ကို ဖြည့်ပြီး၊ ant. array တွင် maximum radiation သည် element များ၏ ဆင်ခြေပြန့်ကျဲမှုပြင်ဆင်ခြင်းဖြင့် ထောက်ပံ့ပေးသော ဖြစ်ပြီး၊ ဤသို့ ဖြန့်ကြဲထားရှိခြင်းဖြင့် ကျယ်ဝန်းသော ကျဉ်းမြောင်းသော ဆုံးရှုံးမှုကို ကာကွယ်ပေးသည်။ Ant. ဖြန့်ကြဲခြင်းသည် radiation ပုံးဝန်းကျင်ကို ပြောင်းလဲစေပြီး၊ ဤသို့ ပြောင်းလဲသည့် အတိုင်း element တစ်ခုစီ၏ အလှည့် သည် $\frac{\lambda}{4}$ ကျဉ်းမြောင်းတဲ့ အတွက်

အားလုံးကို λ/2 ထားရှိပြီး။ feeder line ကို element အသီးသီးမှ ပြောင်းပြန် current ရရှိသည် phase များကို ပြောင်းလဲပြီး ကြေးကြေးရှိနိုင်ရန် ပြုလုပ်ရသည့် transposing method ကို အသုံးပြုထား ရသည်။

ဤမျှ ant. array တစ်ခုလုံးကို vertical element များ ဖြစ်စေ၊ တစ်ပြားလုံး ဖြစ်စေ၊ ထို့ပြင်းတွင် horizontal element များ ဖြစ်စေ၊ တစ်ခုကို တစ်ခု အားကိုးအောက် λ/2 ခြားရှိ တပ်ဆင်အသုံးပြုနိုင်သည်။

ဤသို့ directional max^m. radiation သည် element အရေအတွက်ကို အခြေခံပြီး၊ element များ၏ ကြားချင်းအကွာအဝေးကို ပြောင်းလဲခြင်းဖြင့် radiation intensity ကို ထိန်းချုပ်နိုင်သည်။

Broadside array system တွင် resonant Tx line နှင့် non-resonant line ဟူ၍ ရှိသည်။ non-resonant line များကို λ/4 matching section များဖြင့် ဆက်ဆိုပြီး၊ အဆုံးသတ်ခြင်းအား ပြုလုပ်ရသည်။ ¼ quarter wave

အသုံးပြုနိုင်သော broadside array system များ broadside effect ရှိစေရန် direction တစ်ခုတွင် max. radiation ရရှိစေခြင်းမှာ ၎င်းတွင် polar diagram ကို ဆွဲကြည့်ခြင်းဖြင့် ထိုသို့ဆိုနိုင်ပြီး၊ P1 နှင့် P1' အချင်း များသည် element အသီးသီးတို့မှ တူညီသော အကွာအဝေးတွင် တည်ရှိကြသဖြင့်၊ radiation ပြန့်ကျဲလာ ပုံစံများသည် in-phase ဖြစ်ကြောင်း ထိုကြောင့် element တစ်ခုမှ radiate ထုတ်လိုက်သော wave များသည် P1 နှင့် P1' ရှိရာ direction တစ်လျှောက်တွင် ပုံးဝန်းမှ intensity များ တူညီသည်။ ထို့အတူ P2 နှင့် P2' direction များတွင် element အသီးသီးမှ radiate ထုတ်သော wave များသည် out of phase များ ဖြစ်ကြသော်၊ radiation ပုံးဝန်းတွင်

P3 direction ရှိ element အသီးသီးမှ အကွာအဝေးသည်

အတူတူဖြစ်အောင် ကြေကြိုက်အသေးယားများ: ဆင် phase ကွာသည်: ကြားရာတွင်
ဖြစ်သည်: ထိုဖြတ်ရင် P_3 တွင် intensity ပုံသည်: ကြွမ်: ထို့ပေးတော် ပျံ့ကြွားခြင်းခြင်း
အစိုးရှိခြင်းသော်သည်: ဝင်းမှာ ၂ ဟသည် ဒေ၀ အတော်ကျော်ကြည်းလာသည်ဖြင့် အကျ
radiation intensity ကျော်ကြည်းလာသော်အတွင်းကြွမ်းမှာ၏: P_1 နှင့် P_1' direction
ကြားတွင်ရှိသော radiation pattern များတော် အကျယ်အလုံး: သည် အစားမျှော်
အကျယ်ကြွမ်းလာသည်ဖြင့်အကျ ဦးတိုက်ခြင်းရှိမှာ: လာပြီး: ညီကြွဝေး: ကြွာသောအားလုံးကို
ကြေကြိုက်ခြင်းသော်သည်။

4 MKS

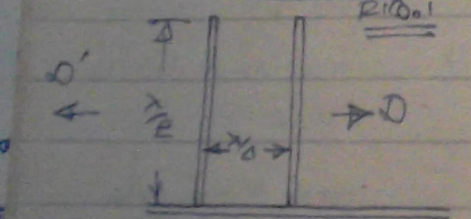
81 7A

END FIRE ARRAY

(Conc. height $\lambda/4$ သည်းကျသည်)

Fig. 1 (direction တစ်ခုတည်း: သာ ဖော်ပြ -)

(Rhombic Ant. တွင် Roads. ကျင်
~~Each~~ one direction သာကြွာသော်ကို:)



Tx. line: $\lambda/4$ out of phase ကြွမ်းမှာ.

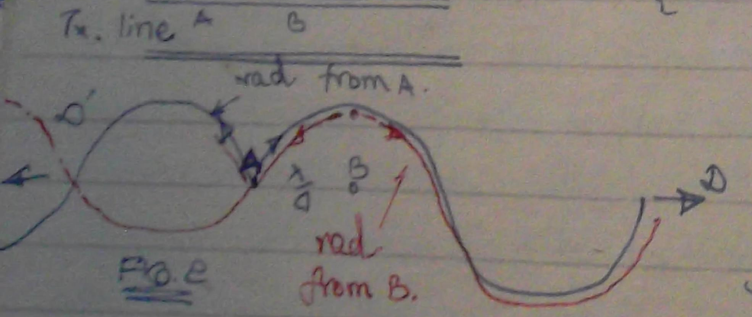


Fig. 2

End fire array systemတွင် ပုံလုံးကြီး ဖော်ပြထားသော်ကို: $\lambda/4$ element ကြွမ်းမှာ $\lambda/4$ အကွာအဝေး:ကြွ open wire feeder line များ: အသုံးပြုသော်ကို: Resonant line or non-resonant line တို့ကို ခွဲခြားပြီး ရှင်းပြထားသည်။

Fig. 3

Fig. 4

ထို့ကဲ့သို့ matching section များကြွမ်းမှာသည်: အဲ့ဝင်ကြွားခဲ့ပုံဖြင့်သည်:
ကြွမ်းမှာ ~~one~~ တစ်ခု phase current များ: ဒေ၀ ကျွမ်းမှာ: ပျံ့ကြွား:
radiation သည် direction အားလုံးတွင်ရှိ ဖြစ်ပြီး: အစုံ: အားလုံးတွင်
ပြေပြစ်သော်သည်: ကြွမ်းမှာ direction တစ်ခုတည်း: အတွက် Radio communication အတွက်ကြွမ်းမှာ ~~သော်~~ အားတွက်ကြွမ်းမှာ and fire array ကို
တည်ဆောက်အသုံး: ပြုနိုင်ခြင်းသော်သည်။

~~အားလုံးပုံမှာ ပုံလုံး~~ တွင်းပြုသော်ကဲ့ သို့ element အတွင်း: သော
I သည် အတွင်း: သော current များ: ဒေ၀ ပြောင်းမှာ: ဖြစ်သော်ကြောင့်၊ ထို့ကဲ့သို့
elementများကြွမ်းမှာ အကွာအဝေး:များ $\lambda/4$ ကြွမ်းမှာ ဖြစ်သော်ကြောင့်၊ radiation အားလုံး
အားလုံးတို့: ကျွမ်းမှာ: ပြီးပြည့်စုံခြင်းသော်သည်။ Element A အတွက် ဘယ်ဘက် ဒေ၀ ဖော်ပြ
radiate ပြုသော်သည်: A နှင့် B ကြား $\lambda/4$ အကွာအဝေး: ကြွမ်းမှာ A မှ radiate ပြုသော်
wave သည် B ထံသို့ ရောက်သော်အခါ: B မှ radiate ပြုသော wave နှင့် ကွာခြားမှု:
တူညီမှုများသော်သည်။ ထို့အတွက် ပုံ(ခ) တွင် ဆန့်ကျင်ဘက် direction ဘယ်အားလုံးတွင်
Max. radiation ရှိပြီးသော်သည်။ ထို့အတွက် direction ဝ' အားလုံးတွင်ကြွ ကြား:
B မှ radiate ပြုသော wave သည် A ကြွမ်းမှာသော wave ထက် ဝ' ကွာခြားမှု
သည်အတွက်ကြောင့်: A နှင့် B $\lambda/4$ ကွာခြား:သော်အတွက်ကြောင့်: ထို့ကြွမ်းမှာ A ထံသို့ရောက်သော်
A မှ radiated wave နှင့် 180° out of phase ကြွမ်းမှာ: radiation ပုံ: ဝ
ဖြစ်သော်ကြွ။ Element များ:ဖြင့်-

effective radiation polar dia. ထို့(ခ) တွင်ဆန့်ကျင်ဘက်: ကြွ
ဆောင်ကြွ element ကို ကြွမ်းမှာသော်ကြွားခဲ့: ပြုပြင်ခြင်းကြွမ်းမှာ element များ: ကြွမ်းမှာ
ဆက်သွင်းထားသော် $\lambda/4$ များကြွမ်းမှာ: element ဆယ်ခြင်းကို ဒေ၀ phase difference ကြွမ်းမှာ
current များ: feed ပြုခဲ့: ကြွင်း radiation pattern: polar diagram ကြွမ်းမှာ

7.8.82

Adjective clauses.

Subject, Verb ပါဂြိသော စကျမဟုတ်သည့် စကား စုကို clauses ဟုခေါ်သည်။ ၎င်း clauses သည် who, which စသော Relative Pronoun များ ဖြင့် စတင်ပါက၊ Relative clauses ဟုခေါ်သည်။ ၎င်း clauses ကို Noun တစ်ခုနောက်တွင် စတား ဆိုရေးသားခြင်း အားဖြင့် ၎င်း Noun ကို အထူးပြုသော ကြောင့် Adjective clauses ဟု လည်းခေါ်သည်။

The cricis which is leading to a new war has not been resolved.

① (Relative clauses)
(or)
② (Adjective clause)

Adjective clauses သည် ၎င်း အထူးပြုသော Noun ကို အခြားမျိုးတူ Noun များ ဖြင့် ကွဲပွဲခြားနားသွားအောင်၊ စွမ်းဆောင်နိုင်ပါက၊ ၎င်း clauses ကို Defining clauses ဟုခေါ်သည်။

The hospital which was founded in May 1950 is the largest in Rangoon.

① Relative clauses
② Adjective clauses
③ Defining clauses ✓

The hospital, where patients can get medical treatments is essential for public health. Non-Defining clauses

Defining Clauses အက်ဆွယ်ပုံ

[လူ] Subject → who / that
Object → whom / that
Possessive → whose

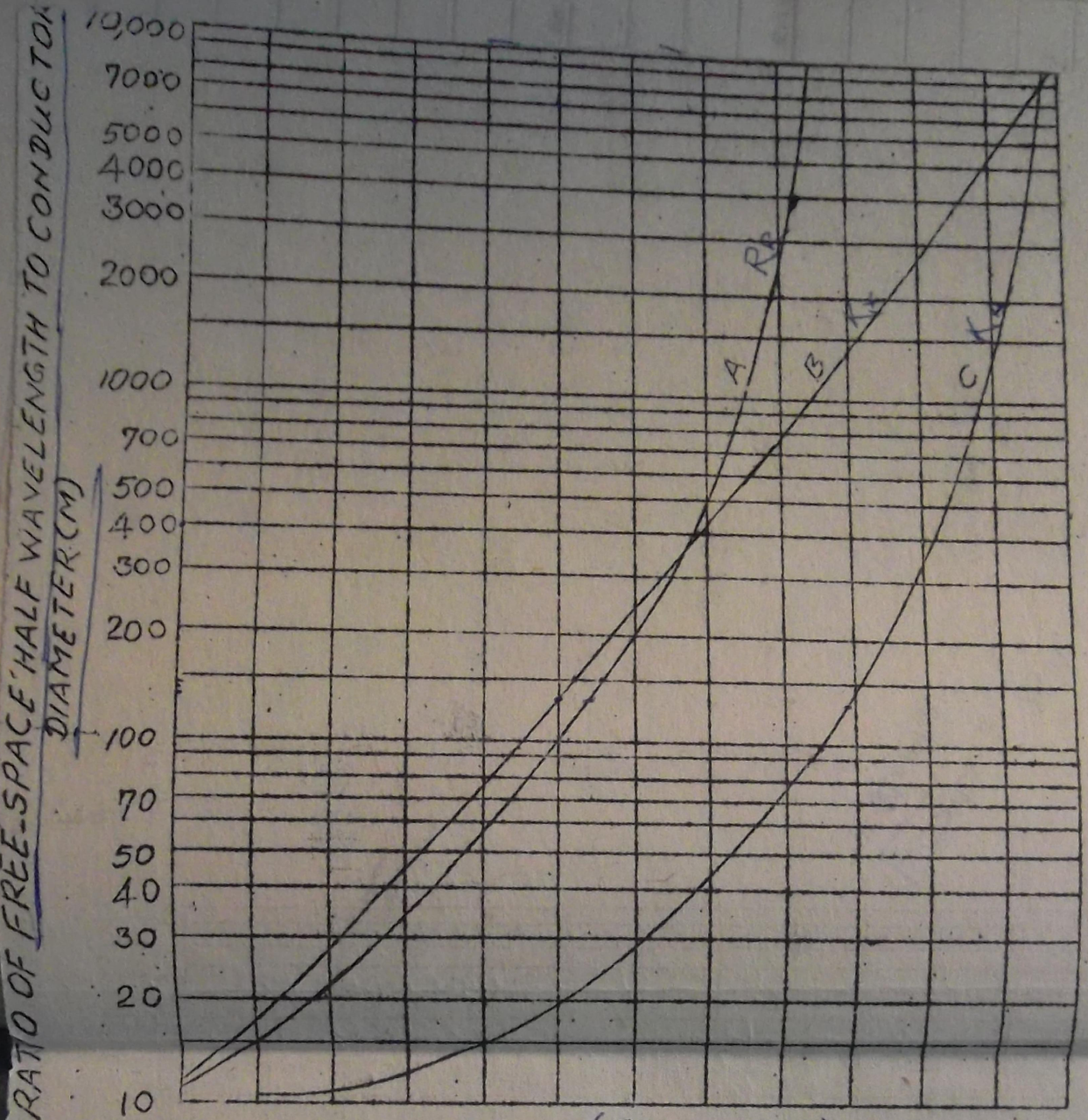
1. The man is our driver. He is smoking.
   who is smoking.

The man who is smoking is our driver.

2. The man is our driver. You helped him
   O → whom

The man whom you helped is our driver.
The man you helped is our driver. (ချန်ရေးလဲရတယ်)
(contact clauses)

ပြုရေးတွင် ဆော်ပြယက်ဆိုး အနံကျဉ်းမျောင်းပြီး၊ intensity ဦးဖြူးလာလျှက် အလွန်ဝေးသောရေးရာသို့ ရောက်ရှိ စေနိုင်လေသည်။



ROTI
15.2.83.
3EC.2.
AYE MAUNG

Thanh Maung
30.8.65

A →	24	26	28	(30	32)	34	36	→ R_R
B →	2	3	4	5	6	7	8	→ K_X
C →	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	→ K_A

VE "A" – RADIATION RESISTANCE AT RESONANCE (R_R)

(Radiation Resistance of a quarter-wave antenna, with ground plane or grounded, as a function of M. The values apply only when the antenna is of the resonant length.)

VE "B" OHMS REACTANCE CHANGE PER 1% CHANGE IN LENGTH. (K_X)

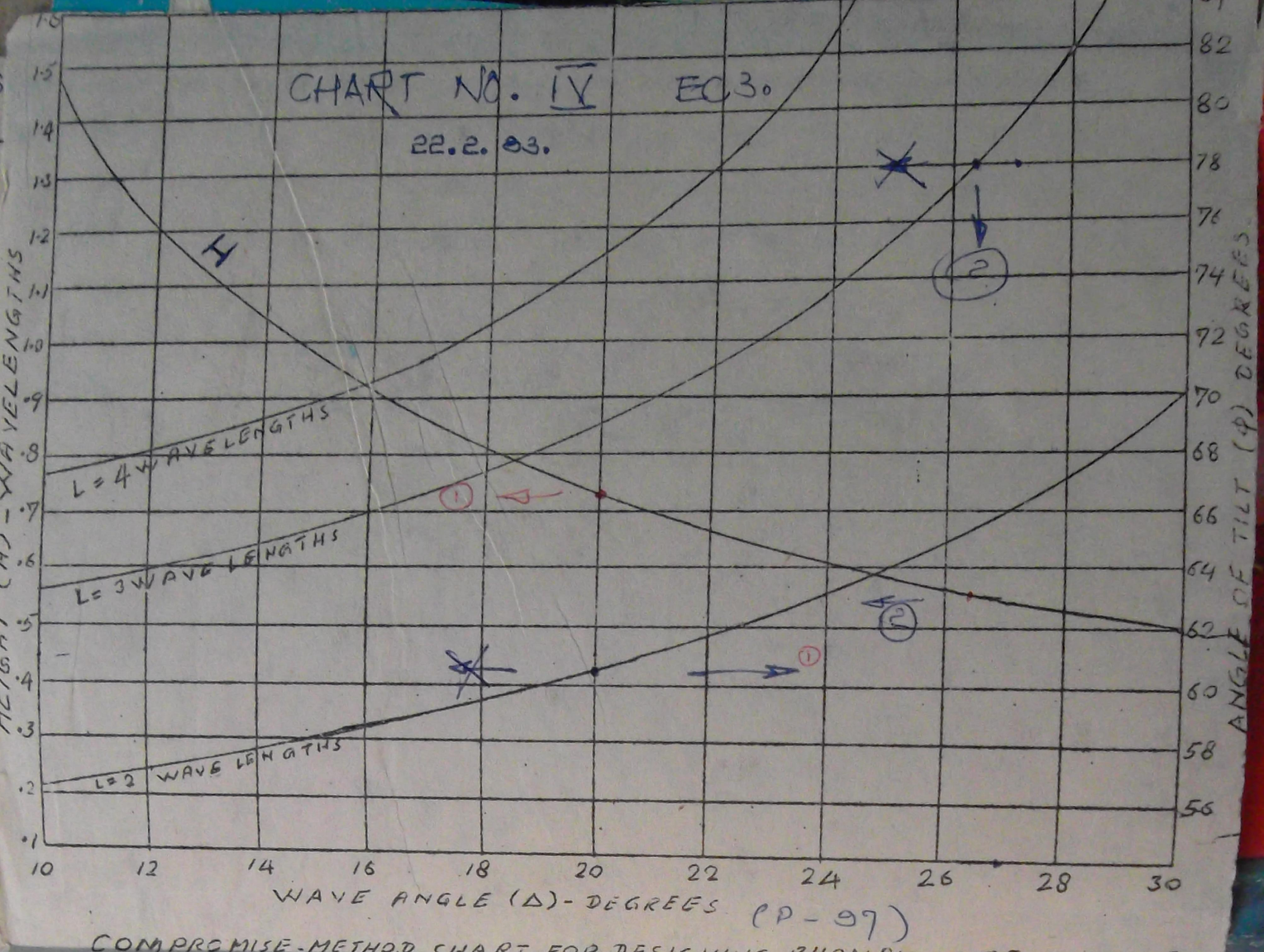
(Reactance change with antenna length as a function of M, for quarter-wave ground-plane or grounded antenna. The curve is accurate for lengths within 10% of the resonant length).

VE "C" LENGTH FACTOR (K_A)

(The antenna length factor as a function of the ratio of a free space half wave length to the conductor diameter. The length factor multiplied by a free space quarter wave length is the length of a quarter wave radiator resonant at the selected (qy)

CHART NO. IV EC 3.

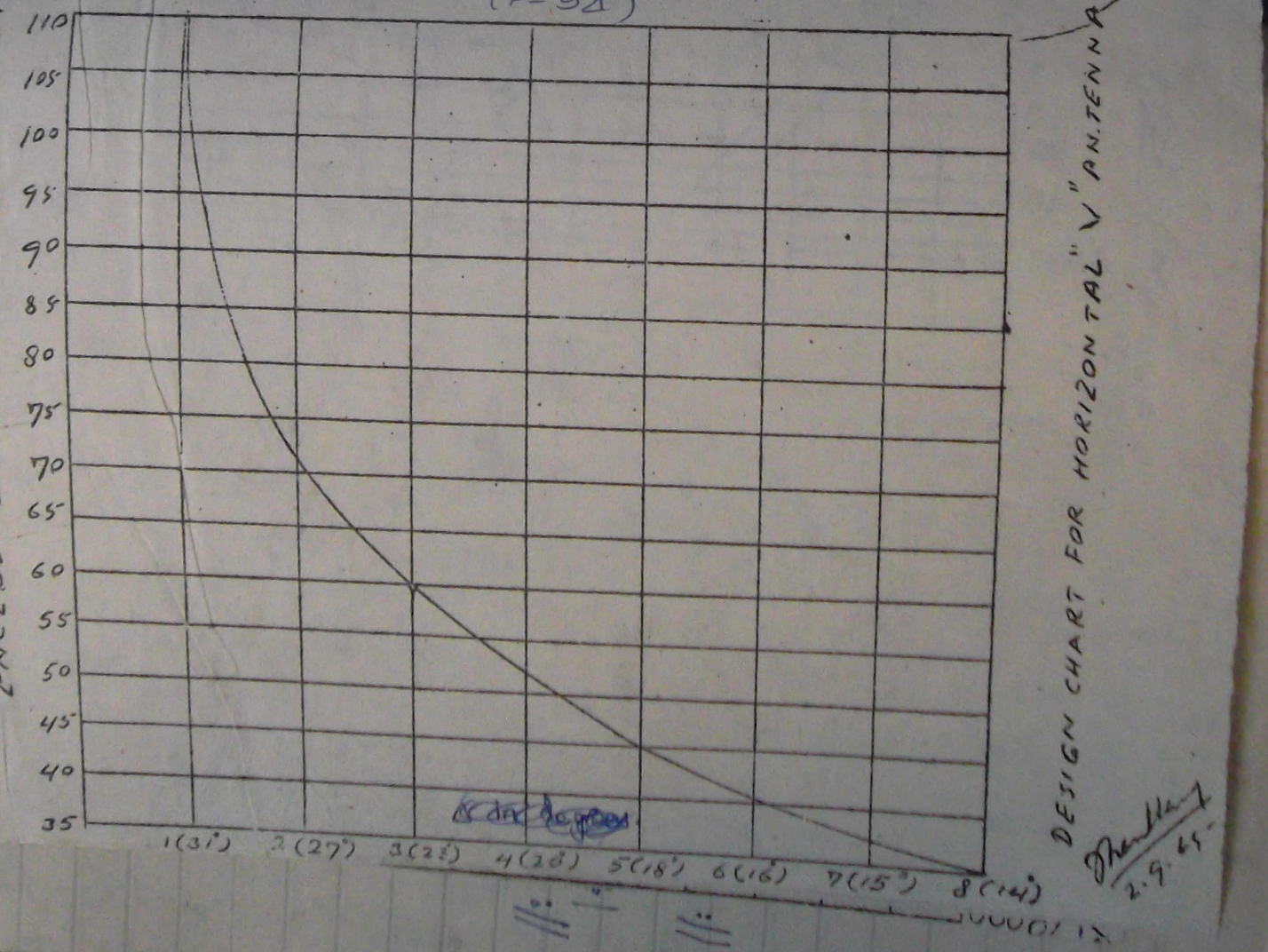
22.2.63.



(P-97)

COMPROMISE-METHOD CHART FOR DESIGNING RHOMBIC ANTENNAS OF VARIOUS LEG LENGTHS AND WAVE ANGLES.

(P-94)



DESIGN CHART FOR HORIZONTAL "V" ANTENNA

2.9.65

လိပ်၊ မျှောက်၊ ကြွက်၊ မြောက်၊ မွေး၊ နွား၊ ကျွဲ။

L. C.

THEORY.

VOL. II

ဗ.1500/ [illegible]

[illegible]

(၁) လိပ်၊ (၂) မျှောက်၊ (၃) ကြွက်၊ (၄) မျှောက်၊ (၅) မွေး။

(၆) နွား၊ (၇) ကျွဲ။

L.C. (Tor) No. 11

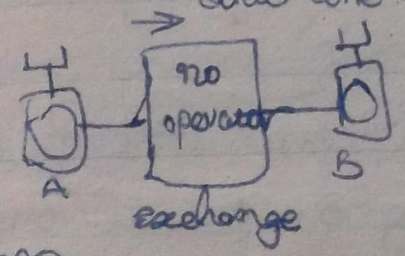
78

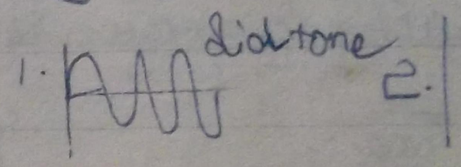
(Dial System [illegible] -)

Different types of toner frequency used in auto-Exchange

82
7B
8MKS

dial tone [illegible]





Ringing tone [illegible]

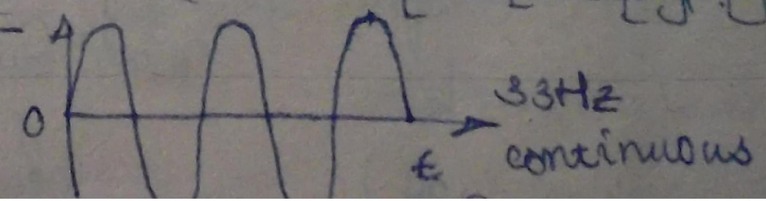
Manual system [illegible] telephone [illegible] telephone [illegible] central exchange [illegible] telephone [illegible] central exchange [illegible] telephone [illegible] common bat [illegible] line engaged [illegible] exchange [illegible] operator [illegible] —

[illegible] telephone [illegible] ph [illegible] ringing [illegible] (Line engage [illegible]) [illegible] subscriber [illegible]

Auto-Phone system [illegible] ph. [illegible] dial tone [illegible]

[illegible] tone [illegible] standard [illegible] tone [illegible]

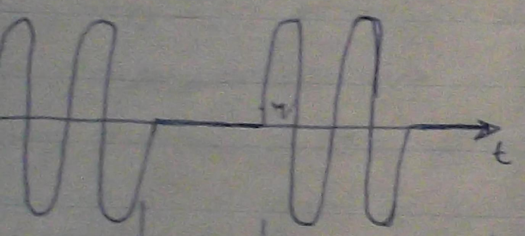
1. Dial Tone:- (handset [illegible])



Dial tone ဆိုတာ 350Hz ရဲ့ phone ခေါ်ဆိုမှုအသံတွေကို ပြောတာပါ။ ဒီအသံဟာ ph. အသုံးပြုသူတွေက ဒီအသံကို telephone နဲ့ exchange ကြားမှာ ဆက်သွယ်ပြီး ခေါ်ဆိုမှုတွေ ပြုလုပ်ခြင်းအတွက် dial လုပ်ဖို့ ပြောလိုက်ခြင်း၊ ကြားလေးတဲ့အခါ manual system တွေမှာ ph. no: ကို ရွှေ့ချလိုက်ခြင်းအတွက်ပါ။ operator က ကျွန်တော်ခေါ်ဆိုမှုကို ဒီ dial tone ကြားပြီးမှ dial လုပ်ခိုင်းပြီး dial tone ကြားရပြီးမှ dial လုပ်တဲ့ central exchange ဆီကို switch ပေးဖို့ operator ကဆိုလိုခြင်းပါ။

2. Ringing Tone :-

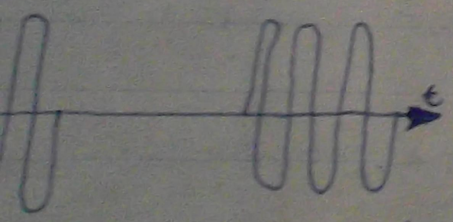
133Hz.



ဒီအသံက frequency 133Hz ရှိပြီး အဆက်မပြတ် 0.4 sec: on, 0.2 sec: OFF လုပ်နေတာပါ။ ဒီ ringing tone ဆိုတာ dial လုပ်ပြီးတဲ့အခါ ကျွန်တော်တို့ ခေါ်ဆိုလိုတဲ့ telephone ဆီကို ခေါ်ဆိုမှုတွေ ရောက်သွားပြီး ခေါ်ဆိုခံရတဲ့ subscriber အိမ်ကဖုန်းက ထအဖြေမခံသေးခင် (133Hz, 1 sec on and 0.2 sec off) အဲဒီလိုမျိုး ကြားရတာပါ။

Manual system တွေမှာ operator နဲ့ subscriber ကြားမှာ ခေါ်ဆိုမှုတွေကို ringing tone ပေးတဲ့အခါမျိုးမှာ ကျွန်တော်တို့ ကြားရတဲ့ ringing tone ဆိုတာ ခေါ်ဆိုခံရတဲ့ subscriber ဆီကို ringing current ပေးပို့လိုက်ခြင်းကြောင့် ကြားရတာပါ။

3. Busy Tone:- (engaged information)



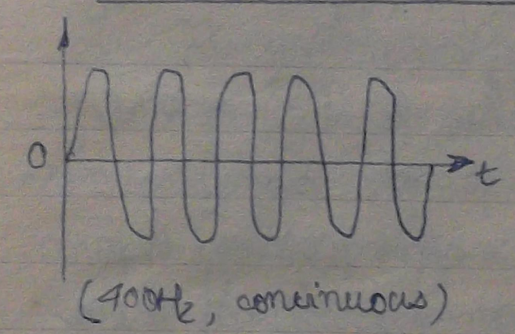
(480Hz, 0.75 sec: on, 0.75 sec: off)

ခေါ်ဆိုခံရသူဟာ engaged ဖြစ်နေလို့ ပြောလိုက်ခြင်းဆိုရင်တော့ phone ရဲ့ memory က ဆောက်လုပ်ထားတဲ့ (push button) macro ကြောင့်ပါ။

Busy tone ဆိုတာ high peak အသံတွေကို ခဏခဏ ကြားရတာပါ။ ဒီအသံက 480Hz ရှိပြီး 0.75 sec: on, 0.75 sec: off ဖြစ်ပြီး busy ဖြစ်နေတဲ့ ခေါ်ဆိုခံရသူ ph. က ဖုန်းကို ချထားခြင်းကြောင့် ခေါ်ဆိုသူ telephone နဲ့ exchange ကြားက line ကို ချိတ်ဆက်ပေးထားတဲ့ switch ကို ပြောလိုက်ခြင်းပါ။

Manual system တွေမှာ operator က ckt engage ဖြစ်နေပါတယ်လို့ (or) ချွတ်ထားပါ့ engage ဖြစ်နေပါတယ်လို့ အတိုချုပ်ပြောပြီး telephone ဆီကို ပြောကြားပေးရပါတယ်။

4. Number Unobtainable Tone:- (ph: ckt တွေနဲ့ မချိတ်ရသေးတဲ့ no: ကို ခေါ်တဲ့အခါ)



(400Hz, continuous)

ဒီအသံမျိုးဟာ high peak အသံတွေကို ခဏခဏ ကြားရတာပါ။ ဒီအသံက 400Hz ရှိပြီး အဆက်မပြတ် ကြားရတာပါ။ Telephone အသုံးပြုသူတစ်ယောက်က dial လုပ်ပြီး ခေါ်ဆိုလိုတဲ့ telephone ဆီကို ခေါ်ဆိုမှုတွေ ရောက်သွားပြီး ph. နဲ့ ဆက်သွယ်ပေးလိုက်တဲ့အခါ ခေါ်ဆိုခံရသူ ph. က ဖုန်းကို ချထားခြင်းကြောင့် ခေါ်ဆိုသူ telephone နဲ့ exchange ကြားက line ကို ချိတ်ဆက်ပေးထားတဲ့ switch ကို ပြောလိုက်ခြင်းပါ။

Manual system တွေမှာ operator က ဒီ ph နဲ့ ချိတ်ဆက်ပြီးသား line ကို ပြတ်သွားအောင် ချွတ်ပစ်လိုက်ခြင်းပါ။

ကျောက်ဆည်စက်ရုံ
Cpto.

Dial Central Office Equipments.

Telephone တစ်လုံး handset အား မည်သို့ပင်ရွေးချယ်ပါစေ telephone နှစ်လုံး line တွင် central office တွင်ရှိသော switching equipment တွေးသည် automatically အကြွေးပေးပြီးကာ dial တက်ပြီး ခေါ်ဆိုနိုင်စေသည်။ ထိုသို့ခေါ်ဆိုသည့်အခါ ph. no: အား dial လုပ်ပြီးသည်နှင့် exchange တွင်ရှိသော switch တွေး အားလုံးသည် အလုပ်လုပ်ကြသဖြစ်သော်လည်း ခေါ်ဆိုသူ ခေါ်ဆိုသော ph. သည် engaged ဖြစ်နေပါက, exchange တွင်ရှိသော ph. ပုံးသွား busy တုန်းမှုန် ပြန်ကြားရခြင်း ဖြစ်သော်လည်း ကျန်ခေါ်ဆိုသော ph: no: သည် အားလုံးဖြစ်ပါက exchange switch တို့ဖြင့် ထိန်းညှိသည့် dial တို့ ပုံမှန်မှုတ်ဆောင်ရွက်သွားစေသည်။ ၎င်းကဲ့သို့ဆောင်ရွက်သွားစေသော switch တွေး ကြွေးသွားဆောင်ရွက်ရန် အတွက် ph ကိရိယာတွေးသည် dial pulse ကို ပေးပို့နိုင်ရန် လိုအပ်သော အကြောင်းအရာများ ဖြစ်သည်။

Dial systemတွင် switching systemအမျိုးအစား

၎င်းတို့မှာ (1) step by step or strowger system.
(2) the all-relay system,
(3) panel system,
(4) Cross-Bar system တို့ဖြစ်သည်။

17.6.83. FRI:

I. The Step By Step Dial System

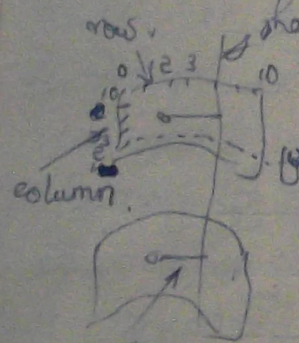
Central Officeတွင် switch တွေး
{ ၁. Line sw. or line finder sw.
{ ၂. selector sw. or selector
၃. Connector sw or connector. အစရှိသည်တို့ဖြင့်ကြသည်။

Step-by-Step (or) strowger system(1) တွင် အကြွေးပေးပို့ခြင်းလုပ်ငန်းစဉ်အား ကြည့်ပါက ခေါ်ဆိုသူ ခေါ်ဆိုသော ph. သည် engaged ဖြစ်နေပါက busy တုန်းမှုန် ပြန်ကြားရခြင်း ဖြစ်သော်လည်း ကျန်ခေါ်ဆိုသော ph: no: သည် အားလုံးဖြစ်ပါက exchange switch တို့ဖြင့် ထိန်းညှိသည့် dial တို့ ပုံမှန်မှုတ်ဆောင်ရွက်သွားစေသည်။ ၎င်းကဲ့သို့ဆောင်ရွက်သွားစေသော switch တွေး ကြွေးသွားဆောင်ရွက်ရန် အတွက် ph ကိရိယာတွေးသည် dial pulse ကို ပေးပို့နိုင်ရန် လိုအပ်သော အကြောင်းအရာများ ဖြစ်သည်။

The Strowger Step by Step Switch

(selector ဒါမှမဟုတ် connector သေးသေးလေးတွေကိုပဲပြောတာပါ)

relay ဘဲ့ဒါ့ bank assembly ဒါ့ shaft ဒါ့



pulse အရေအတွက်အပေါ်မူတည်ပြီး ဘဲ့ဒါ့ vertical ဘဲ့ rotary magnet ဘဲ့ အသုံးအဆောင်ဆောင်ရွက်ပေးတယ်။

rotary magnet က pulse အရေအတွက်အတိုင်း ပထမဦးဆုံး လှုပ်ရှားပြီး shaft ကို လှည့်ပေးတယ်။ column အဆုံး row အဆုံး → contact ထိခိုက်သွားတယ်။ Strowger ဆိုတဲ့ စက်ကိရိယာဟာ အဓိကအားဖြင့် 1. relays, 2. bank assembly, နှင့် 3. shaft, wipers, magnets, & frame and switching mechanism တို့ပါဝင်တယ်။

RELAYS:- Relay ဆိုတာ electro-mechanical device တစ်ခုပါ။ ၎င်းမှာ magnetic circuit တွေဖြစ်တဲ့ coil core, frame (heel piece), နှင့် armature တို့ပါဝင်ပြီး good magnetic material တွေနဲ့ပြုလုပ်ထားတယ်။ Coil ကို insulated wire တွေနဲ့ ရှည်လျားစွာ resistance နဲ့ turn အရေအတွက်အတိုင်း coil တွေဖွင့်ထားတယ်။ Dial telephone တွေမှာ အသုံးပြုထားတဲ့ relay တွေဟာ အဓိကအားဖြင့် 2 မျိုးပါ။

BANK ASSEMBLY:- Bank assembly တွေမှာ fixed bank, line bank နဲ့ shaft တွေကတစ်ဆင့် wiper တွေကိုထိန်းချုပ်ပေးတယ်။ Fixed bank တွေမှာ contact ဟာ ဘဲ့ဒါ့ fixed horizontal (သေးသေးလေးတွေကို) contact ထိခိုက်မှုကြောင့် line bank တွေက contact ဟာ ဘဲ့ဒါ့ horizontal (ကြီးကြီးကြီးကြီးကို) contact ထိခိုက်မှုကြောင့် ဖြစ်ပေါ်ပါတယ်။ Contact တွေကို line bank တွေနဲ့ insulation ဖြင့် ခွဲခြားထားတယ်။ Wiper တွေဝင်ရောက်တဲ့ shaft မှာ ဝိုင်းဝိုင်းလေးတွေအတိုင်း contact တွေကို ထိတွေ့ပေးတယ်။ Wiper တွေဟာ fixed bank တွေနဲ့ line bank တွေရဲ့ contact တွေနဲ့ အဆက်အသွယ်ဖြစ်စေပါတယ်။ Contact တွေဟာ semi-cylindrical ပုံစံအတိုင်း ထားရှိခြင်းဖြင့် wiper တွေဟာ rotary motion ဖြစ်စေပါတယ်။

SWITCHING MECHANISM

- S.M. တွင် vertical, rotary relay and magnet နှင့်