

Радиолюбительский фестиваль «Домодедово – 2007»

Технический КВ форум

«Своими знаниями и опытом
надо делиться!»

(с) RA6LBS

« 4x 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 радиоловительской литературе

- 1965, QST, March, Fred Collins, W1CF, «A Switchable Four Element 80 Meters Phased Array»;
- 1977, QST, April, Fred Collins and others, W1CF, «360 Degree Steerable Vertical Phased Array»;
 - 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

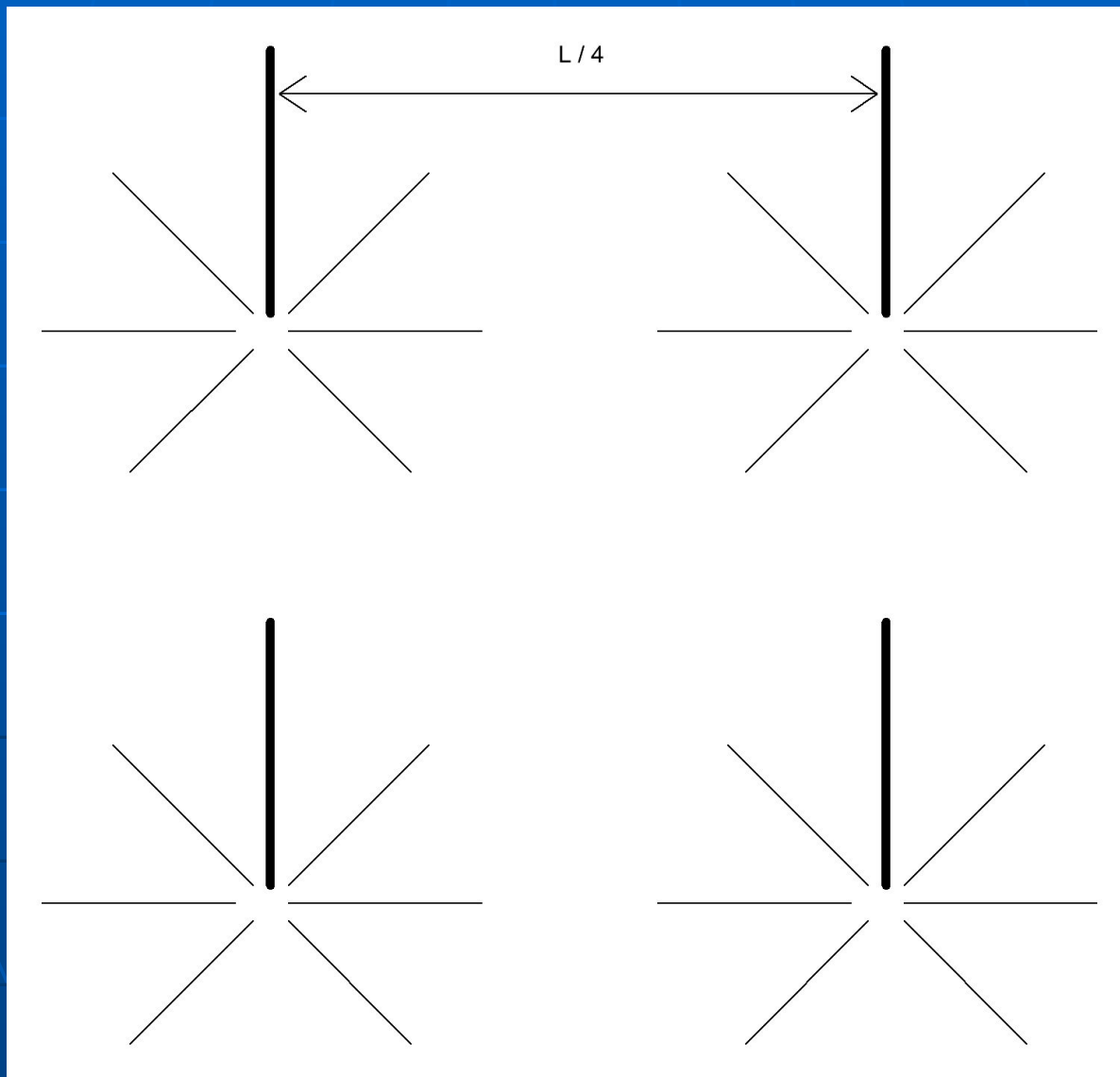
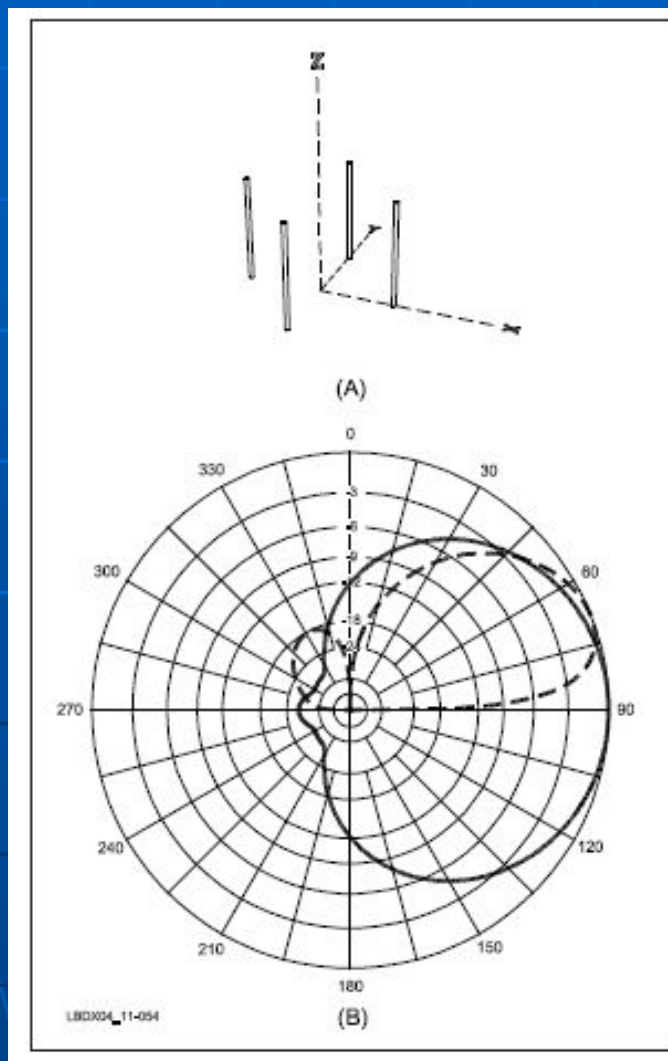


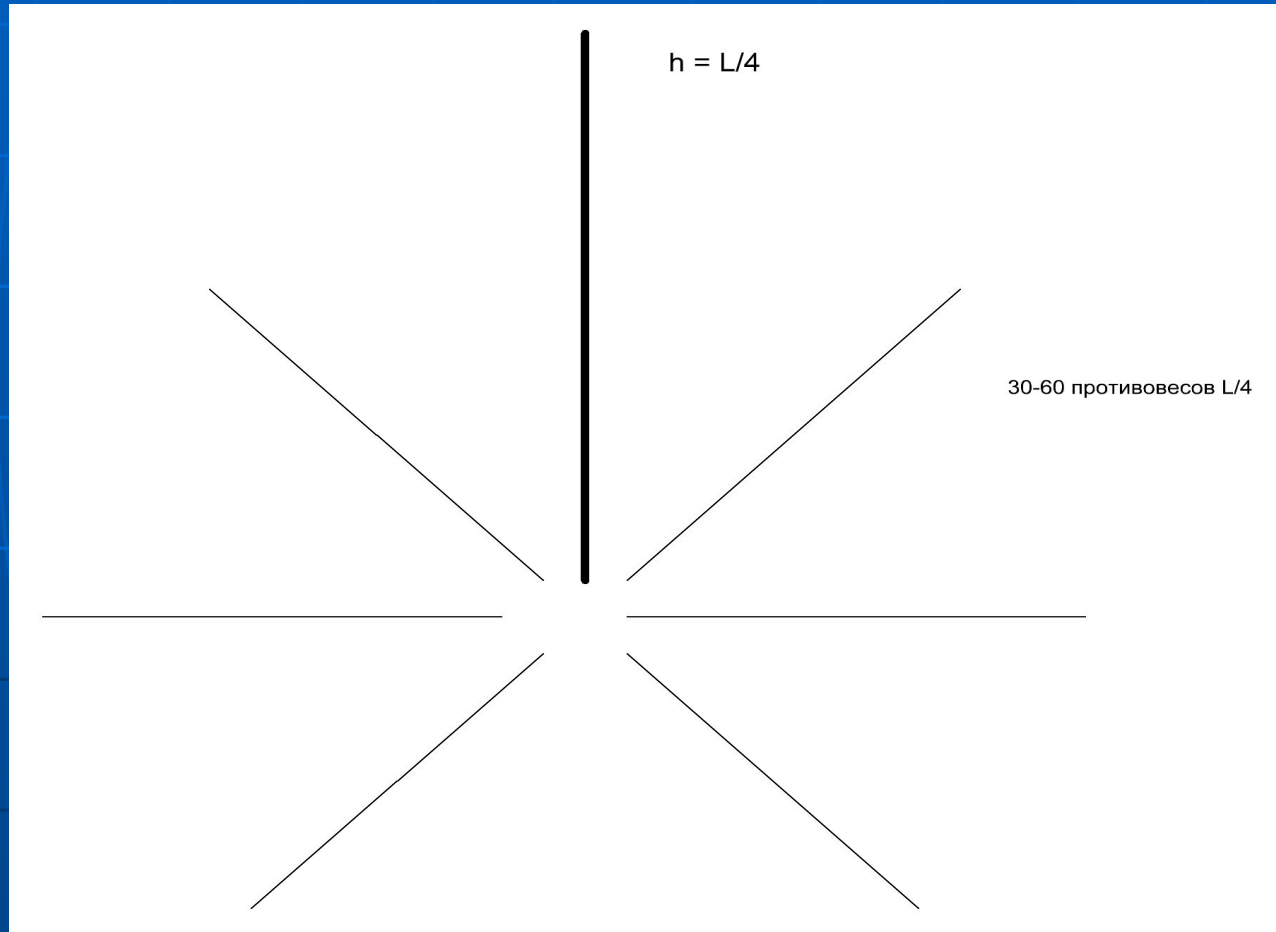
Диаграмма антенны из «библии» ON4UN



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

Это заставляло задуматься 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 $1/2\lambda$ до $1/8\lambda$!

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» !

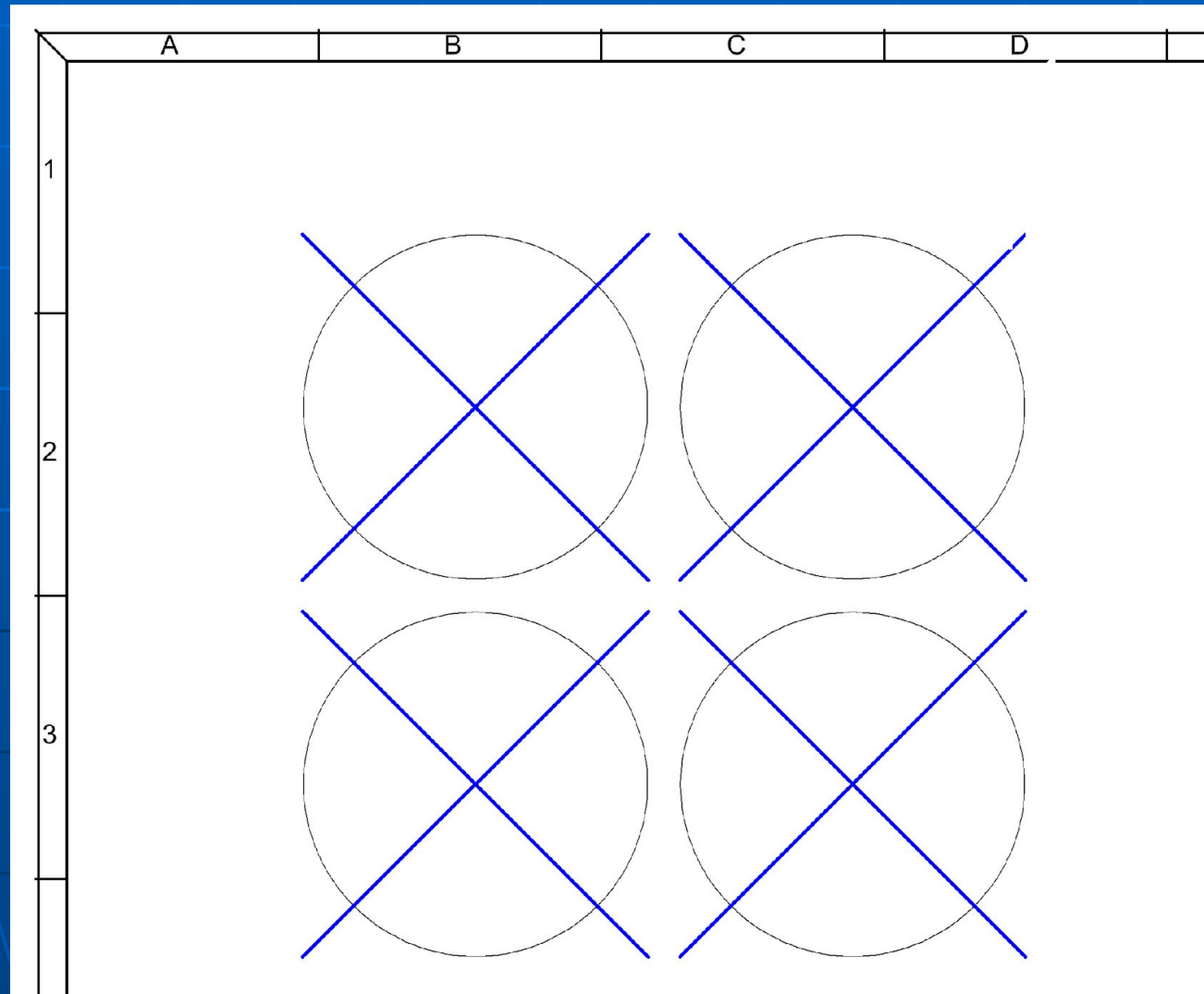
- Критерии оценки их качества и достаточности:
 - КОСВЕННО:
 - Величина сопротивления потерь в «земле», измеряется методом измерения входного импеданса вертикала и вычитания расчётного над «идеальной» землёй;
 - НЕПОСРЕДСТВЕННО:
 - Измерением уровня напряжённости поля в дальней зоне и прекращением прироста 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;
- Длина от «сколько помещается» до $L/2$, если они лежат на земле;
- система 4SQUARE «работает» с количеством от 12 шт. и длиной от $1/8\lambda$;
- материал: медь, алюминий (там где его можно в почву положить) и провод «полевик» - П274М ;

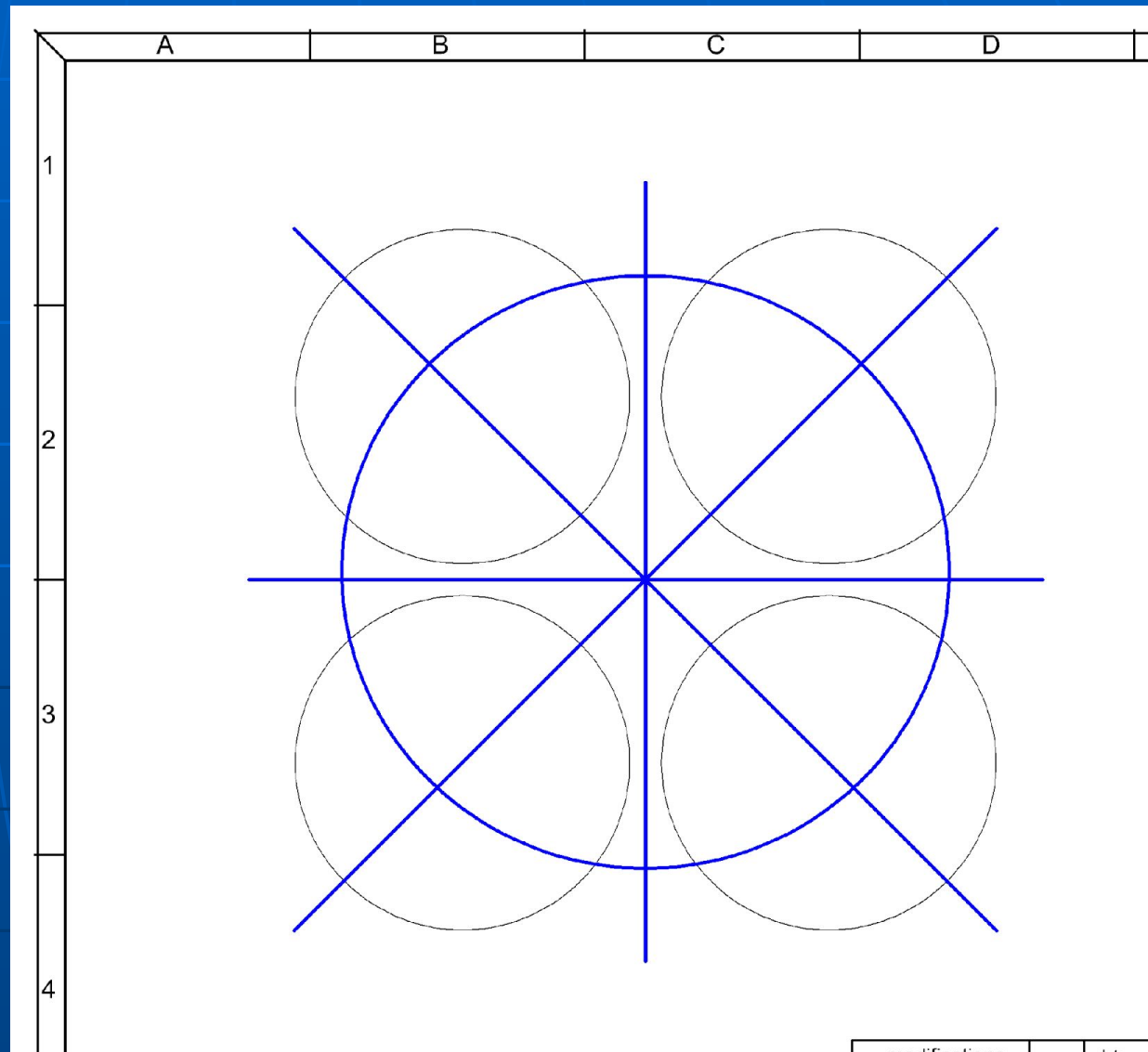
Схема расположения противовесов

- 4 «независимые» системы под каждым из вертикалов;

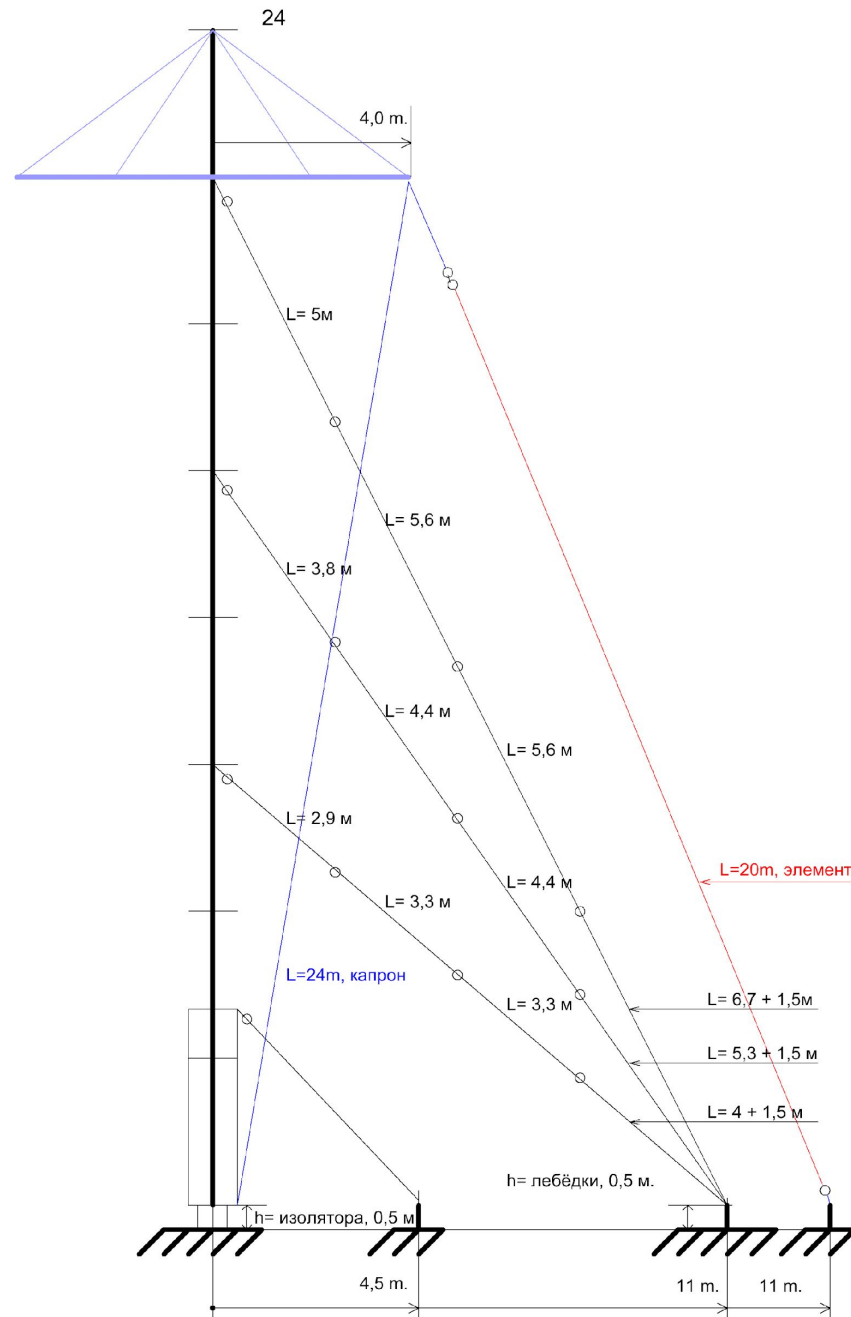


Ещё вариант:

- 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 $1\sqrt{5} \lambda$;

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

A

B

C

D

1

2

3

4

5

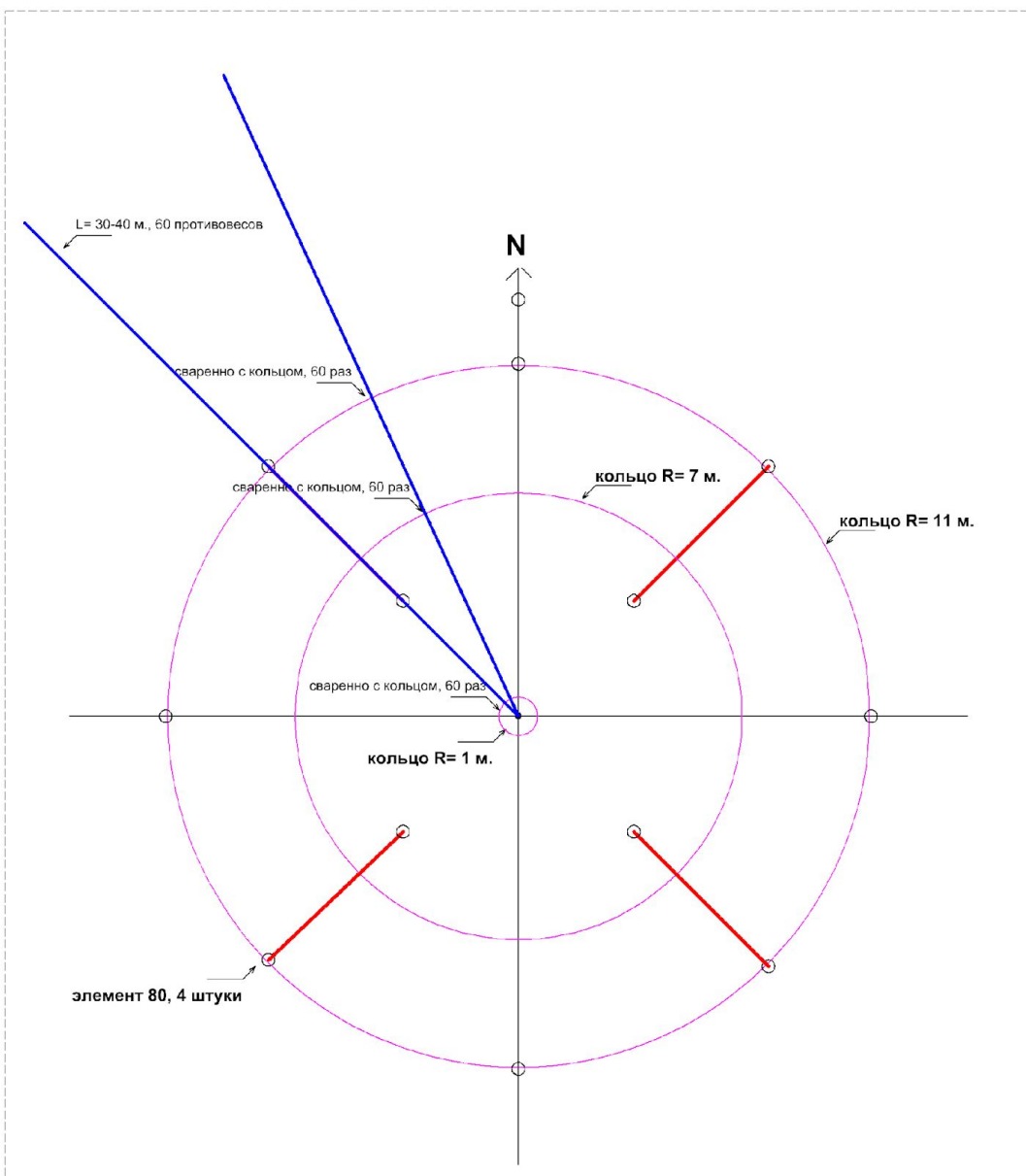
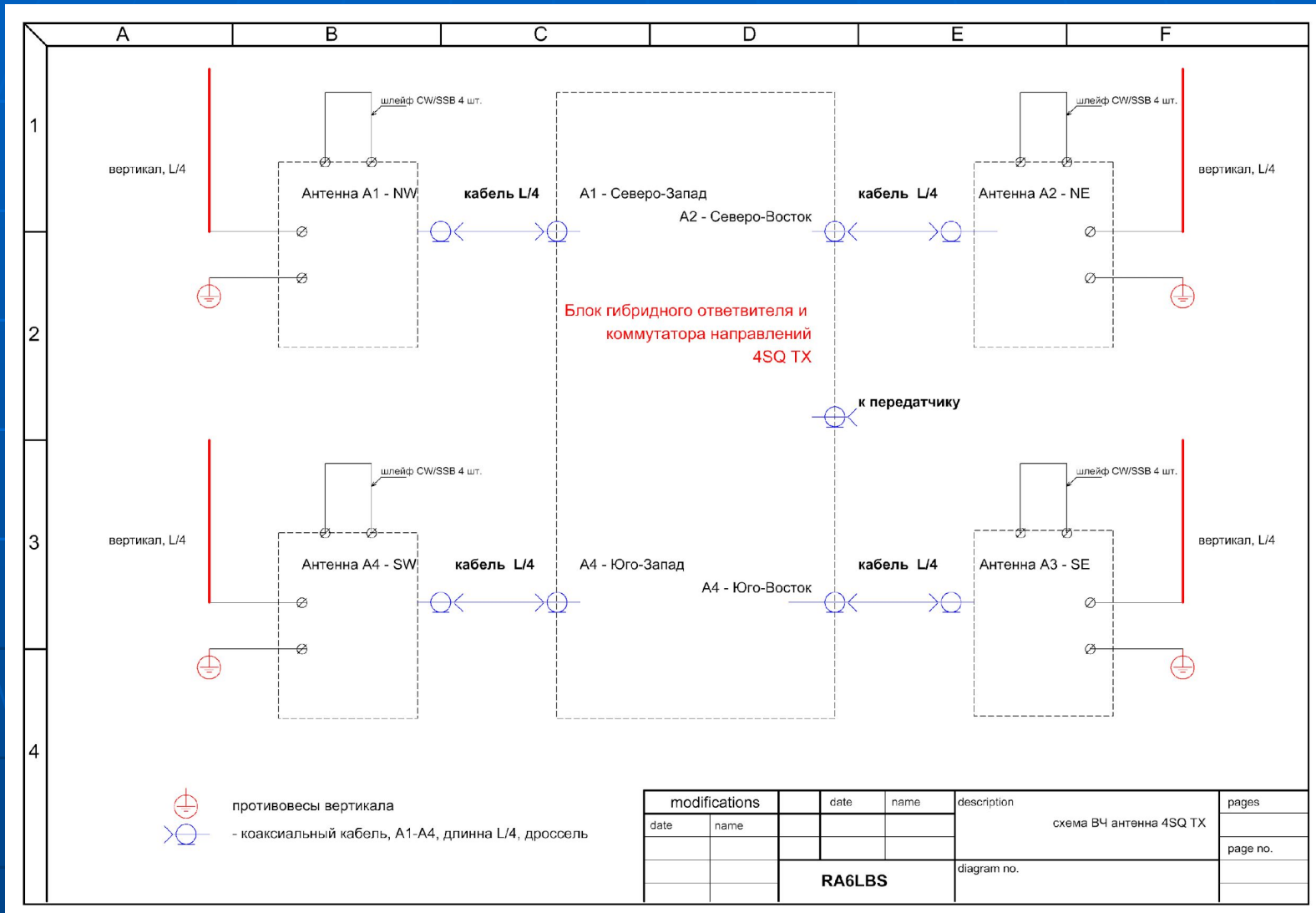


Схема ВЧ соединений



Линия питания элемента, длиной $\frac{1}{4}\lambda$

Малоизвестное свойство линии $\frac{1}{4}\lambda$:

- Ток на конце линии равен напряжению на её входе/Рлинии 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

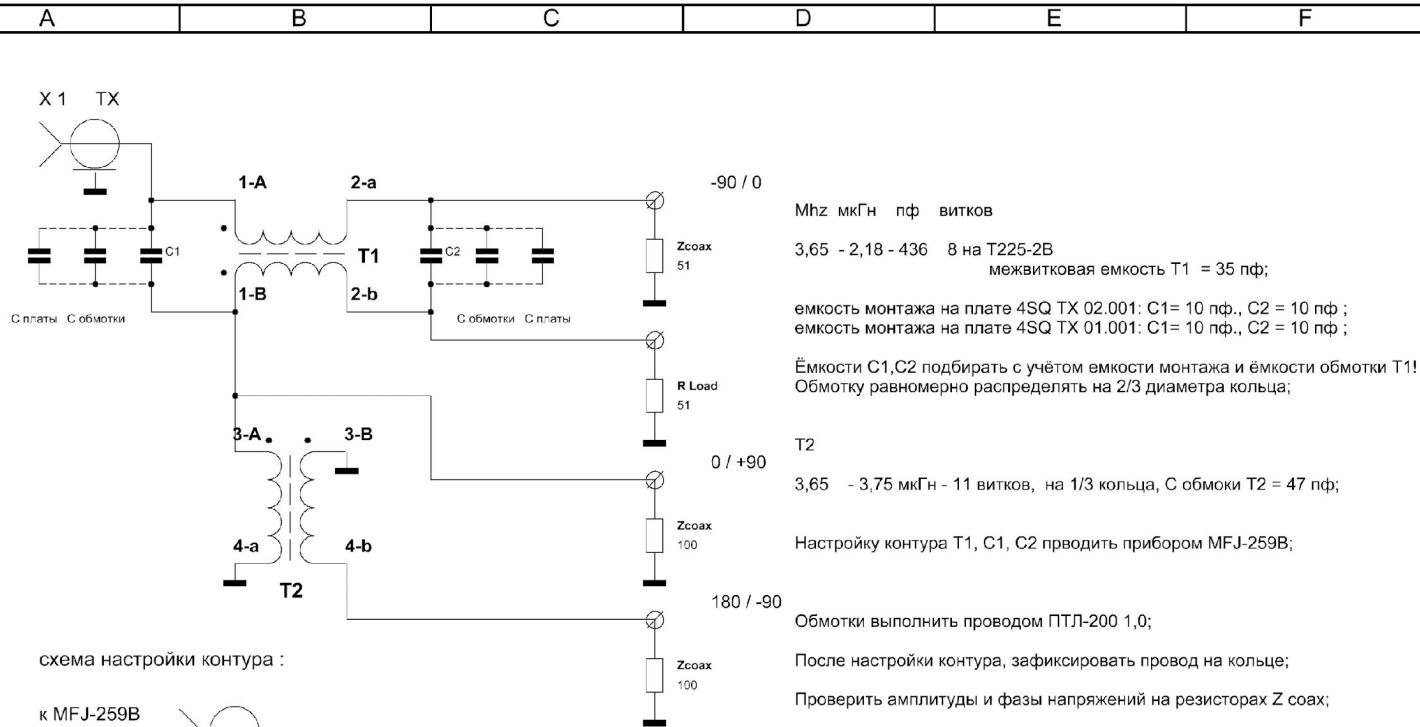
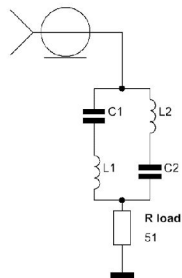


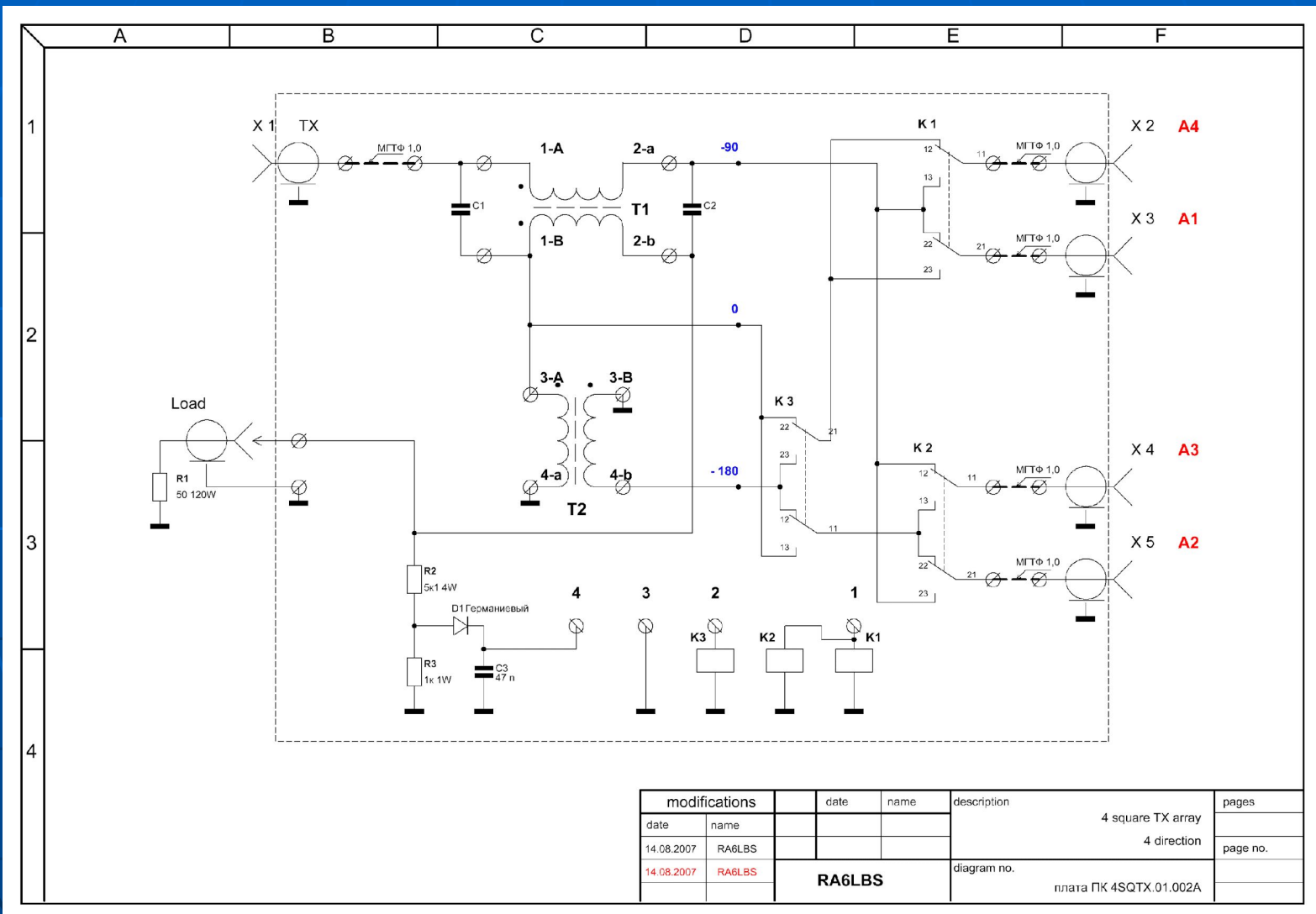
схема настройки контура :

к MFJ-259B



modifications		date	name	description	pages
date	name			4 square TX array	
					page no.
RA6LBS				diagram no.	
				LC hybrid coupler	

Схема - 4 направления



modifications		date	name	description	pages
date	name				4 square TX array
14.08.2007	RA6LBS			4 direction	page no.
14.08.2007	RA6LBS			diagram no.	
			RA6LBS	плата ПК 4SQTХ.01.002А	

Пульт управления - 4 направления

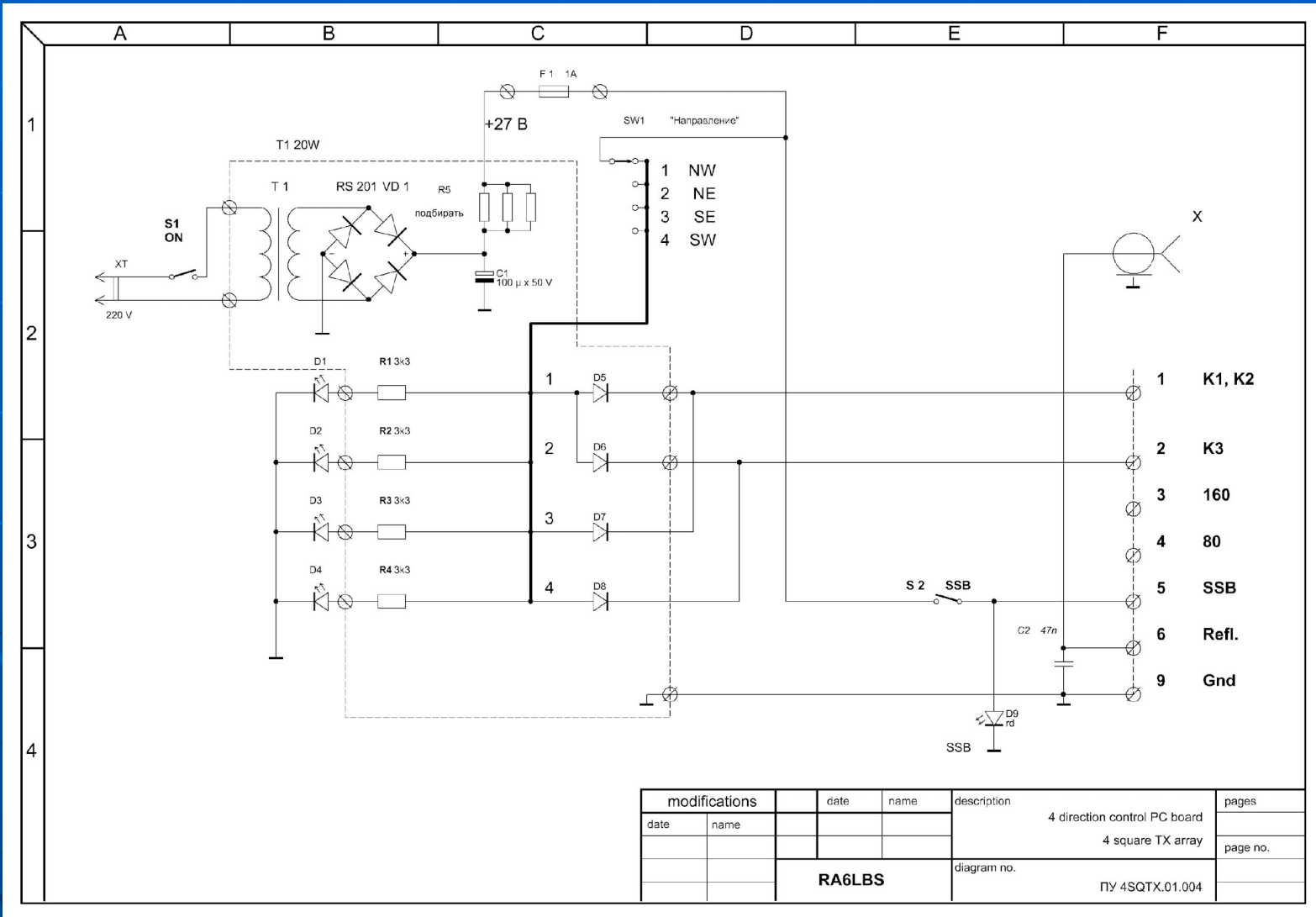
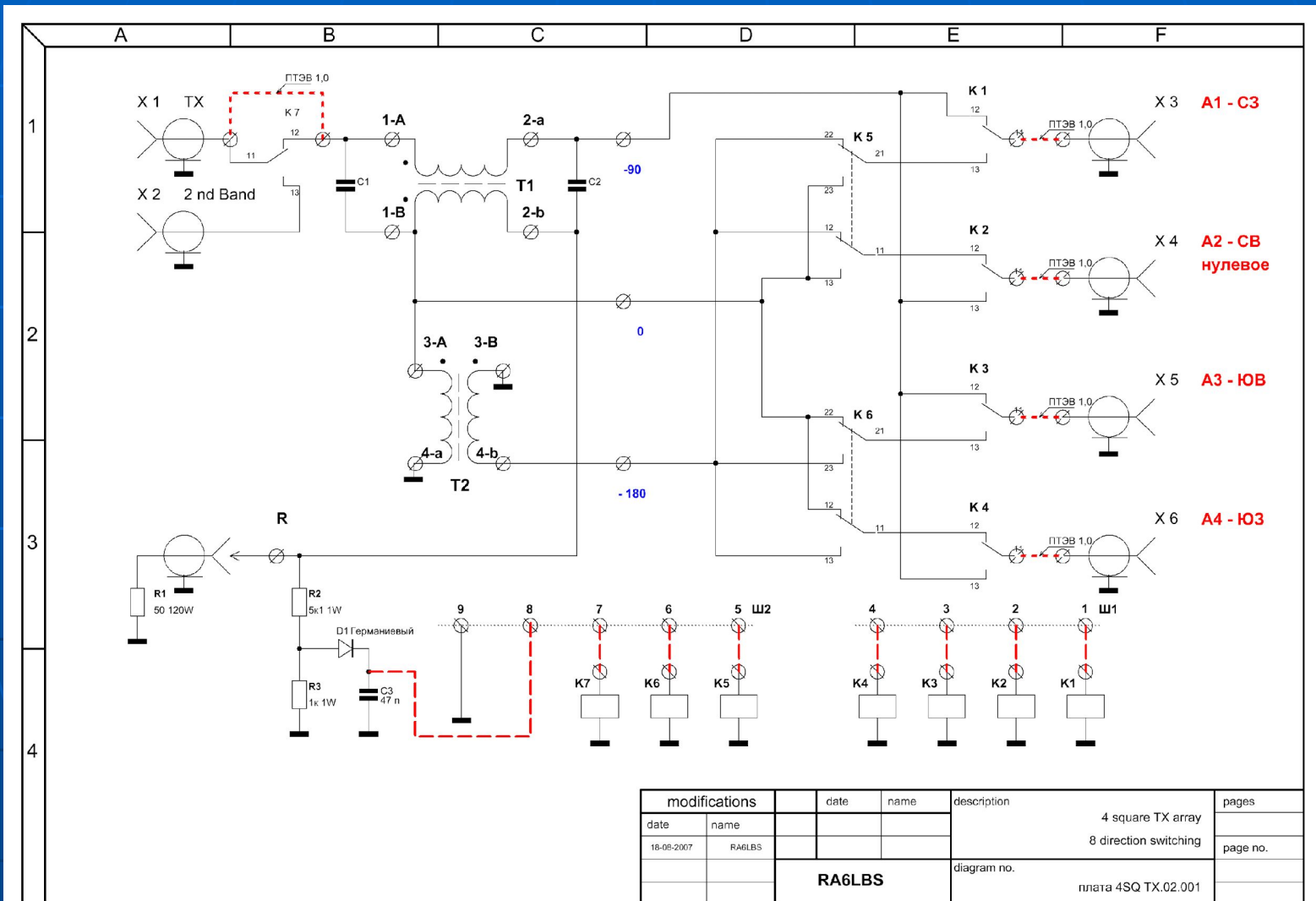
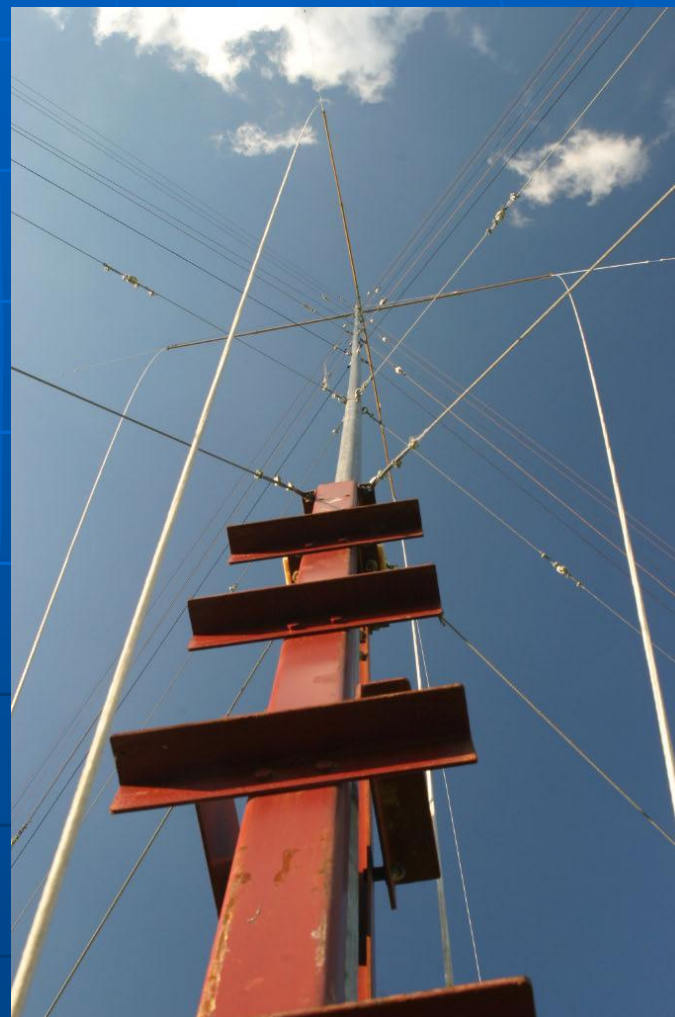


Схема - 8 направлений



modifications		date	name	description	pages
date	name			4 square TX array 8 direction switching	page no.
16-06-2007	RA6LBS				
RA6LBS				diagram no.	плата 4SQ TX.02.001

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 $\lambda/4$, 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 $3/4\lambda$;