Радиолюбительский фестиваль «Домодедово – 2007»

Технический КВ форум

«Своими знаниями и опытом надо делится!»

(c) RA6LBS

« 4х элементные вертикальные передающие антенны

4 SQUARE TX»

Андрей Федорищев
www.RA6LBS.ru

Передающие антенны:

- Ненаправленные
  - Inverted Vee;
  - Диполя;
  - Треугольники – квадраты;
  - Вертикалы;
- Направленные (фиксированные и вращаемые)
  - Yagi (алюминиевые и проволочные)
  - Quad
  - Фазированные «штыри»

Почему штыри и почему их 4?

Плюсы:

- Наилучшие диаграммы в вертикальной плоскости;
- 4 штыря расположенные квадратом, обеспечивают минимально необходимое перекрытие азимутов;
- Существенно большая механическая прочность и надёжность по сравнению с Yagi, QUAD;
- Мгновенное переключение в 4 или 8 направлений:;
- Существенно меньшая стоимость системы и стоимости её эксплуатации;

Минусы:

- Необходимость выполнения «омеднения» земли;
- Значительная (хотя и меньшая чем требуется для Yagi и Quad) высота элементов на диапазонах 160-80;

История антенны 4SQUARE в радиолюбительской литературе

- 1965, QST, March, Fred Collins, W1CF, «A Switchable Four Element 80 Meters Phased Array”;
- 1977, QST, April, Fred Collins an others, W1CF, «360 Degree Steerable Vertical Phased Arras”;
  - Компьютерный расчёт выполнен на программе ARRAY, язык программирования Fortran IV;
- NCJ, March/April 2004, Al Christman, K3LC, «A Four SQUARE with Eight Directions»

Схема расположения элементов

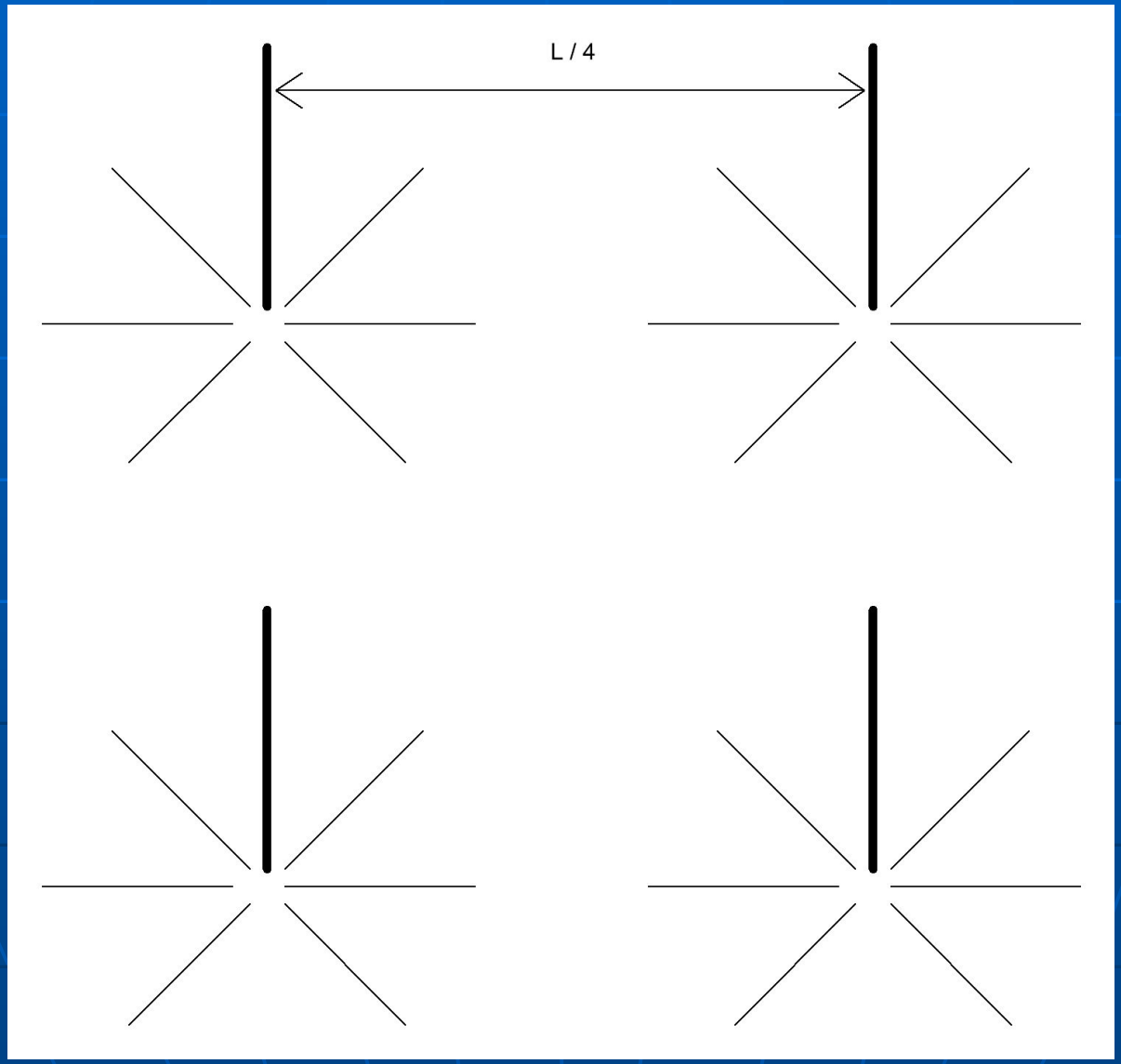
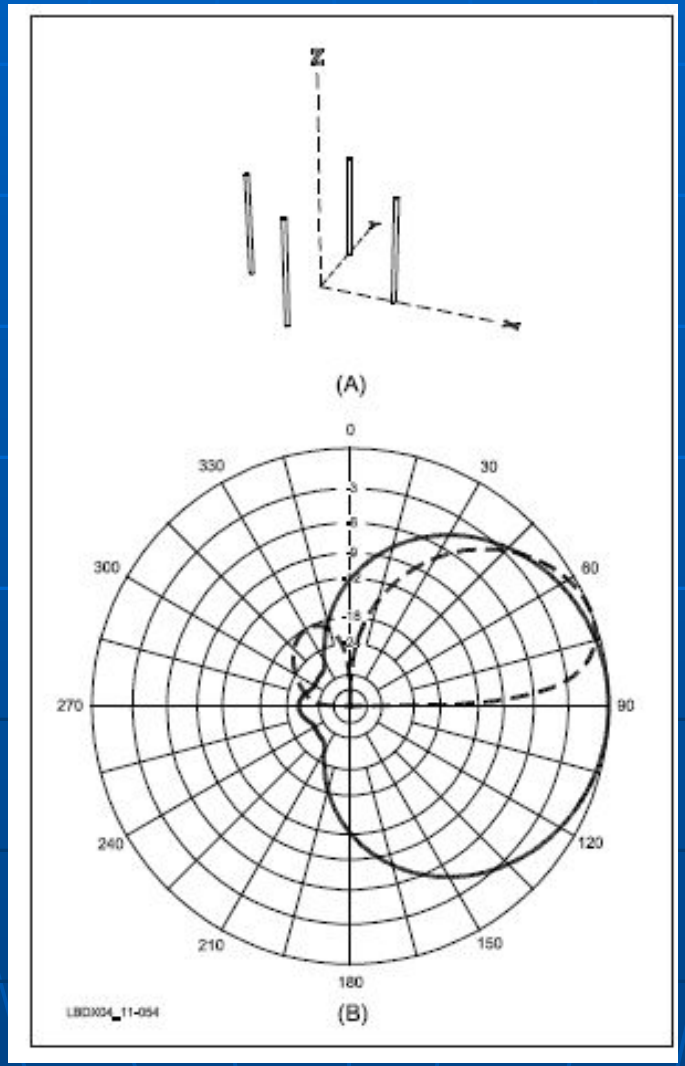


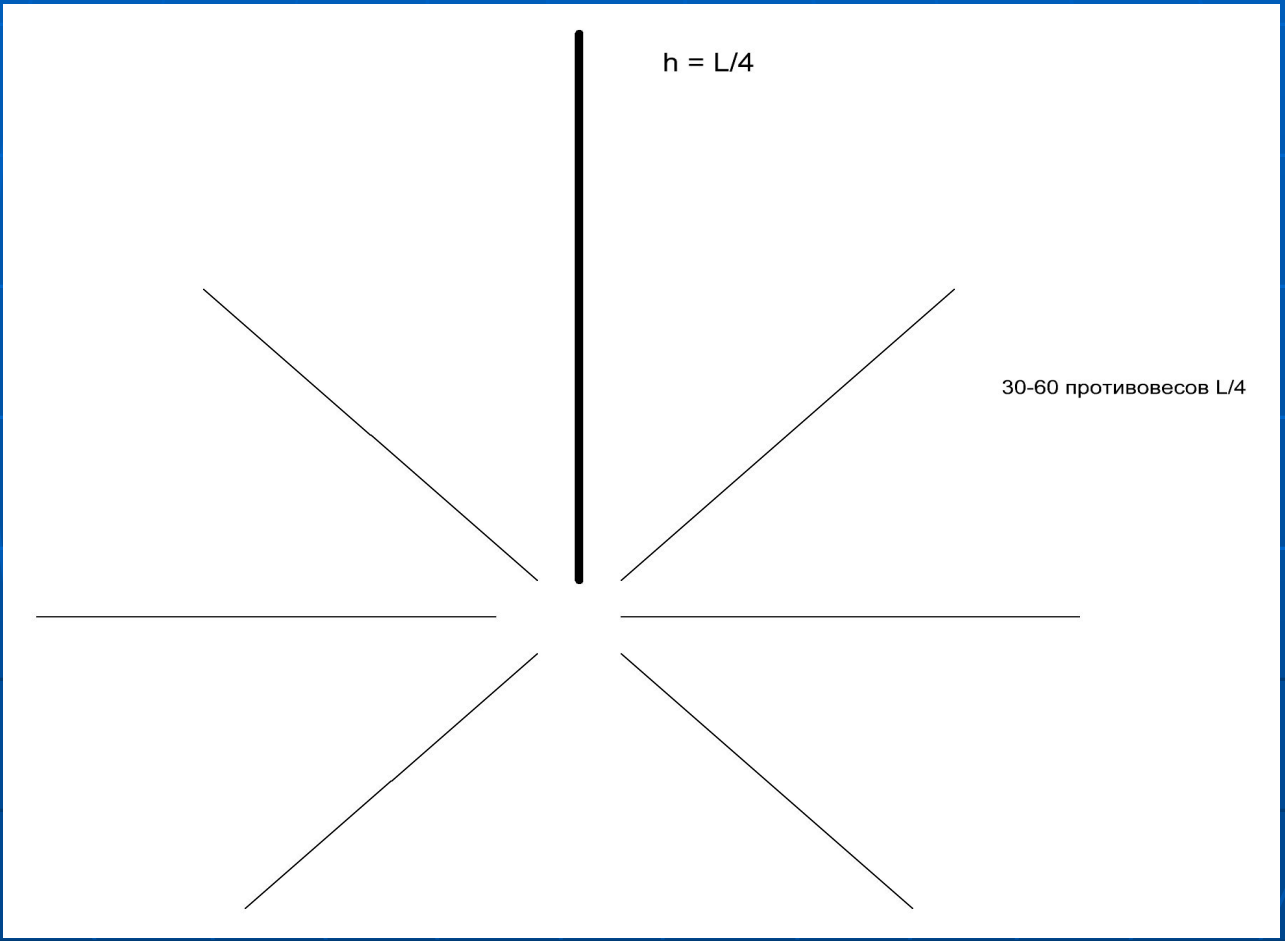
Диаграмма антенны из «библии» ON4UN



Видно, что ширина переднего лепестка по уровню -3db составляет менее 90 градусов.

Это заставляет задумается о необходимости 8 направлений вместо 4х;

Схема вертикального элемента



Варианты расположения элементов:

- Элемент может быть наклонён «в центр» под небольшим углом;
- Разнос элементов (квадрат) может быть произвольным, от 1/2λ до 1/8λ!

Варианты «противовесов», и их «классификация» в порядке ухудшения …

- Лежащие на земле
  - могут быть слегка (5 см.) прикопанными и зарастают травой;
- Закопанные в землю
  - глубина 30-50 см. (требуется любителям огородничества или когда жена против …)
- Приподнятые над землёй
  - обычно на высоту 3-5 метров, но чем выше тем лучше, НО НЕВРЕЬТЕ тем кто говорит и обещает что это полноценный «аналог» …

Три варианта ведут себя «по разному» с любым вертикалом!

Противовесы нужны для уменьшения потерь в «ближней зоне», это «ЭКРАН» !

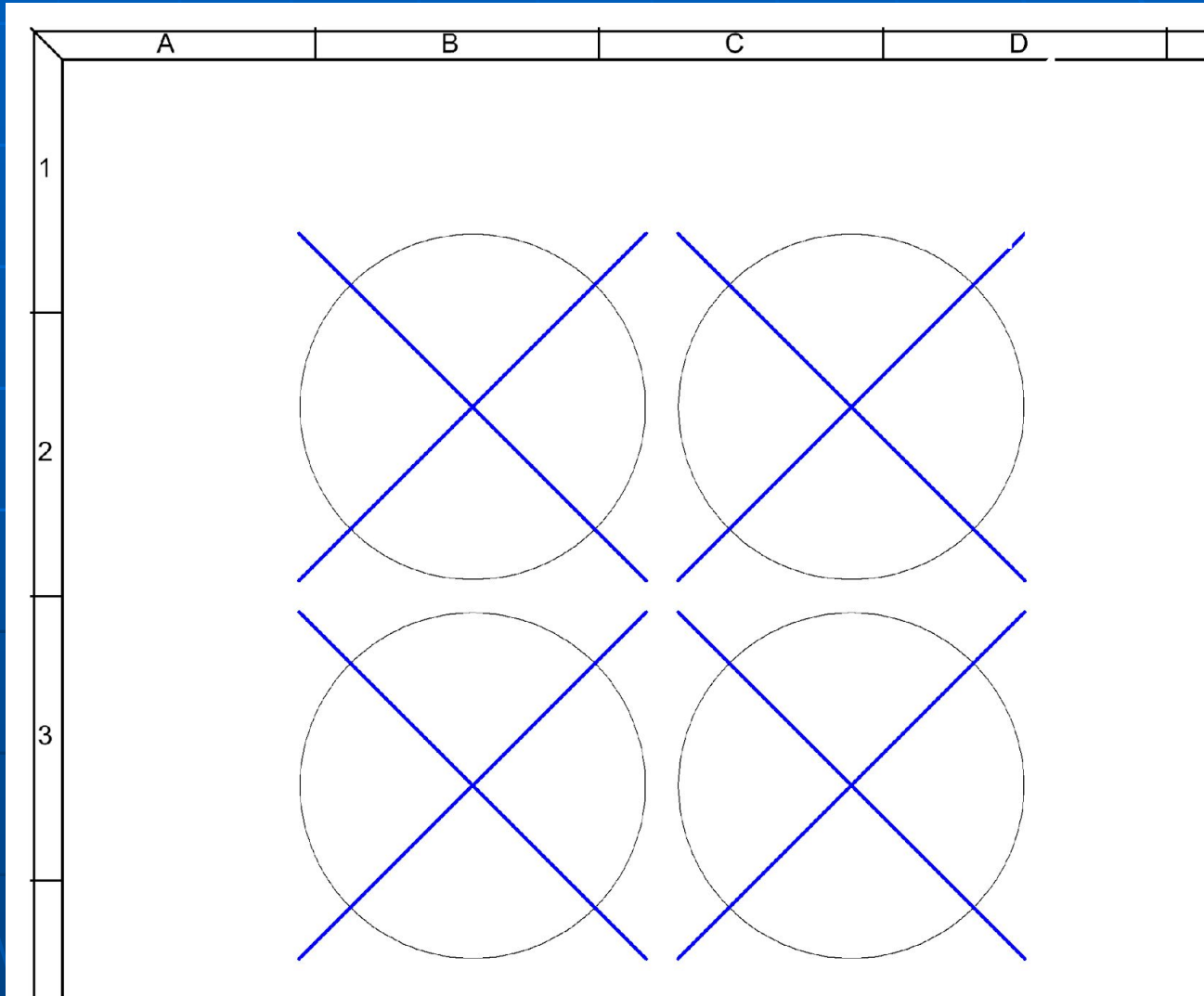
- Критерии оценки их качества и достаточности:
  - КОСВЕННО:
    - Величина сопротивления потерь в «земле», измеряется методом измерения входного импеданса вертикала и вычитания расчётного над «идеальной» землёй;
  - НЕПОСРЕДСТВЕННО:
    - Измерением уровня напряжённости поля в дальней зоне и прекращением прироста уровня при увеличении к-ва противовесов;
    - Это единственный точный индикатор «достаточности»

Сколько их нужно и каких?

- Противовесов много не бывает;
- Лучше лежащие на земле;
- Хороший компромис от 30 штук;
- Длинна от «сколько помещается» до L/2, если они лежат на земле;
- система 4SQUARE «работает» с количеством от 12 шт. и длинной от 1/8λ;
- материал: медь, аллюминий (там где его можно в почву ложить) и провод «полевик» - П274М ;

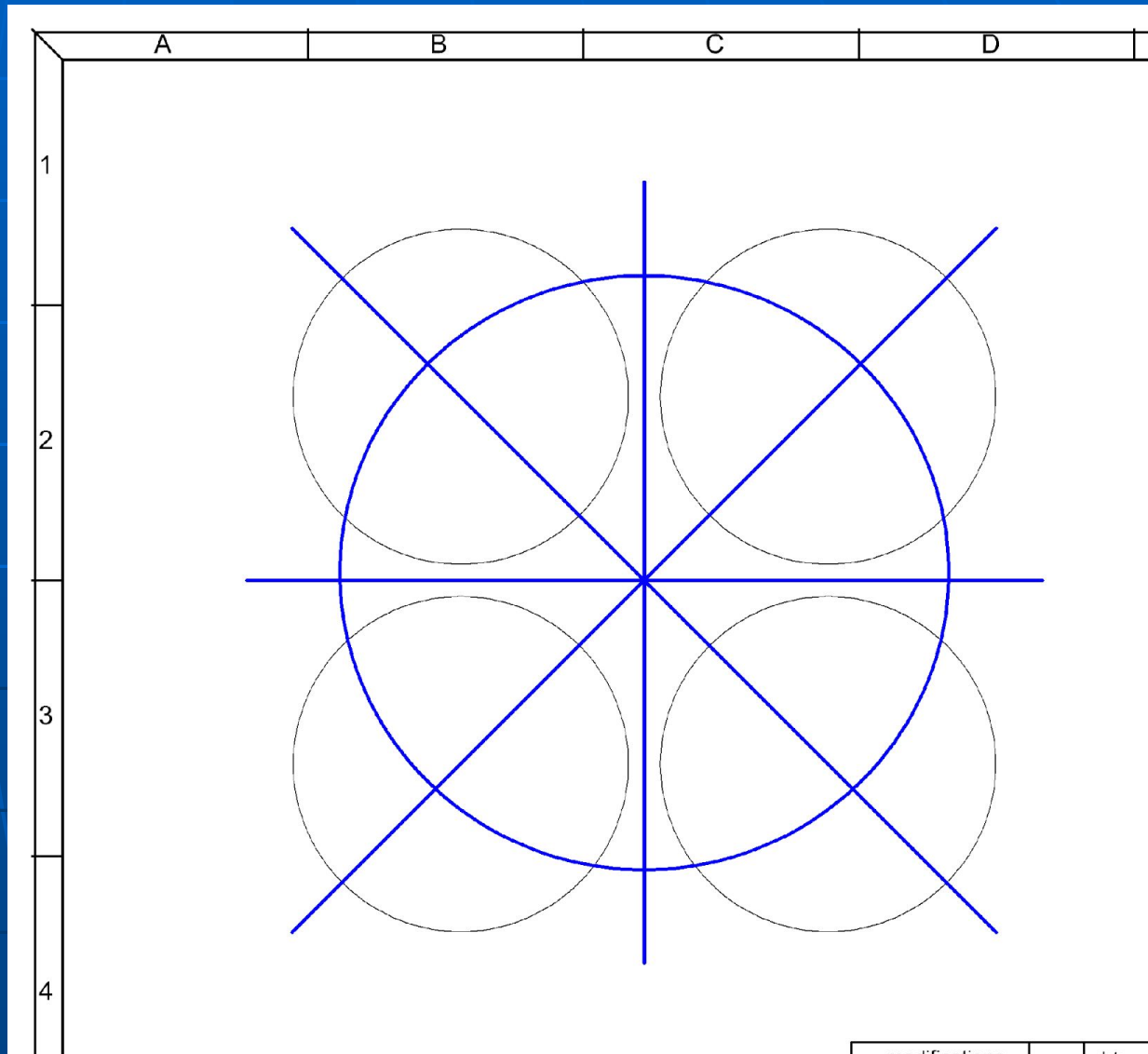
Схема расположения противовесов

- 4 «независмые» системы под каждым из вертикалов;

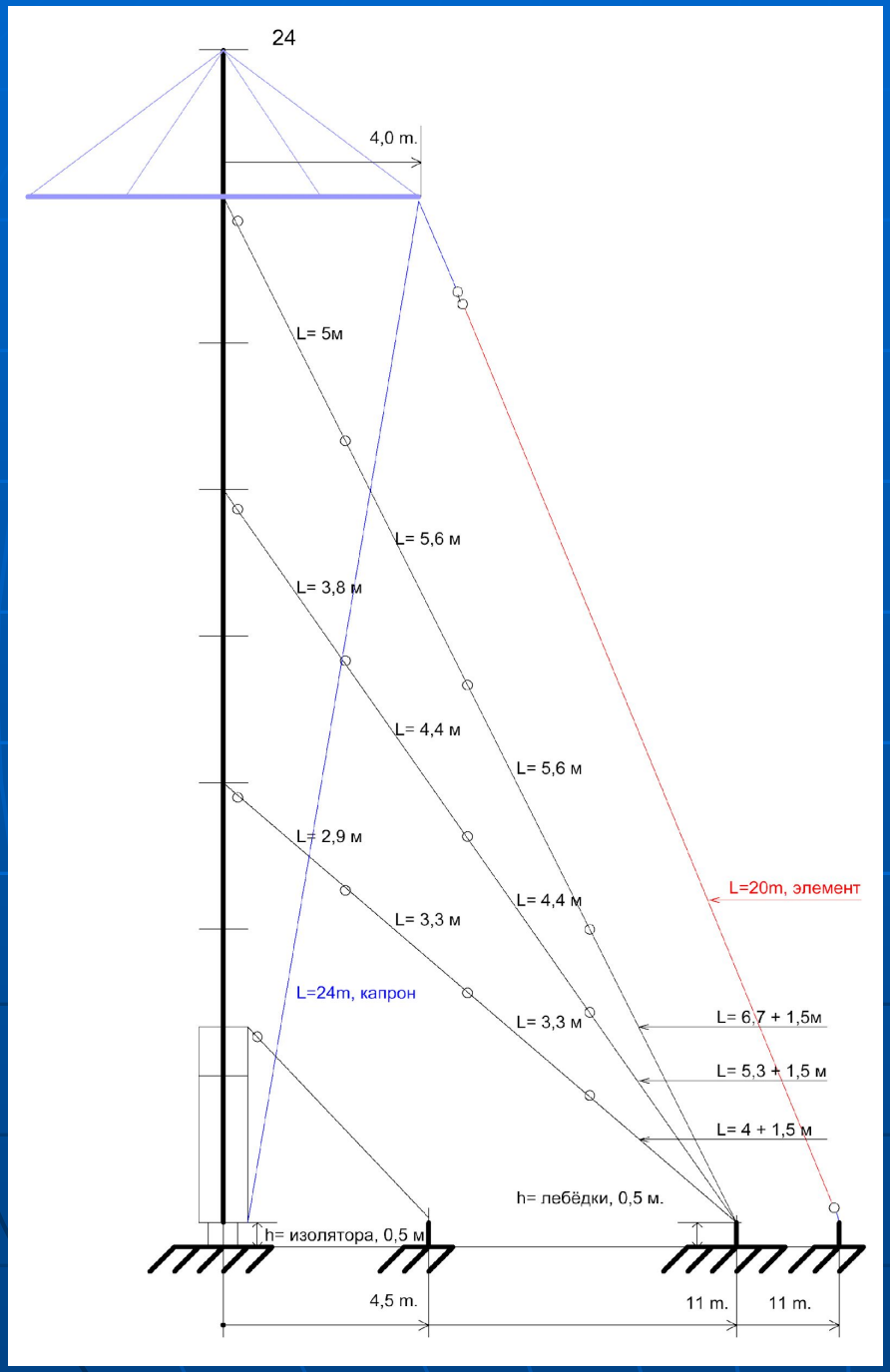


Ещё вариант:

- Радиально расходящаяся из центра система, с проваренными «кольцом - шиной» под элементами и в центре;
- Используется если в центре стоит вертикал на диапазон 160 м.



Геометрия «Большой Правильной Антенны»



Элементы антенны 4SQ80 «наклонены» к центру, точки питания разнесены на расстояние 1\5 λ;

Мачта используется как «вертикал» на 160 с «ёмкостной нагрузкой» 4х 6м.

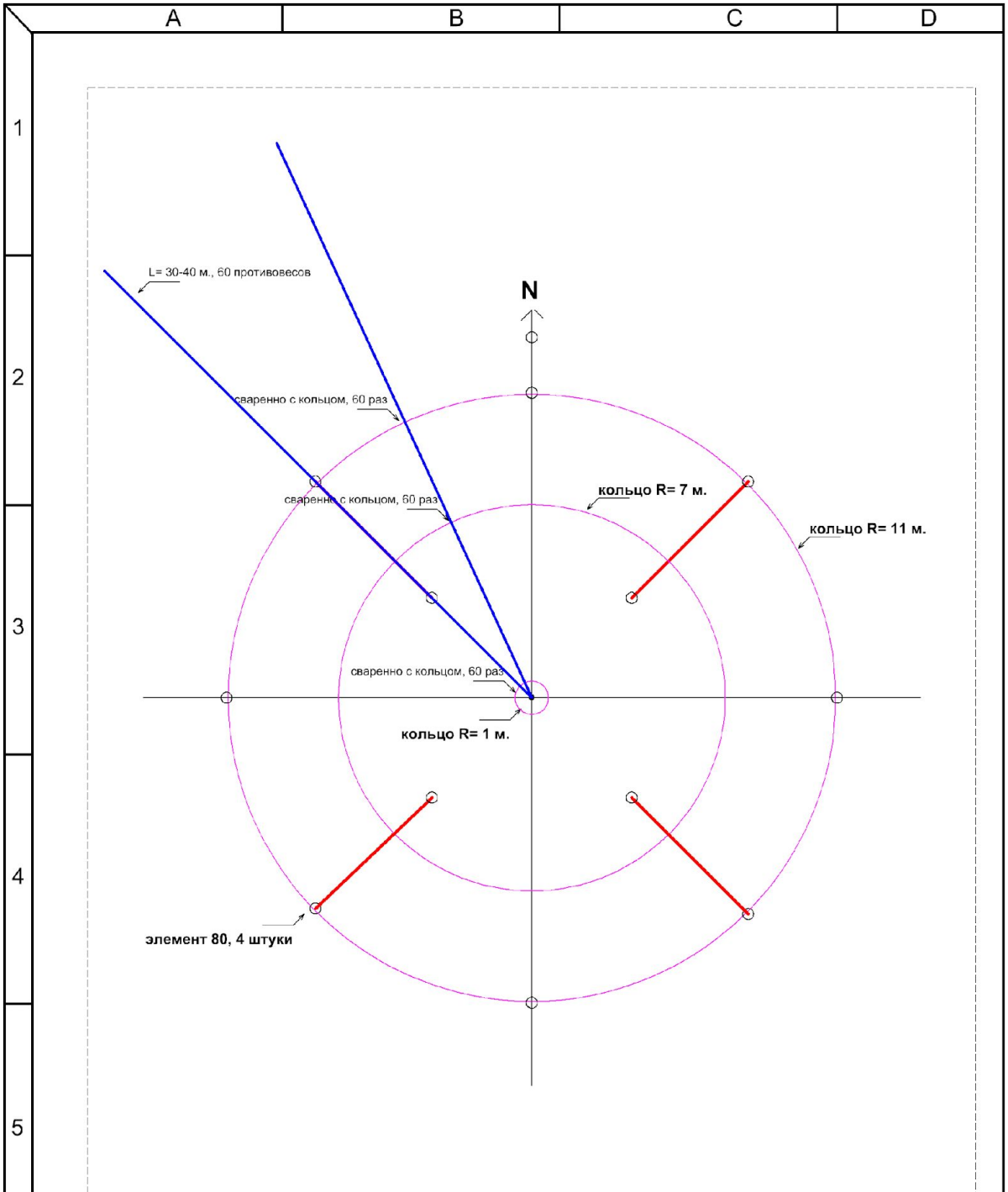
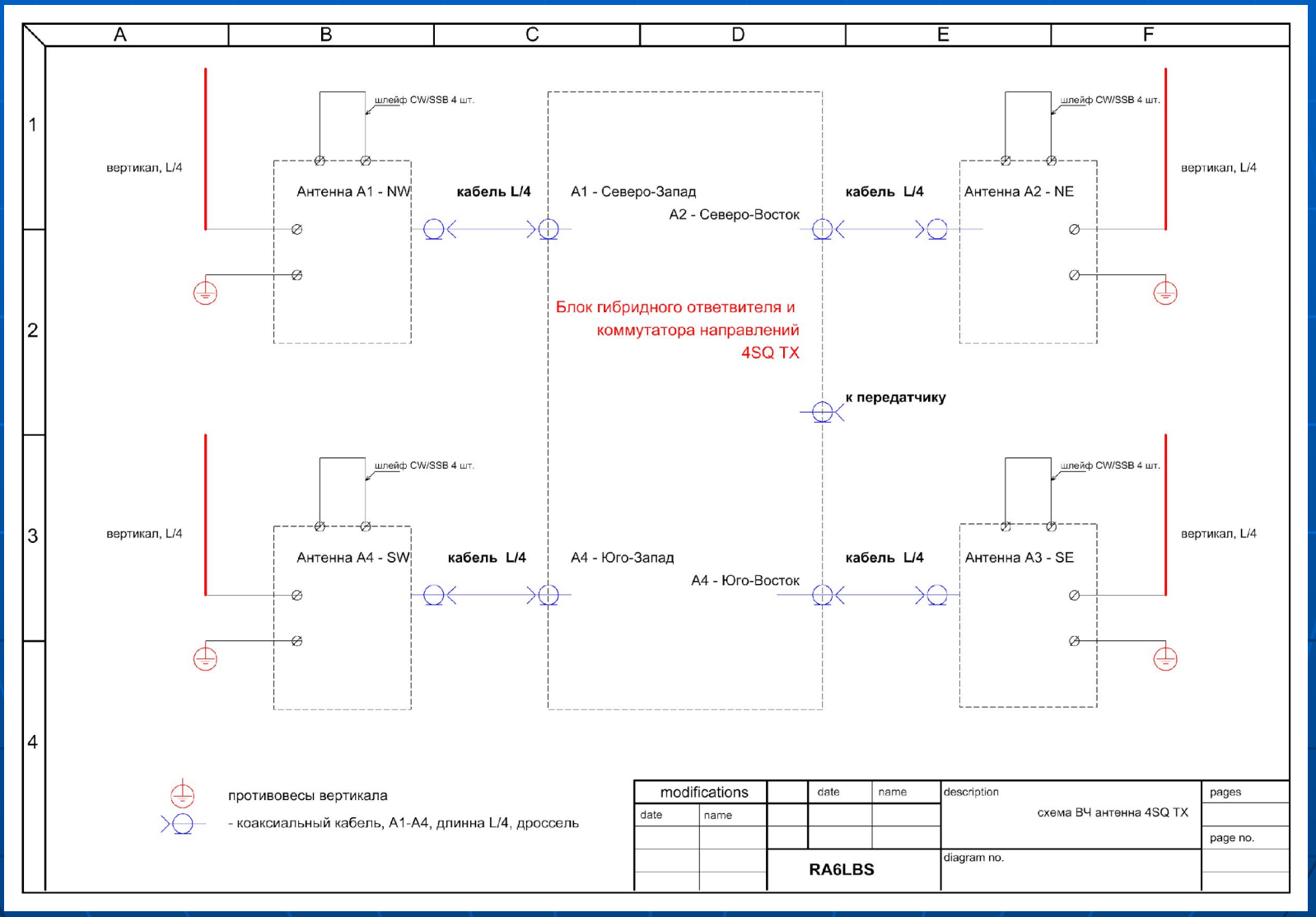

A
B
C
D
1
2
3
4
5
L= 30-40 м., 60 противовесов
N
сваренно с кольцом, 60 раз
сваренно с кольцом, 60 раз
кольцо R= 7 м.
кольцо R= 11 м.
сваренно с кольцом, 60 раз
кольцо R= 1 м.
элемент 80, 4 штуки

Схема ВЧ соединений



Линия питания элемента, длинной ¼λ

Малоизвестное свойство линии ¼λ :

- Ток на конце линии равен напряжению на её входе/Rлинии независимо от нагрузки линии;

  - все 4 вертикала возбуждаются одинаковым током!;

- Дроссель из ферритовых колец, L = 1 метр;
- Кабель RG8X, RG11 со вспенённым диэлектриком;

Гибридный ответвитель

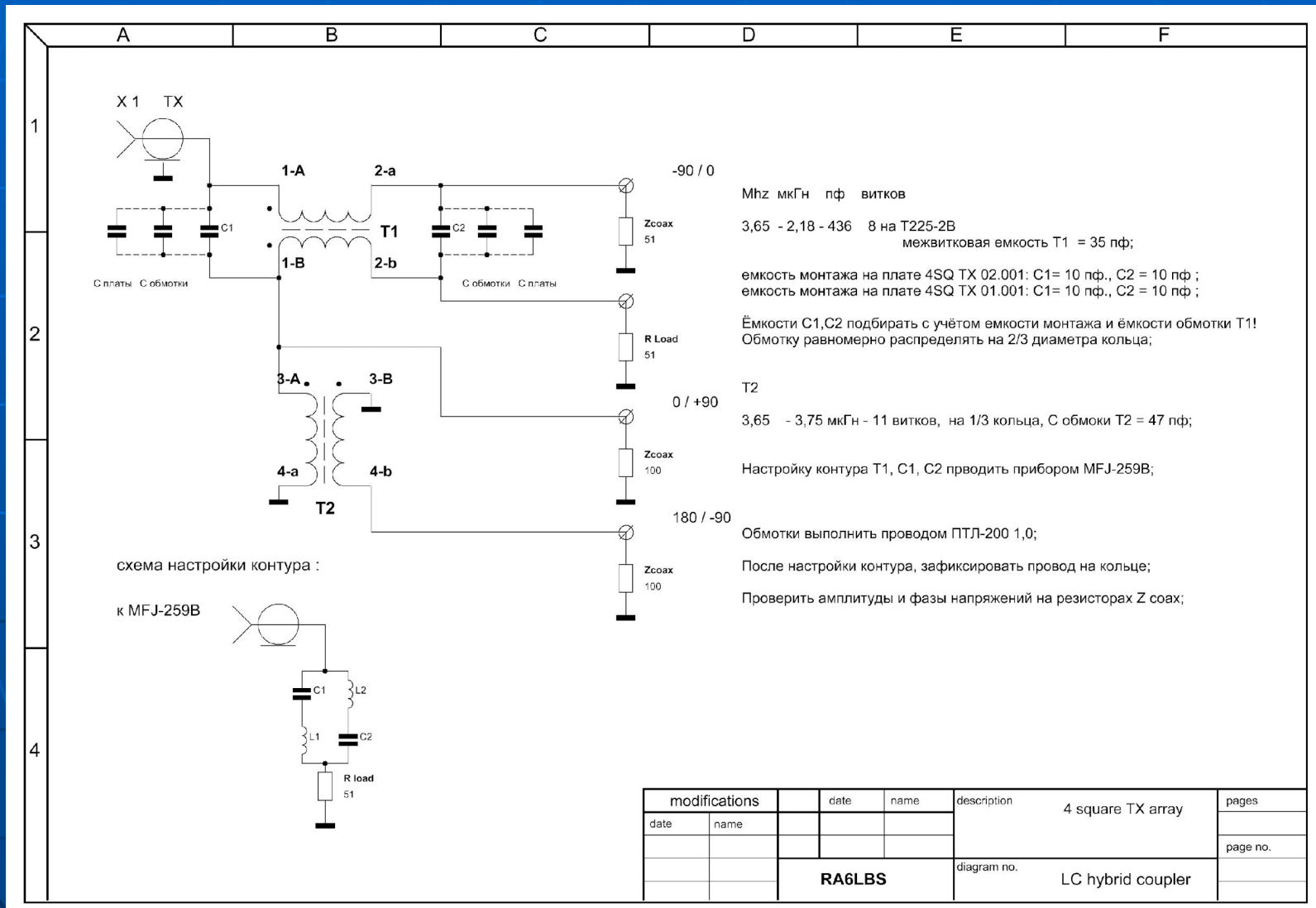
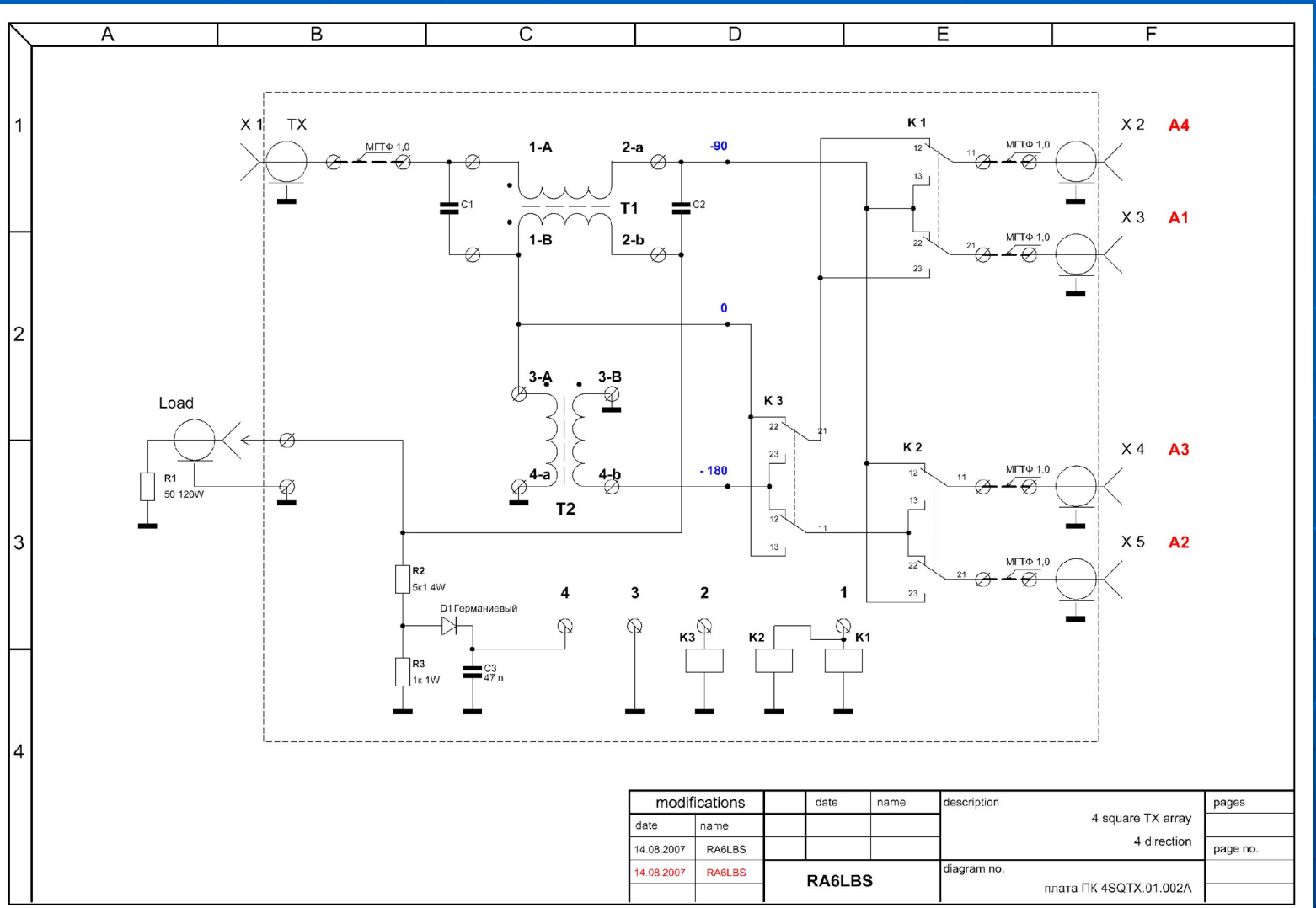


Схема - 4 направления



Пульт управления - 4 направления

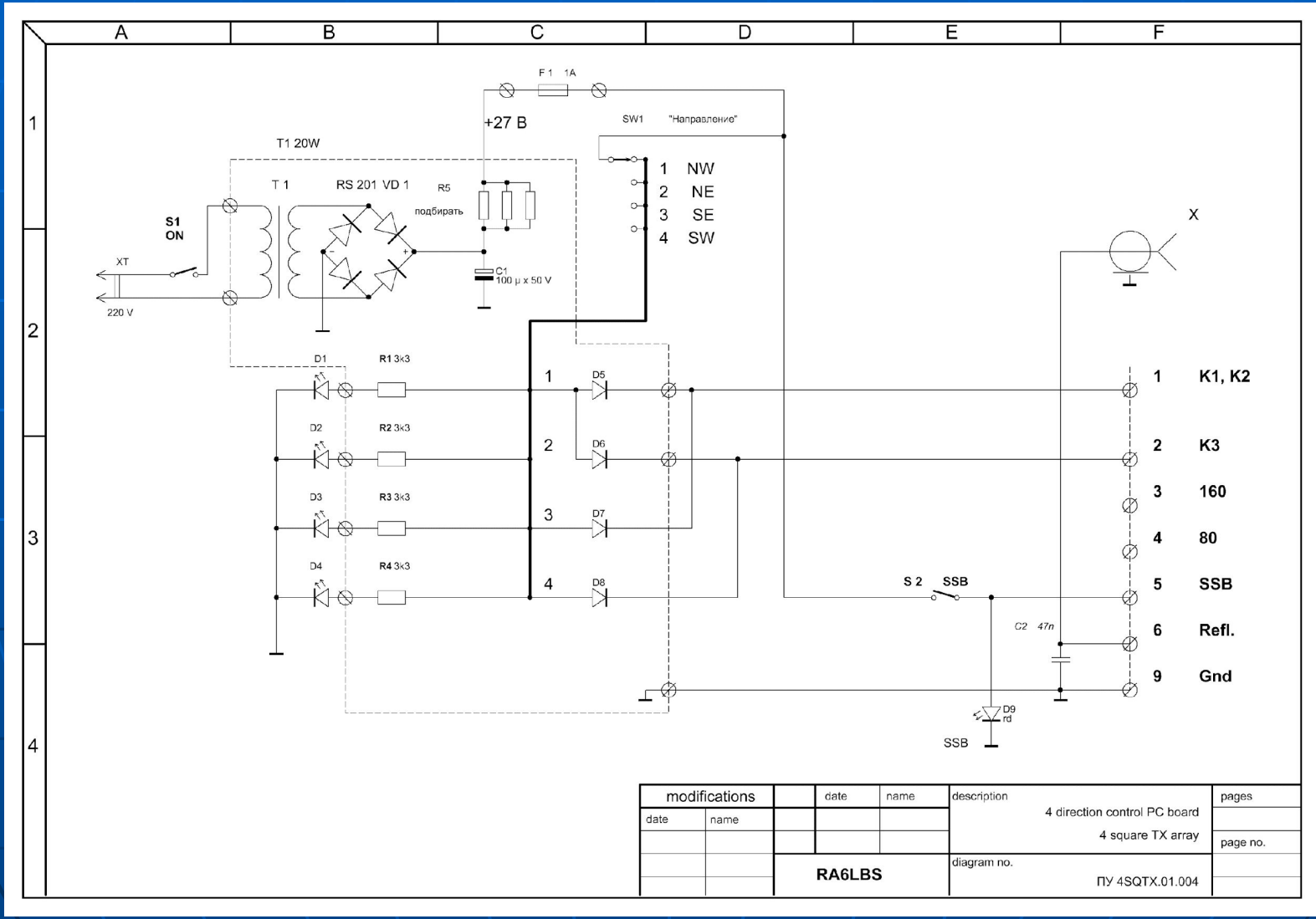
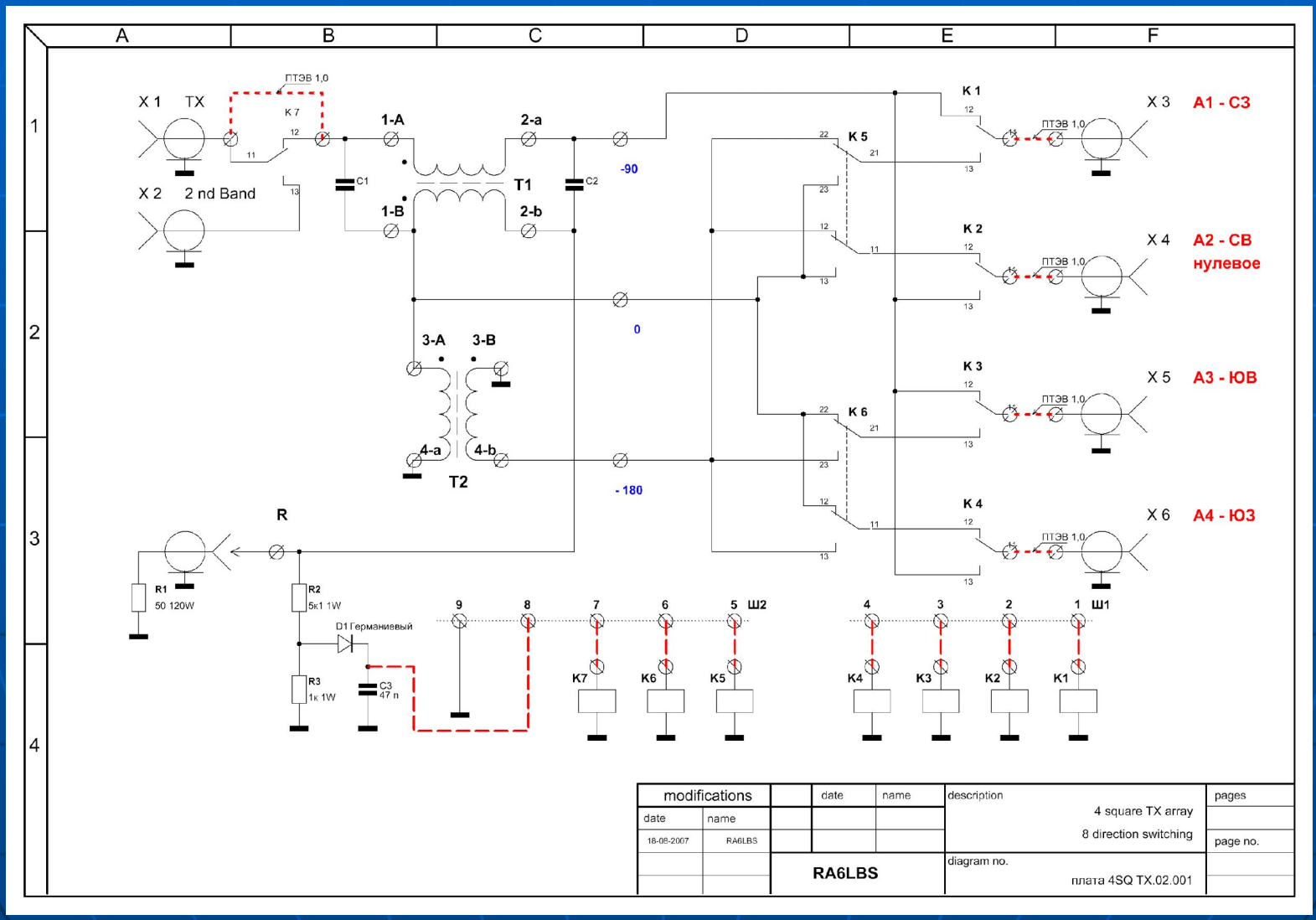
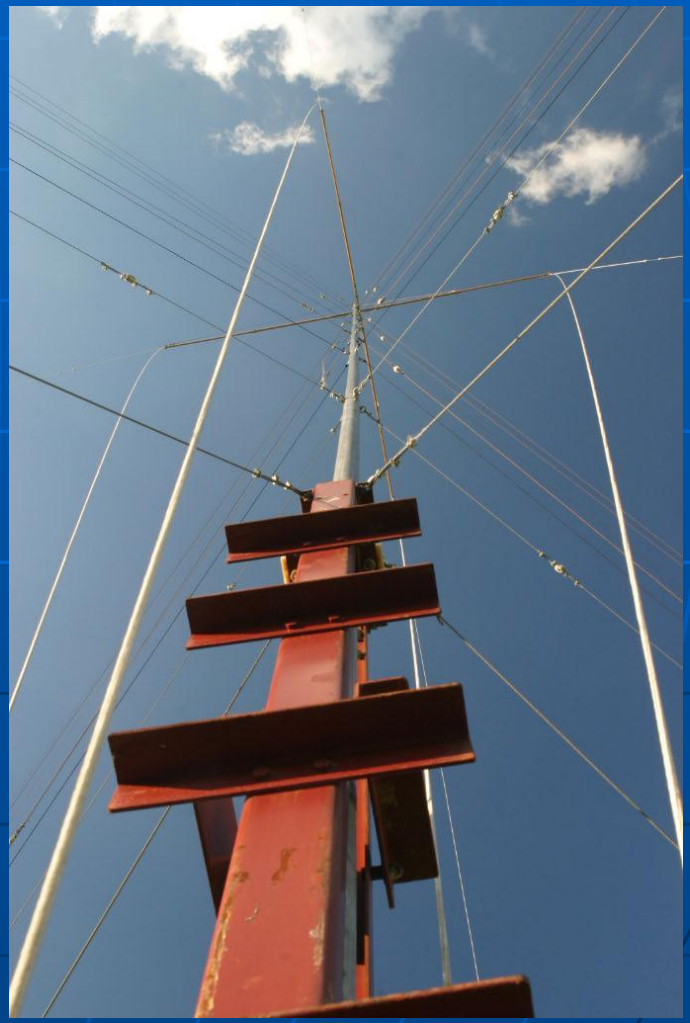


Схема - 8 направлений



Большая, «правильная» антенна!



Варианты

Кот Морзе и изолятор мачты

QTH UA4CC

Очень Большая и Очень Правильная антенна

4 SQUARE 160 первая в России!

QTH RN6BY

Как «4 Square TX Vertical» работает?

- На диапазонах 160-30 метров:
  - всегда лучше GP λ/4, Inv_V, Dipole и т.п. на средних и дальних трассах, потому, что есть усиление +5db и есть подавление заднего лепестка до 20-24 db (корректно измерено!) под углами существенно более низкими;
  - не хуже чем 2-3 элемента Yagi расположенных на высоте до 3/4λ;