4.1. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ГРОЗОЗАЩИТЫ РЭС

Основная задача грозозащиты РЭС заключается в обеспечении нормально-

то функционирования этих средств в условиях активной грозовой деятельности

путем снижения неблагоприятного грозового воздействия (влияния) на элемен-

ты схемы и цели радио- и электротехнического оборудования РЭС до уровней,

определяемых условиями сохранения их работоспособности.

Грозозащита РЭС требует реализации конкретного комплекса мероприятий,

основными из которых являются: эксиауатационно-техих-тческне, конструкцион-

пью и скемотехннческнс (рис. 4.1).

1.1

1.2

1.3

1.4.

МЕТОДЫ Г РОЗОЗАЩНТЫ РЭС

1. Эксплуатационно-

технические

‚ Отвод токов мошны-1

(мотшеотводы)

.Пспользование за-

щитных зон естест-

вониых и Искусст-

всниых молниеотво-

лов

. Оптимглыюе распо-

ложение и проклад-

ка трасс линий свя-

зи и электропитания

Применение авто-

помиых источников

электропитания

2. Конструкционные

21. Отвод токов молнии

(молниеотводы)

2,2. Экранирование

2.3. Рашюиальиое зазем-

псине

2.4. Группирование изо-

нированио

3. Схсмотсхшшеские

3.1. Ограничение наво-

док по амплитуде

32. Ограничение напо-

лок по спектру

3.3. Применению схем на

элементах оптоэлек-

тропик

3:1 Притенение бацшнс-

ных схем и принци-

па стшмстрпроваппя

Рис. 4.1. Классификация основных методов грозозащиты РЭС

Эксплуашипение-технические методы. Эти методы в основном связаны с

практической реализацией тех мероприятий. которые в своей основе не содер-

жат специальных решении". связанных с введением дополнительных защитных

элементов и узлов РЭС. или изменением их конструкции, а базируются на обес-

печенин оптимальных с точки зрения нормальной эксплуатации условий функ-

ционирования этих средств. исключающих или существенно снижающих как не—

посредственные (прямые). так и косвенные (вторичные) грозовые воздействия

на РЭС.

Прежде всего к этим Методам относятся: онтимальиое размещение и экс-

плуатация РЭС в зонах защиты естественных и искусственных молниеотводов

(особенно это относится к протяженным воздушным проводным и подземным

кабельным линиям связи. а также линиям электропередачи. обеспечивающим

электропитание РЭС). отвод от элементов РЭС токов молнии, применение по

возможности автохтонных источников электропитания РЭС.

Конструкционные методы. Данные методы базируются на иръшененнн тех

или иных оптимальных конструктивных решений. обеспечивающих снижение не-

благоприятного грозового влияния на функционирование РЭС, которые не при-

водят к изменению основных схемных решений. и не связаны с введением в них

дополнительных защитных элементов, блоков и узлов, не свойственных для дан-

ного вила РЭС.

В основном это: обесценение режима изоляции (экранирования) РЭС от не—

благоприятного электромагнптного грозового влияния, рациональное заземле-

ние узлов и блоков РЭС, разнещение отдельных групп чувствительных и менее

стойких к грозовым электромагнитным возлействням элементов РЭС в ограни-

чеииых корпусами-акранами ЭТИХ СРЕДСТВ ЗОНЭХ С пониженным уровнем ПОМСХО‘

ВЫХ ЭЛЭК‘ГРОМЗГННТНЫХ ПОЛЕЙ.

Схемотехнические методы. Эти методы базируются на целенаправленном

изъясненнн структуры схем или введении в них дополнительных элементов и уз-

лов лля обеспечения ослабления неблагоприятного грозового влияния на функ-

ционирование РЭС.

К ним относятся: применение помехоограннчнваюшнх и помехопоглошаюшнх

элементов, электрическая развязка внутренних и внешних линий связи и отель-

ных чувствительных элементов РЭС от иомехоеожржлщих н помехонесуншх не.

пей. замена понеховоспртшнмаюишх цепей (рецепторов электромагнитной энер-

гии понех) системами оптоэлектроники. применение помехокомпенеирукощпх

(балансных) схем.

4.2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

И МЕТОДЫ ГРОЗОЗАЩИТЫ РЭС

Молниеотводы

Общие положения. В настоящее время зашита зданий' сооружений и раз-

личных объектов от прямых ударов молнии осуществляется с помощью мол-

ииеотвоцов различных модификаций.

Ожидаемое число поражений молшкет": в год зданий и сооружений высо-

той менее 60 и, не оборудованных молниезашитой,

;\:'= (а + 3/2) (0 + 3/1)п-10"". (4.1)

Для отдельно стоящих мачт, труб или вышек высотой более 60 м это число

ударов

.'\.— = шт 2Щ —

. 104. 4.2

/1 1) ( )

где а и д—ширииа и длина здания, м: ‚т—высота здания (по его боковой

стороне). мачты или вышки, м; 1206— высота грозового облака над поверхностью

земли. м; п—среднее число поражений польщен"! 1 ни? земной поверхности в год

(табл. 4.1).

Молния обладает свойством избирательного поражения заземленных и воз-

вышаюшихся над поверхностью земли предметов. ЗашитНОе действие молниеот-

водов основано именно на этой особенности грозовых разрядов.

Молниеотвоц представляет собой возвышающееся над защищаемым объек-

том: устройе'гво. воспрпнпмающее прямой удар молнии и отводящее токи мол.

шт в землю посредство»: специальной системы заземления.

В современной практике молппезащнты используют стержневые, тросовые

или антенные, сетчатые и комбинированные молниеотводы (рис. 4.2).

Расчет и построение зон защиты молниеотводов. Каждый молниеотв0д об-

разует вокруг себя строго определенНое пространство, вероятность попадания

(прорыва) в которое молнии практически близка к нулю. а теоретически обычно

принимается равной 0,5, или 5%. Это пространство называется зоной защиты

молниеотвода.

В зависимости от типа, числа и взаимного расположения молниеотвошт их

зоны зашиты могут иметь самые разнообразные геометрические формы (см.

табл. 4.2).

М 0 л н не и р и е м и и к — элемент молниеотвода. непосредственно восприни-

мающий на себя прямой удар молнии:

стержневые ‚но.тиенриемники изготовляют из прокатной стали различного

профиля сечением не менее 100 мм2 и длиной не менее 200 мм (рис. 4.3);

тросовые мо.:нисприемники выполняются из стального многопроволочиого

оцинкованные троса сечением не менее 35 мм2 (диаметром около 7 мм);

сетчатые молниеприемники изготовляют. как правило. из круглой или поло-

совой стали с площадью поперечного сечения не менее 35 мм? Площадь каж-

дой ячейки должна быть не более 36 м?

Соединение молинеприемникоя с токоотволами выполняется сваркой или

болтовым соединении: с переходным сопротивлением не болве 0.05 Ом.

Токоотвод—элемент молииеотвода. обеспечивающий отвод токов молнии

к земле.

Для их устройства. как правило используют стальной прокат различного

профиля. а также стальные тросы (канаты). Сечение токоотволящих частей мол-

ниеотводов определяется их термической стойкостью. При этом требуется. что›

бы токоотводы выдерживали без разрушения (расплавления) протекающие по

ним токи (табл. 4.3). В качестве токоотводов также допускается использовать

продольную арматуру железобетонных несущих конструкций и металлических

опор молниеотводов.

Несущая конструкция (опора)— элемент молниеотвода. предназначенный

для установки молниепрнемннков. Для их изготовления используют древесину,

железобетон н четалл. Как правило, выбор материала опор находится в пря-

мой зависимости от требуемой длины (высотщ самой опоры, т. еГ величины

защитной зоны молниеотвода‚ ожидаемых механических нагрузок и климатиче-

скч условий (табл. 4.4).

3аземлнтель-—э.ченент молниеотвола, отводящий ток молнии в зенхио и

обеспечивающий непосредственный контакт молннепрненннка н токоотвода с

землей. Для обеспечения заземления молниеотводов применяют вертикальные,

горизонтальные и комбинированные заземлителн (рис. 4.4): в качестве верти-

кальных выступают заглубленные стальные трубы. стержни и профильная сталь;

для горизонтальных используют полосовую и круглую сталь. закладываемую из

некоторой глубине вдоль поверхности земли; комбинированные предстаплшот

собой сложную конструкцию из вертиказшных н горизонтальных элечентов за-

зендштелеи. Иногда в качестве заземлителей молниеотводов используют железо-

бетонные фунпаненты опор.

Наиболее ходовым сортамситом стали для изготовления элементов зазем-

лителей являются:

полосовая сталь шириной 20...4О мм и толщиной 4 мм;

утоли-оная сталь марки Стб и Стб'.

круглая сталь диаметром 8 12 мм;

стальные трубы диаметром 50 80 мм.

Минимальная площадь сечения элементов заземляющих устройств ограни-

чена (см. СН 305—77):

полосовяэя и уголковая сталь должны иметь сечение не менее 48 мм2 и тол-

щину 4 мм;

стальные трубы — толщину стенки не менее 3,5 мм;

круглая ешль— диаметр не менее 6 мм.

Зазеъшитель характеризуется значением сопротивления, которое окружао

ая земля оказывает стенаюшсму с него тону. Как правило сопротивление за-

землнтсля в основном зависит от его типа. геометрических размеров и удель-

ного с‹шротивлеиия грунта ш, в котором он находится. Помимо этого на сопро-

тивление зазем.'штеля влияют факторы, связанные с импульсным режимом его

работы (собственной шглуктивиостью заземлителя) н стенанием в землю зна-

чительных ио амплитуде тонов молнии (образованием вокруг заземлителя

искровой зоны с нелинейными свойствами и увеличением вследствие этого его

линейных размеров). Влияние этих факторов учитывгтется введением импульс-

ного коэффициента заземлителя извив, (гие Кк.—нмпульспое сопротив'хенне

заземлителя. Кд—сТаниоигфное сопротивление зазем.чителя) (табл. 4.5).

Пниульсное сопротивление заземлителя отличается от его стационарного со-

нротивтенпя. измеренного при переменном напряжении и сравнительно неболь—

ших стенаюишх тонах. Средние значения импульсных сопротивчсхни’х заземлите-

лсй, применяемых в моляшеотводзх при защите от прямых ударов молнпнврай-

онах с ночнами. у которых рд<500 Ом-м. должны лежать в пределах 5...20 Ом,

в почвах с р3>500 Оп—м эти значения должны быть 40...50 Ом‘.

Установка и применение мо.'1ниеотводов с целью защиты от прямых пораже-

ний молниями обвентов и оборудования должны осуществляться в строгом

соответствии с основными нормами правил техники безопасности. обеспечиваю

щих надежную защиту обслуживающего персонала от поражения его токами

молнии. вторичных проявлений грозовых разрядов, заноса высокого потенциа-

ла. ШЗГОВОГО НЗПРЯЖЕННЯ И опасного для ЧЕЦЮВСКЗ напряжения ПРИКОСНО'

ВСНПЯ.

Заземление

Общие положения. Заземцюнне—оцно из основных и наиболее распростра-

ненных способов грозозащиты РЭС.

Заземление РЭС и их систем имеет лпа основных назначения:

защита от перенапряжений. возникающих на корпусах-экранах РЭС и кар-

касах зданий и сооружений при их поражении молнией;

уменьшение уровней наведенных напряжений и токов во внутренних и внеш-

них цепях радио- и электротехнического оборудования РЭС при грозовых воз-

действиях.

Различают три вида заземлении:

заземление грозозаишты (для отвода тока молнии в землю от защитных раз-

рядников, Стержневых п тросовых молниеотводов или других конструкций. в ко-

торые произошел или может произойти удар молнии); защитное заземление

(для обеспечения безопасности обслуживающего персонала путем заземления

металлических частей установок (РЭС). которые нормально имеют нулевой по-

тенциал. но могут оказаться под напряжением при перекрытии или пробое изо-

ляцни); рабочее заземление (для создания опорного эквипотенциального уровня

схем и систем РЭС. обеспечивающее режим нормального функционировании

РЭС). '

В ряде случаев один и тот Же заземлитель может выполнять два или три

Назначения одновременно.

Заземления грозозащиты и защитные заземления обычио имеют потенциал

3емлн‚ в то время как для систем рабочих заземлении": Это условие не явля-

ется обязательным.

Заземления грозозащиты. (см. стр. 146).

Защитные заземления. [13 соображений безопасности эксплуатации РЭС, их

корпуса-экраны должны быть надежно заземлены. Это исключает появление на

этих корпусах-экранах высоких потенциалов прикосновения. опасных для 06-

служивающего персонала. которые могут возникнуть при поражении молнией

РЭС или пробое изоляции в цепях их питания от электрических сетей общего

пользования.

Заземление корпусов-экранов РЭС осуществляется их подшелиненнем про-

водниками с малым сопротивлением к контурам заземления зданий или ин-

дивъщуальным вьшосным заземлителям. сопротивление на зеьпю которых не

должио превышать 0,5 Ом. При этом. помимо корпусов-экранов РЭС, должны

в обязательном поршне заземляться нулевой и заземляющий провода системы

электропитания РЭС в точке их ввода в эти средства. Этим обеспечивается

поддержание потенциала земли при КЗ вторичных обмоток входных силовых

трансформаторов или пробоях первичных обмоток трансформаторов иа вто-

ричные в случаях возникновения грозовых Перенапряжсний в сетях электронно

таиия РЭС.

Для обеспечения безопасности эксплуатации РЭС при разрядах молнии ие-

обходимо. чтобы сопротивление заземлсиня металлических конструкций зданий

и сооруЖений размещения РЭС было меньше сонротивлетшя заземления цепей

электропитания этих средств. В противном случае ток молнии может проити

в РЭС по системе защитного заземления.

Необходимо следить также за тем. чтобы сопротивление между двумя со-

седнгши точками системы зазехпепия было равпо пулю. так как блуждающие

токи могут создать значитслыше падения напряжения между ними и стать д0‹

полнительпьши источниками МЭМП для цепей РЭС.

Рациональное рабочее зезсмление. Разработка системы рационального рабо—

чего зазсмлгиия подсистем. схем и Цепеи РЭС преследует обычно две основ-

иые цезия. Первая заключается в том. чтобы снизить помеховые напряжения,

возникающие в цепях РЭС при протекании токов через общие сопротивления

земли. Вторая связана с иеобходнмошыо исключения образования заикиутых

контуров заземления. чувствительных к помеховым магнитным поляи и раз-

ностяи потенциалов земли. Это относится ирежле всего к отдельным подсисте-

мам и блокам РЭС. а также

к кабельным МВЛС, объешня-

ющнх отдельные узлы и блоки

РЭС в единую функциональ-

ную систему (табл. 4.6).

Рабочеезаземленне

подсистем РЭС. Современ-

ные электронные системы РЭС.

как правило. заземляют 13 0:1—

ной или нескольких точках, об-

разуя олноточечные, многото-

чечные или гибридные схемы

заземлетшя.

Как правило. многоточеч-

ное заземление дает лучнше ре-

зультаты на высоких частотах.

а одноточечное заземление—

на низких. Сочетание одна- и

многоточечного зазех-тлення (гн—

брндное заземление) зачастую

является лучшим решением при

выполнении зачеиленнй 8 тип.

рокопшюсных схечах.

Реализация основных принципов рационального широкополосного рабочего

заземлении гибридного тина приведена на рис. 4.5. Примером может служить

иепь звуковой частоты (рис. 4.5. а), у которой шасси датчика н нагрузки долж-

ны быть заземлены (подключены к общему корпусу). а оболочка соединитель-

ного коаксиального кабеля заземлена с обеих концов через шасси. Это позволит

заземлнть токи низких частот (в том числе. и частично токи молнии). Зазем-

ление оболочки кабеля для высоких частот (грозовых наводок) обеспечивает

конденсатор. Следовательно. данный контур работает с одноточечным зазем-

лением нрн инзкнч частотах и с многоточечным заземлением при высоких ча-

стотах.

Защита подсистем вычислительной техники от попадания в схему защит.

него заземления высокочастотных наводок посредством притенения рационам:—

ного гибридного рабочего заземления приведена на рис. 4.5. 6.

Включение в систему рабочих заземлителет": подсистем ЭВ.“ индуктивностей

порядка 1 мГн обеспечивает малое их сопротивление (менее 0,4 Он) на низких

частотах, что гарантирует надежную работу заземления в качестве защитного.

На частотах 50 кГц ...1 МГЦ. где сосредоточена основная энергия иипульсов

вычислительных устройств. сопротивление заземления подсистем становится ио-

рядка 1 кОм. что решает проблему надежной защиты подсистем ЭВМ от высо-

кочастотного влияния по цепям защитного зазенлеиия.

Заземление МБЛС. Одним из способов снижения неблагоприятного

влияния на РЭС помех. возникающих в МВЛС. является рациональное зазехт-

псине их защитных оболочек-экранов.

Главным критерием рационального заземления кабельных МБЛС является

тклюнеиие образования замкнутых контуров заземления. чувствительных к воз—

действняч поисковых магнитных полей. и разрыв путей протекания по эле—

ментам МБЛС уравнительных токов (табл. 4.7).

Электрическая развязка цепей РЭС

Одним из эффективных методов уменьшения воспртшмчнвостн цепей РЭС

к грозовьш воздействиям является электрическая развязка этих цепей

(табл. 4.8). Особенно это относится к цепям, подключенным к протяженным про-

подным и кабельным линиям связи. а также в случаях иеобходимрсти разрыва

Общего контура заземления цепей РЭС с целью уиеиьшеиия их восприиичивп—

сти к влиянию магиитиых полег": помех.

Амплитулные ограничители

Общие положения. Амплитудные ограничители—приборы, обеспечивающъю

снижение амплитуды перенапряжении. возникающих в цепях РЭС. до требуе-

мого по условиям защиты уровня. В зависихюсти от физических принципов. ле-

жащих в основе работы амплитудных ограничителей. их функциониршаиие свя-

зано с детектироваппем, электрической развязкой защищаемых схеч и помехо-

СОДЕРЖЕПЦПХ ЦСПС'Й, отражением. раССЁПВЭННЁМ "ЛИ отведением ЭНСГ’ГНЦ ПОМЕХ С

целью предотвращения необратимых процессов в защищаемых системах РЭС

(рис. 4-6).

Основными характеристиками амплитудных ограничителей являются: диапа-

зон их рабочих напряжений. пропускаемыс тонн и уровенЬ передаваемой без

собственных повреждений энергии. значения Которых для различных шщов огра-

ннчителей колеблятся в широких пределах (табл. 4.9). Важной характеристи—

исн амплитудных огршннппелей также япляепт зависимость их выходных на-

пряжении от времени (форма остаточного напряжения (табл. 4.10”. по кото-

рой мпкно судить о том, насколько сигнал наводки (перенапряжения) после

прохождения им занштного ограничителя опасен по амплитуде или форме для

нормальншо фунишшнирования элементов РЭС. входящих в защищаемую схе-

му. При этом в процессе выбора того или иного вида ограничительного прибо-

ра необходимо учитывать их особенности. руководствуясь качественным переч-

нем их сравнительных данных (табл. 4.11).

Очевидно. что ни искровыс разрядники, ни электромеханические приборы

(резе. разъединители и т. и.) сами по себе не пригодны для защиты от пере-

грузои по напряжению или току таких чувствительных элементов РЭС. как по-

.ч\_\'нр03‘›‚1нниовые приборы, для которых недопустимы пропускасмые этими огра‹

инчнтеляхпгтннбросьтнеренанряикенин.

Во многих случаях эффективно использование защитных диодов или ста-

би„'н:тронов. но они сами по себе требуют защиты в случаях больших нере-

грулок.

Обычно комбинация. состоящая из различных защитных приборов (гибрид-

ные стены). обеспечивает необходихше ограничение амплитуды импульса пере-

напряжения и требуемое сглаживание его фронта до значений. близких к экс—

илуиташтониьт для защищаемых систем РЭС. и осущестщтяет рассеивание

и (или) отвод остаточной энергии наводки. в результате чего в элементах этих

систем не возникают необратишле повреждения.

Защитные разрядники. В настоящее время в качестве огршичителсй анили—

туцы грозовых перенанрнжехшй. возникающих на воздушных проводных и под-

земных наболынж лияшях связи. а также для защиты элементов входных цепей

РЭС от дестабилизирутощего влияния высокоинтенсивных наводок. широко при-

меняют защитные разрядники различных типов и модификаций.

Разрядники представляют собой приборы. работающие на основе искрового.

дугового и реже тлеющего разряда в воздушной. газонаполненной или ваку-

умнон среде межэлсктродного пространства или по поверхности активного эле-

МСПТа ПО принципу; бесконечно ВЫСОКОС С()!1РОТНВ.1("ПП\‘\_НПЗКОС СППЭО’З'НВЛС-

пне — бесконечно высокое сопротивление.

Защитные разрядники обычно подключают параллельно тем элементаи или

пенни. на которые могут воздействовать перенапряжения, приводящие к выко-

ду их из строя. В гибридных схемах разрядники, как правило. выступают в ка-

честве первичной ступени ограничения амплитуды перенапряжения до уровней

десятков и сотен вольт.

Защитные разрядники представлены широким классом приборов. включаю-

щих нскровые. угольные. газонаполненные и вентильные разрядники.

Нгкровыс разрядники являются наиболее простым защитным элементом уст—

ройств связи от атмосферных нерснапряженнй. Они состоят из двух металличе-

ских электронов (винтов. винта и металлической пластины или стержней) с воз-

душным зазороч между ними. Одни из элвктродов искрового разрядннка при-

соединяется и защищаемому элементу, другой—к заземлению. Пробнвное на-

прьпкенне искровых разрядников зависит от расстояния между его электродами

(табл. ‹1А12).

Пли обозначения искровых разрядников прнпсняют буквенио-пифровот'т код.

где буквы ИР обозначают «искровой разрядник». а цифры—расстояние меж-

ду электродами в миллиметрах.

Искровые разрядники 1-1Р-0,‘2 и ПР-О.3. как правило, изготовляют на дер-

жателях типа ДРНП (держатель разряцппка с ножевыми контактахш п искро-

вым разршнньом (рис. 4.7‚а)). типа НР—7. ИРАО, [ФР-15 и 11Р-2О оборудуют

непосредственно на крюковом или траверсном профилях (рис. 4.7,6 н в).

Искровыс разрядники широко применяют в устройствах связи. главным об-

разом для защиты на подходах воздушных проводных и кабельнЫх линий свя-

зн и сигнализации и системах каскадной защиты

(см. ГОСТ 5238—81 и ГОСТ 14857—76).

Угольные разрядники—используют свойства ду-

гового пли искрового разряда по поверхности изо-

ляционного материала (изолирующей прокладки.

расположенной между угольными пластинами-энск-

тродами (рис. 4.8)). Пзолируюшая прокладка изго-

товляется из материала с высокой диэлектрической

нроншкасмостью (анстилцеллюлозы или слюды) тол-

щиной 0.06 . . . 0.08 мм.

Так же как и у искровых разрядников, для обш

значения угольных разрядников исиользустся буквенно-инфропой код. Ниже

приведены основные характеристики угольного разрядиика УР-БОО.

Угольные разрядники главным образом применяют для защиты устройств

местной связи (см. ГОСТ 5238—81).

Г азонапо.тенн:.‘:е разрядники—это безнакальиые двух. или трехэлектрош

ные защитные приборы. способные под воздействием приложены го напряжения

резво увстшивать проводимость и пропускать большие тонн. В зависимости от

назначены. `°словий работы и конструктивных особенностей в газонаполненных

разряцииьах' мягут использоваться свойства импульсного искрового, дугового

Н РЕЖЕ ТАСЮШЕГО разрядов.

Система электродов газонаполненных разрядников помещается в защитную

оболочку (баллон). объем которой может заполняться чистым инертным газом

или их смесями. воцорошт. воздьхом. кислородом в смеси с водяными парами

или углекислым газом. Защитный баллон может быть стеклянным. металлосте—

кляииьш или металлонерамичсским. Внешний вид некоторых газонаполиештых

защитных разрядников приветен на рис. 4.9.

Двухэлектролные газонаполненные разрядники называют неуправляемьшн.

трехэлектродные—-управляенымн. Обычно для защиты используют неуправляе-

мые газонаполненные разрядники.

У нас в стране выпускают серии ш-хзковольтных защитных разрядников и

защитных разрядников с повышенным напряжением пробоя (табл. 413—415).

Для защиты аппаратуры связи от дестабилизирующего влияния грозовых

перенапряжении широкое применение находят низковольттнте разрядники со

статических-1 напряжением пробоя 100..300 В.

Статическое напряжение пробоя устанавливается изготовителем для 060‹

значения типа разрялника и указания назначения и возможностей его приме-

нения (табл. 4.16). В процессе эксплуатации разрядников этот параметр теряет

свое значение, так как напряжение пробоя разрядника зависит от скоростях на-

растання напряжения на его электронах. В этон случае наибольшую важность

приобретает такой параметр. как динамическое напряжение пробоя (Один)—

максимальное напряжение на электродах разрялинка в период межну насту-

плением импульса заданной формы и началом Протекаиня через разрядник тока.

Сведения об этом параметре разрядников весьма ограничены Технические ус-

л‹;вня на разрядники в лучшем случае содержат одно значение Цдш. для диа—

вазона крутизны фронта. воздействующих на разрядник импульсов, от 1 до

4 кВ,"мкс. Опыт эксплуатации защитных разрядников показывает, что особый

практический интерес представляет диапазон 1000 кВ/мкс ...1 В/мс.

В диапазоне крутизны фронта 10 кВ’хткс...50 В/мкс. соответствующему им-

пульсам грозовых перенапряжении, средние значения Один превышают статиче-

ские напряжения пробоя разрядников в 3...5 раз. При этом предразрядное вре-

мя (время запаздывания разряда), определяемое как интервал времени между

моментом подачи напряжения на разрядник и моментом наступления дугового

разряда, составляет 0,1 10 мкс (рис. 4.10).

Для импульсов с крутизной фронта 1 кВ/'мкс...0.5 В‚’мкс. характерных для

воздействия грозовых импульсов перенапряжения и индуцированных напряже-

ний с частотой 50 Гц. наблюдается большой разброс пробивных напряжений,

которые могут достигать 500.. 1000 В. Для высокочувствительных полупровод-

никовых элементов РЭС, защищаемых низковольтныии разрядниками, указан-

иын диапазон напряжении представляет наибольшую опасность. так как высо—

кие по отношению к полупроводииковын элементам значения пробивного на—

пряжения разрядников сочетаются с или—

тельным предразрядным временем. соот-

ветствующим 100... 1000 мне.

Для импульсов с крутизной фронта

ниже 1 В/мнс им превышает в 1.5 раза

статическое напряжение пробоя. и тоццько

при значениях крутизны фронта импуль-

сов перенапряжеиия ниже 0,1 В\_;’ыкс дина—

мичеекое напряжение пробоя прибшжается к статическому.

К основным недостаткам. связанным с конструктивными особенностями и

“физическими свонствами газонаполненных защитных разрядников. следует от-

иеьти следующие:

наличие вчброгов остаточитто напряжения на разряднике энергия которых

зачастую оказывается достаточной для испражнения защищаемых чувствитель-

ных элементов РЭС (особенно полупроводниковых приборов);

высокие токовые нагрузки, пока потенциал на разрядннке низок;

относительно высокая емкость прибора:

б< лыи‹›е время срабатывания.

В большинстве случаев отрицательное влияние перечисленных недостатков

на степень защиты чувствительных элементов РЭС компенсируется созданием

на базе газонаполненных разрядников гибридных схем (табл. 4.17).

Вттильнг-не разрядники (табл. 4.18—4.!9)—это сложный прибор с улуч-

шенными защитными характеристиками. реализация которых постигается объ-

единением в одной конгтрукцнн двух защитных элементов—искрового разряд-

ннка и нелинейного сопротивления.

Таких: образом, осыпвиые э.:ементы вснтильного разряднииа —искровой про-

межуток (НП) и рабочее нелинейное сопротивление (РС). соединенные после-

доватезшнп (рис. 4“). Вывод вентильного разрядника со стороны РС иод-

ключается к зазечлению. другой (со стороны ИП)—к зашишаечому элементу.

При срабатывании разрядника искровой промежуток пробивается н токи

перенапряжения через РС стекают в землю. Рабочее сопротивление выполнено

из тлупроводиикового материала (вилнта или тервита). обладающего нели-

пенной зависихюстью между токои н напряжением. С увеличением напряжения

его сопротивление резко подает, а с уменьшением напряжения—резко возра-

стает. Эти свойства РС Позволяют снижать выбросы остаточных напряжений

на разряднике.

На практике для защитных целей применяются вентильные разрядники

РВП. РВН. РВНН (РВНШ) или РВ— (Р—разрядник, В—веитильныи. П—

п-чдстанцнонныи. Н—ннзковольтиый. Н(Ш)—ножевого или штепсельного кре-

плення: далее идут цифры, характеризующие наниеиь-

шее рабочее напряжение для подстанцнонных разряд-

ников в киловольтач н наибольшее допустимое напря-

жение в вольтах или кнловольтах для низковольтных

разрндннков).

Вентильные разрядники главным образом применяют для защиты от пере-

напряжений электрических цепей питания РЭС с высоким (РЕП-3. РВП-б.

РВИ-10) и низким (РВ-ЮОО. РВН-0.5. РВНП-250) напряжением. Послелние ие-

пользуют также для защиты воздушных линий связи. а также цепей дистан-

циопньгп питания усилительных пунктов связи (см. ГОСТ 5238—81).

Защитные полупроводниковые приборы. В качестве элементов защиты схем

и цепей РЭС от лестабнлшнрующего влияния грозовых перенапряжении широ-

ко применяют защитные полупроводниковые приборы. К ним относятся: вирав.

шшатслн. варисторы. кремниевые диоды. стабилитроны и ограничительные диоды.

Защитные свойства этих полупрозодннковых приборов обусловлены нелиней-

ностыо вольт-амнериык характеристик у выравнивателей н варисторов. наличие“

участков «насыщения» в прямых ветвях вольт-амперных характеристик у крем-

ниевых диодов н явлением лавинного пробоя при работе на обратных ветвях

вольт-амперных характеристик стабилитронов н ограничительных диодов.

Как правило. защитные полупроводниковые приборы применяют в качестве

второй и третьей ступеней защиты в гибридных схемах. Они способны понн—

жать уровни опасных напряжений с десятков и сотен вольт до 1 В и менее.

В отличие от защитных разрядников диоды и стабилитроны способны открЫ-

патьсн и закрываться почти мгновенно при приложении малых но амплитуде

напряжений поряциш 0.5... 10 В и тем самым ограничивать перенапряжения на

пкнцнроводнниовых элементах РЭС до требуемых уровней, не снижая качество

их функционированпт.

Выравниватели (табл. 4.2О)—это практически безынерционные за—

щитные полупроводннновые приборы. которые. по существу. являются нели—

нейными резисторами. обладающими способностью поглощать энергию. сопутст-

вующую перенапряженням. Сопротивление выравнивателей зависит от прило-

женного напряжения. с уведишеннем напряжения резко падает сопротивление. и,

натворит. с его уменьшением—сопротнвление выравнивателя возрастает.

Выравниватели имеют симметричную

вольт-амперную характеристику с одинако-

выми ветвями при прямой в обратной по-

лярностн приложенного напряжения

(рис. 442). Следовательно. они могут иро-

пускать импульсы тока ратной полярности.

Нх включают в электрические цепи. как

правило. параллельно защищаемому прибо-

ру с целью выравнив;тния опасной пуль-

сании разности потенциалов при воздейст

вин внешних источников перенаприжсиий

(грозовых разрядов) с амплитудой |00 В

и выше.

Для изготовления выравнивателей в

основном используют двуокись цинка или титана. имеющие коэффициент нс-

линейности в пределах 0,‘ 10.

Керамические выравниватели тина ВК в основном используют для грозоза-

щиты и сглаживают пульсаций в цепях электропитания РЭС постоянным то-

ком. Селеновыс выравниватели: типа ВС предназначаются. как правило. для не-

пей электропитанупя перемвниого тока. оксидно-иинковыс вырзпиивитсли типа

ВОЦ—для защиты от пвреиапряжсинй полупроводниковых приборов (в качест-

ве вентильных дисков в них ставят окгидно-иинковые варисторы типа

СН 2-2А-510 и СН 2-2А-560).

Варисторы (табл. -1.21)—нелииск':ные полупроводниковые резисторы. со-

ПРОТППЛЕНПЕ КОТОРЫХ ТЕК же, как И у ВЫРЗВННВЗТЕЛСЙ. зависит от ПРИЛОЖЕН-

НОГО напряжения.

В отличие от выравшхвателей варисторы ииеют более высокий коэффициент

нелинейности 25.. 100 (см. рис. 4.11). их применяют в основнои для защиты

полупроводниконых приборов РЭС от воздействия перенапряжении. так как они

вшеют более крутую вольт—а-лперную характеристику.

Для обдзначеиня варисторов применяют буквенно-цифровои код (СН—со-

противлснне нелинейное; далее следуют цифры, первая из которых обозначает

материал (1—карбид кремния, 2—се.1еи). вторая—коиструктивное исполне-

ние (1. 8—стержнев‘ге‚ 2, 10—дисковое, З—мнкромодульнос). третья—по-

рядковый номер разработки).

Оцнсвиое назначение варисторов—защита элементов элентришеских цепей

РЭС постоянного, переменного и импульсного тока от перенапряжении, в том

числе и грозовых.

Кремниевые диоды (табл. 4.22)—-защитные полупроводниковые

приборы. ограничивающие амплитуду перенапряжений за счет наличия участка

«насыщения» прямой ветви вольт-аш:ерной характеристики.

Для ограничении опаСНЫх переньпряжсннн широко распространено парал-

лельне включение диодов по отношению к защищаехюиу элементу. Однако не

щкиючсно применение и схем продольной чащиты.

При подаче на диод напряжения с ачплнтудой Цо<иогр (где обычно По”

сеставляет 0.5...07 В) форма сигнала на нагрузке остается неизменной. по-

скольку динамическое сопротивление на полог ъ: участке вольт-амиерной харак-

теристики наМННГО больше сопротивления нагрузки (рис. 4.13). При ивы/щ,

аннзчическое сопротивленне резко падает по сравнению с сопротивлением на-

грузки. чтп приводит к увеличению тока через диод и уменьшению напряже-

ния на нагрузке до уровня и„„‚. Танин образом. уровень ограничения пере-

напряжении кречнневыи диодом определяется характеристикой этого участка.

ПОСЛЕДОВЗГЕЛЬННе включение кремниевых диодов с нагрузкой при реализа-

шш вариантов продольной защиты приводит к ограничению перенапряженнй на

нагрузке только одной полярности.

Кремниевые диоды в основном прнненяют для защиты цепей высокой ча-

стоты ввиду их малой собственной емкости и. как следствие. высокого быстро-

действия. Как Правила, для защиты приченнют импульсные кремниевые

Шюды.

Схемам зашиты. содержащим кремниевые диоды. присущ существенный не-

достаток. связанный с тем. что порог их ограничения составляет примерно 1 В,

что негативно сказывается на работе защищаемой цепи, если диапазон измене-

ния рабочих напряжений при нормальном функционировании иепи превышает

это знвчение. Данный недостаток исключается применением в качестви защит—

ных элементов стабилитроиов.

Стабилитроны (табл. 4.23)—полуироводникопые ограничители напря-

жениЯ. работающие на обратной ветви вольт-ампернои характеристики

(рис. 4.14). Эффект ограничения перенапряжения достигается при лавиннон про-

бое р—п-перехола. Когла приложенное к стабилитроиу обратное напряжение

меньше его пробивиого шт). динамическое сопротивление стабилитрона стано-

вится равным десяткам мегаом. н в этом случае стабилитрон закрыт. При более

высоком обратном напряжении происколит эффект обратного лавинного пробоя

стабилитрона, Его динамическое сопротивление резко падает до десятков ом.

что сопровождается возраствнием обратного

тока стабилитрона и ограничением возлейст-

нуюшего на него перенапряжения до напря-

жения стабилизации. После снятия Подаваемо-

го на стабилитрон напряжения он возвращает-

ся к исходному состоянию.

Для защиты полупроводниковой элемент-

ной базы РЭС в основном применяют крем-

ниевые стабилитроны с крутой обратной

вольт-амперной характеристикой, малым на-

прЯЖсинем пробоя и относительно высокой

пропускной способностью по току. Этим свой-

стнам в полной мере отвечают планарнне ста-

билитроны 2С|33А——2С168А и Д808—Д8Н.

а также двухаиодиые сплавные стабилитроны

2С|62:\—2С21ЗБ.

Основной недостаток кремниевых стабили-

тронов—относительно большая собственная емкость прибора. зависящая от

ири:южсниого напряжения и температуры и достигающая значении": сотен и ты-

сяч пинофарад. Это затрудняет. а иногда делает невозможным применение ста-

бидштроиов для защиты высокочастотных схем. Чтобы снизить неблагоприятное

влияние собственной емкости стабилитрона на защищаемую цепь. последова-

тельно с ним в схему зашиты включают высокочастотный диод.

Ограничительные диоды. В последнее время получили довольно

широкое распространение лавинные диоды. выпускаемые специально для за-

щиты цепей РЭС от перенапряжении. Это кремниевые диоды с р—п-переходои.

использующие эффект лашшного пробоя и работающие на обратной ветви вольт.

ампериой характеристики. имеющей высокий показатель нелинейности. Послед-

нее означает, что в широком диапазоне токов перегрузки напряжение на огра—

ннчнтельноч диоде, а следовательно. и в защищаемой цепи изменяется незна-

чнтельно.

Ограничительные дъюды подразделяются на симметричные (табл. 4.24), не—

симметричные (табл. 4.25) и с встроенными малоемкостпыхт импульснымпдподао

мн.

ми (рис. 4.15). Они имеют широкий диапазон порога ограничения напряжений в

пределах 0,7...3100 В, их применяют для зашиты соответственно цепег'т посто-

янного и переменного тока низкой и высокой частоты. а также импульсных

схем.

Разъединители. Для защиты ценен первичных источников электропитания

от токов перегрузки и короткого замыкания напряжением до 250 В применяют

авточатическне выключатши, реле, плавкие предохранители. прерыватели и

схемы скоростной зашиты. Наиболее широкое распространение в настоящее вре-

Ми получили автоматические выключатели многократного действия и разрываю-

щие пень плавкие предохранители одноразового действия.

Автоматические выключатели. Системы электропитания РЭС от

источников общего пользования для защиты от перенапряжений комплектуются

авточатнческишт вынсночателязш многократного действия типа АВМ-П.

Основные электрические характеристики этих выключатели": различной мо‹

днфнкации следующие:

Нкдмииальньи“; ток для разлшшых модификаций. А . . . . . 3

5

7,5

10

15

Время размыкания Контактов при перегрузке, равной двукратному

номинальному ток» и ИЗМсНШШЮ Температуры окружающий среды

от —50 ‚10 —.'5(‘ С, с. не бочке . . . 1.5

Вреия автоматического обратного вк .ючпшя контактов при том же

интервале изь'снения тешкрацр окрпкаюш и среды мин . . 3

Способность отключать без повреждений ток короткого замыкания

грп Напряжения 22013, А. . . . . . . . . . . . 75

ЩИТЫ ВОЗдупшых проводных п кабе.'1'ьных линий связи используют плавкие

предохранители однократного действия. У этих предохранителей прп протека-

нии предельных токов перегрузки происходит псрегоргпие плавкой вставки и,

как следствие. разрыв защищаемой цепи.

У нас в стране выпускают трубчатые предохранители тппа:

СН (С—сппральная нить, Н—ножевые КОНТЗКТЫ). представляющие со-

бой стеклянную трубку с ножевычп контактам (рис. 4.16.а). внутри которой

находится плавкая вставка с двумя спиралями стальной проволоки диаметром

0.4 мм. спаянными между собой легкоплавким сплавои;

СК (С—спиральиш'ъ К—конический контакт). отличающиеся от предо-

хранителей типа СН лишь конструкцией контактов (рис. 416.65), включаются.

как правило. в рассеииу провода линии связи последовательно между линией

и утльиыхш разрялникаяи;

ПН (П—пряиая нить. Н—иожсвой контакт). состоящие из стеклянной

трубии, внутри которой находится плавкая вставка в виде прямой нити диа-

метром 0,3 ми (рис. 4.16, в).

Ограничители спектра

Общие положения. Основными элементами, почволяюшнмп довольно эф-

фективно осуществлять ограничение спектра наводимых в цепях РЭС напряже—

ний п тонов, являются защитные фильтры, назначение которых—пропускать

без искажений и значительных ослаблений сигналы с частотами, лежащими в

рабочих диапазоны РЭС. п подавлять сигналы. принадлежащие частотному дна-

пазопу помех

На практике фильтры широко применяют для защиты цепей РЭС от небла-

гоприятного влияния радиочастотных помех и их наводок, создаваемых источ-

никами гармонических помех, которые сосредоточены по частоте. Этот факт су-

шествеипо упрошает расчет, выбор типа и применение зашитных фильтров.

Использование фильтров для защиты цепей РЭС от грозовых влияний со-

пряжено со значительными трудностями:

грозозаЩптные фильтры зачастую подвержены воздействию сигналов значи-

тельной амплитуды по сравнению с обычными фильтрами;

в грозовой помехе (наводке) большой амплитуды высокая энергия сочета-

ется с широким частотным спектром, который зачастую перекрывается со спек-

тром передаваемой энергии управляющего или полезного сигнала.

Поэтому при выборе типа зашитного фильтра пеней РЭС и основных эле

ментов, входящих в него, необходимо прсжлс всего знать амплитЫНо-врсмеи-

ные характеристики напряжений и токов, наводимых в этих цепях при грозовом

воздейсттэпп.

Опыт эксплуатации РЭС показывает..что для эффективной защиты цепей и

схем этих срелств от грозовых воздействпт'т наиболее целесообразно применить

реактивные фильтры нижних частот (табл. 4.27). Эти фильтры могут содержать:

один пассивный элемент (конденсатор. включенный параллельно нагрузке и

отводящий энергию помехи на землю, или индуктивность. пключенную последо-

вательно в рассечку цепи для ограничения скорости измсиеппи наводки);

два или более пассивных элемента, соединенных в виде Г-. П- или Т-образ-

пых фильтров.

Наибольший эффект достигается при применении помсхоподавлятопшх

фильтров совместно с другими видами защитных элементов в типовых зашит-

ных блоках или гибридных схемах (табл, 4.28).

Помехоиояавляющпе конденсаторы. Их обычно использу-

ют как в качестве саностоятельиш защитных устройств. так и в виде состав-

ных частей фильтров. Сами по себе помехополанвяюшие конденсаторы являются

фильтрами нижних частот. И): основное назиачение—подавление индустриаль

пых, высокочастотных п атмосферншс помех в цепях РЭС нестояпного пере-

Таблица 4.28. Практические аспекты применения простейших

защитных фильтров

и" Фпдыр“ " “они" “Ш Достоинства Недостатки

применении

Понехопидапля ю— Исключает емкостную Проходные конденса-

щнй конденсатор и иидуктнвщю свящ торы выпускаются на

Включается пшраллельно между ВХНШШЧП и вы` низкие напряжения

нагрузке для отвода энгр- конными истин. ОСН-

гпи помехи

правило. это

конденсатор.

в случаях. когда шшрён

нее СОХЦЮТНВЛЕНПР ПСТОЧНП

ка помех и нагрузит

пиво

на землю. Кии

промднон

Применяется

не.

бенно из высокнт часто-

т.1\'‚ Исключен лошадо-

ВЦТСЦЬНЫП ре‹0н.;нс ПИ“

дуктивиости, шунтирую-

шей цепи и ечннсти на

частотах выше частоты

резонанса

Сглаживаюшая ин-

Вшю-та.

ЛУКТНВ ПОСТЬ,

ется последовательно В рас

сечку цепи ДЛЯ ОЦ‘ЗНН'ЮННЯ

СКОРОСТИ НАМСНЁННЯ ТПКа НН

ВОДКИ. ПРПМК‘ПЯН'СЯ В СЛУ>

РАЛЛИ ВНУТПСНПЕЕ СО‘

ИСТО‘ШПКЗ ПО-

чаях,

противление

мех и нагрузки мило

Простой и эффектив-

ныи способ уьн-ньшения

амплитуды и увеличении

длительности импульс-

ноп фронта наводки

Применяется только на

чистотм более ЁМГЦ.

На низких часто‘тх его

доиствнс пренебрежимо

надо

Гобразнып фильтр

ВКЛЮЧ’Ц‘КЁЯ В цепи этектро-

питания так сон—вой фитьтр

Наибохаес эффективен в ин—

Фтитр

СОЬОПИМЫХ ЦЕЛЯХ

С ЕМКОСТИ)!“ В\ОДОЧ ПРН\Ц‘

няют, конца внутреннее со-

НСТОЧНННВ ПО‘

а сопротивлс

Фильтр с

неле-

сообршно пришить в 06-

противлсине

мех вглпно.

ние сети пало

иннуктпиным анодом

ратных ситуациях

Малая стоимость, про

стотп В Мшструиговпиии.

изготовлении и эксплуа-

ТаЦНН

Вносит значительные

добавочмые иотцгн в спу-

‘ПЮ РЦССОГГШСГП МНЯ СП-

протпвлсний видных и

выюднъп цепей. в свя-

зн с чем трсбуст допол-

П||Т`('.'1ЫШГ0 СОГЛЗСОБАНЦЯ

фильтра с этими исппмн

П—обризиыи Фильтр

Применяется и начато ли

цепного фильтры и высоко

частотных иегтх, Целсспоб

рачно исполыов:ять

случаях. когда

источники птнех и

кн неизвестны

Т—образный фильтр

КЛЮЧЕВН‘

Прииеиттся в

СХСМНХ И ||СПО."П-1\_\'(`ТСП В ка

чсстве линейного фильтра

и тех

ннпвдонсы

нагруз-

Не требует дополни-

тельного (ОГЛЪГЦВСППШ

входных и выходных ие-

Пш'!

Эффективно уиеньшп-

ст уровень ионы` в пн-

ипш с низко сноп на

грузной

Возможны «ту-тайные»

резонансы на игюптгрых

частоты. что иршшдит

к увеличению амплитуд

ОТДСДЬПЫХ ГЭРЧОПНК ПО-

мех

ОСТЬ И

Чдншыхэ

Высок а и сто:

возможность ксл

резонансоп

Характерная особенность работы дросселей в качестве понехоподавляюпшх

конденсаторов является их малая собственная индуктивность, составляющая

величину порядка 10-7... Ют“ Гн.

Пошшо традиционного исполнения. помехоподавляющне конденсаторы вы-

пускают опорными и проходными: опорные представляют собой конструкцию.

одни из выводов которой является опорная металлическая пластина с резь—

бовым крепление“; проходные выпускают коаксиальным: (один из выводов ко-

торых представляет собой токоведущий стержень. по которому протекает пол-

ный ток виешнеи цепи. а функции другого выполняет корпус) и некоакепальиы-

ми (через оба вывода протекает полный ток внешней цепи). Проходные кера-

мические концеисаторы имеют конструкцию трубчатого или дискового типа в

виде многослойных монолитных шайб.

Основные электрические характеристики помехоподавлягоших конденсаторов

приведены в табл. 429 и 4.30.

Сглаживающне дроссели. Используются как в качестве сачо-

стоятельных устройств ограничения скорости перехолных процессов в цепях

РЭС. так и в виде составных частей фильтров.

Характерная особенность работы дросселей в качесте ноиехонодавляющих

текстов в том, что они должны обладать достаточно большим сопротивлением

в широком диапазоне частот. Однако для выполнения этого требования на низ-

ких частотах необходимо делать катушки со значительной индуктивностью и

большим числом витков. в результате чего возрастает собственмя емкость ка-

тушек. уменьшающая их сопротивление на высоких частотах. Помнчо этого. во

вбежаини потерь, надо стремиться к тому. чтобы активное сопротивление ка-

тушки было минимальным. В большинстве случаев индуктивность дросселей не

должна превьииать 500 мкГи. при этом их неиструкцию выдерживают такой.

чтобы собственная емкость не превышала 100 пФ.

Зачастую катушки индуктивности дросселей выполняют на ферромагнитных

сердечникам в качестве материалов для которых используют пермаллой (БОН;

ЗОНХС; 791111), ферриты (марганец-цинковые. никель-цинковые). магнитодиэ.'1ек-

трини на основе карбонильного железа и на освове альсифера (тина ТЧ и ВЧ).

Для фильтрации сетей электропиташт большой мощности индуктивность

дресселей на частоте 0.25 МГЦ обычно не должна превышать 10 мкГн. В этом

случае целесообразно применить безвитковые дроссели. пред тавпиощие собой

прямолинейный токоведущий стержень (провод защищаемый цепи с током по.

мехи). окруженный магнитопроводом (как правило, ферритовых: кольцом).

В табл. 4.3] приведены расчетные формулы для определения индуктивностей по-

-\'ье.\‹›полавтяюишх дросселей наиболее распространенных конструкций.

Защитные фильтры. Номенклатура фильтров серийно выпускаемых

и пригодных к использованию в качестве грозозащитных элементов пеней РЭС

СЧсиь ограничена. Обычно в каждом конкретном случае приходится произво-

лить расчет защитных фильтров, отвечающих требуемым характеристикам. Осо-

бенно это необходимо при использовании фильтров в составе гибридных схем

защиты. По результатам расчета фильтра производится выбор типа и парамет-

ров конденсаторов н дросселей.

Из выпускаемых промышленностью серий помехоподавляющпх н сглажи-

аюших фильтров наиболее приемленымн для грозозащнтных целей являются

11-образные фильтры типа ФП (табл. 4.32). предназначенные для работы в

диапазоне частот 0.15...1000 МГц, с эффективностью подавления помех 60. 80

и 100 дБ.

Защитные блоки представляют собой четырехполюсннки. состоящие

из индуктивностей и емкостей и предназначенные для ограничения поперечных

перенапряжении (провод—провод). возникающих в протяженных электрических

цепях постоянного и переменного тока электропитания полупроводниковых при.

боров РЭС связи. Необходимость включения защитных блоков (35) в элек—

трнческш цепи питания постоянного тока полупроводниковых приборов вызва-

На том. что аккущ'ляториые батареи. обладающие небольшим внутреннни со-

противлением. не являются хорошим средством ограничения поперечных пере-

напряжении. В результате этого на протяженных линиях электропитания. иду—

ЩЦх от аккумуляторной батареи к потребителю, возникают токи наводок от

Внешних источников перенапряжении, которые нередко превосходят импульс-

НУЮ прочность полупроводниковых приборов. Цепи электропитания нереиснио-

го тока требуют продольной защиты от возникающих при грозовых влияниях

“Ульсацьн'т питающего напряжения.

В настоящее время отечественная промышленность выпускает защитные

блоки типа ЗБ-1 (с одним дросселем) и ЗБ-2 (с двумя дросселяпи). которые

имеют следующие основные характеристики:

Рабочий диапазон

напряжении, В . . . . . . . . . . . . .0...24

тока, А. . с . . . . . . . .0...3

Сопротивление постоянному току, Ом . . . . . . . 0.5

Индуктивность дроссолеи, икГп . . . . . 55

Емьость конденсаторов типа МБГП с починапьиым напряженн-

ем 220 В мкФ . . . . 50

Отношение напряжений на входе и выходе при Частоте 1 ‚кГц 100

На рис. 4.17 приведены схемы защитных блоков различных модификаций.

Анализ показывает, что чех: больше индуктивность дросселей и емкость коп-

денсатора. входящих в 36-12 (рис. 4.17.а)‚. теч эффективнее осуществляется

ограничение перенапряжеиий. В Некоторых случаях целесообразно параллельно

конденсатору ЗБ включать оксидио-шшковый варистор или выравниватель

(рис. 417,45) с классификационным напряжением. соответствующим поминать-

ноиу напряжению питающей электрической цепи. либо два стабилитрона

(рис. 4.17. в). соединенных встречно-последовате.тьио. При выбт ре типа стабили-

трона следует учитывать номинальное напряжение электрической цепи. а так-

же минимальный " максимальный токи стабилитрона. Для силовых цепей перс-

меииого тока включают 35 с двумя реакторами (рис. 4.112).

Оптические ограничители

Общие положения. В последнее время в практике обеспечения стойкости

РЭС все более широкое распространение получают элементы оптоэлектроники.

Пх применение связано с рядом преимуществ по сравнению с другими ви-

дами защитных элементов:

использование оптоэлектроники позвшяет уменьшать число замкнутых

контуров и обеспечить стабильную электрическую развязку цепей;

оптоэлектронные элементы осуществляют передачу информации только в

едким направлении. что позволяет существенно ослаблять дестабилизнрующее

влияние помех на РЭС через их выходные цепи; с

системы на базе оптоэлектроники являются ненритичиыми к воздействию по-

меховых электромагнитных полей вследствие того. что носителями информации

в этих системах являются электрически нейтральные фотоны;

оптоэлектронные системы имеют ограниченную полосу пропускания, осо-

беиио на высоких частотах, и тем самым являются беспроводными ограиичио

телями высокочастотных помеховых наводок на входные цепи.

Элементы оптоэлектроники. Оптоэлектронные системы содержи в

своей основе светоизлучающшг и фотоприемиые элементы, которые либо

могут быть конструктивно объединены в единый корпус, образующие оптроны,

либо разнесены на определенное расстояние, связь между которыми обеспечи-

еается посредством оптических волокон (световодов). в целом представляющих

волоконно-оптическую линию связи (ВОЛС).

Оптрон ы. В настоящее время у нас в стране выпускаетья шнр ьая но-

ленкпатура оптронов. В качестве излучателей оптронов используют споипачь—

ные лампочки накаливания нт; светодноды, а в качестве фотопрнешщков—

фотодиоды, фоторезисторы или фототранзисторы. В соответствии с этим разли-

чают людные, резисторные или транзисторные типы оптронов.

В отличие от оптоэлектронных пар, состоящих только из излучающего н

фотонрнехнюго элементов. оптоэлектронные интегральные микросхемы включают

в себя также ьстроиства первичной обработки сигналов. форннрующнхсн на

выходе фотоприехнюго устройства. В табл. 4.34—4 37 приведены основные ха-

рактеристики некоторых широко распространенных типов оптоэлектронных пар и

оптоэлектронных интегральных микросхем. \_

Волоконно-оптическне л и пни связи. Основными составными

частями ВОЛС являются нзлучаницие устройства. волоконные световоды и фото-

приемные устройства.

Излучающие устройггто‘а. В качестве источников излучения для ВОЛС в на-

стоящее время широко используют полупроводниковые инжекционные лазеры и

светолноцы. Они излучают свет в диапазоне волн 0.8... 1.1 мкм.

Полу-"проводниковые инжекционные лазеры характеризуются высокой яр-

костью излучения. простотой модуляции с частотой ‚10 гигагерц, чалымн разме-

рамы и потенциально низкой стоимостью.

Разработанные в настоящее время светодиоды не обладают такой яркостью

излучения. как лазеры. поэтому их применение ограничивается короткими

ВОЛС. По некоторым характеристикам (массе, габаритным размерам. потреб-

ляемой мощности, стоимости) светодиоды превосходит лазеры и поэтому более

ШНРОКО применяются в системах оптоэлектроники. Основные характеристики

"еноторых типов свет0днодов приведены в табл. 4.38.

Волоконные световоды. Наиболее широко применяемые в настоящее время —

волоконные световоды с твердой сердцевиной. окруженной твердой оболочкой

с матч показателем преломления. Оии изготовляются из кварцевого легиро-

ванного стекла. Оптические потери в таких световодах за счет поглощения и

рассеивания весьма малы и составляют менее 10 лБ/км в диапазоне длин волн

0.8 1.8 мкм и менее 4 дБ/км в диапазоне 0,8 0.9 мкм.

Пз конструктивных решений, нашедших широкое практическое применение.

наибольший интерес представляют: простые жгуты световодов с высокой число—

вой апертурой и большими потерями: более тонкие жгуты. состоящие из упроч-

ненных световодов с малыми потерями; ленточные кабели и кабели с упроч-

ияюшичи элементами. Простейший волоконио-оитнческий кабель состоит из

группы световояюв` собранных в жгут н покрытых сверху пластиковой оболоф

кой. Основные характеристики некоторых типов оптических кабелей, применяе-

мых в качестве волоконных световодов. приведены в табл. 4.39.

Количество введенной в световод энергии в большой степени зависит от впо

да и конструкции: стыковочных устройств. Самое простое конструктивное реше-

ние этой задачи заключается в непосредственном соединении источника оптиче-

ского нзлучеъшя с волоконных: световодоъь но при этом сильно увеличиваются

потери при вводе излучения. Другой метод состоит в подкмочении источника

излучения к световоду с помощью линз. В этом случае необходимо обеспечи-

вать малые допуски на центрирование линз и световода, что ведет к увеличе—

нпо затрат на изготовление ВОЛС.

. Фотоприемнош устройства. Преобразование мощности оптического излучения

и электрический! ток в приемнике осуществляется методом фотодстектирования с

применением соответствующих фотоэлечентов—фотодиодов. фототранзнсторов

н фотуиножителей. Их основные характеристики приведены в табл. 4.40.

Экранирование

Общие положения. Один из наиболее распространенных методов. обеспечи-

ваюшнх стойкость РЭС к грозовых: воздействиям,—экранирование. С понощыо

электроиагиитпих экранов можно осуществлять эффективную защиту РЭС не

тольпо от воздействия Токов молнии. но и дестабилизирующего влияния грозо-

вых электромагнитных полей.

Так как воздействию токов молнии в основном подвержены протяженные

линии связи. с целью защиты их понешают в металлические оболочки-экраны.

Зашита влечет-ной базы. схем и цепей РЭС от дестабилизирующего влияния

МЭМП грозовых разрядов в основном обеспечивается корпусах-ш-экрапани РЭС.

Танин образон. основная задача экранов в аспектах грозозащиты РЭС

заключается в понижении уровней токов молшгн и интенсивности напряженно-

сти грозовых электромагнитных полей до значений. обусловленных сохранением

Работоспособности запкищаеных от грозовых воздействий РЭС. Защитные свой-

ства экранов в отовион ависят от электрической проводнностн н магнитной

ирошщаемости материалов, из которых изготоваены экраны, а также от тол-

щины их стенок. Поэтому очевидным способом достижения высокой эффектив-

ности экранировании: является использование для изготовления экранов мотат-

лов, имеющих высокую удельную проводимость (табл. 4.4!) или характеризу—

ющихся значительный магнитной проницаемостью (табл. 4.42). Реже идут по

пути увеличения толщины стоики экрана.

В большинстве реальных ситуаций защитные свойства экраНов определяют-

ся не толщиной их стсион. электрической ировтимостью или магнитной проин-

асхтостыо материалов. из которых они изготошены. а тсхш нарушениями не—

прерывиостн экранов (электрическими нсощюродностямп в виде отверстий. ще.

леи, стъшов и т. п.). КПТОРЫЕ довольно часто встречаются на практике и на снп-

жсиие В‘Пшнпя которых на защитные сви’тствч экранов направлены усилия при

их конструкторской разработке.

Защита набезьных линий связи от воздействия токов молнии. Для защиты

кабельных линий связи РЭС от воздействия на них тонов молнии используют

оболочкн-энраны. которые изготовляются как из неферронагнитных. так и фер-

ромагнитных материалов. При этом высокой эффективности экранирования мож—

но набиться путем применения сплошных, без разрывов и щелей, ОБОЛНЧРК-

экраныв. если не по всей длине прокладки трассы кабеля. то хотя бы на участ-

ках Наиболее вероятнохо его поражения молнией.

Защитные свойства сплошных неферроиагннтиых обо-

лочек-экра н ов. Протекание импульсного тока молнии по защитной оболоч-

не нязбсцш н проникновение его в толщу экрана сопровождаются поглощшиен

матсрнанш экрана высокочастотных составляющих спектра инпульса тока. Это

течет за собой уменьшение амплитуды тона молнии и вызывает увыиченне

д.1:|те.‘|ьпо‹‘тп фронта и длительности импульса этого тока. что положительно

снашивается на процесс защиты. На рис. 4.18 приведена зависимость коэффици-

ента ослабления амплитуды

импульсов тока молнии 8. ’

при их протекании по

сплошной защитной оболот

ке кабеля. изготовленной

из иеферромлгнитного на-

териала. от обобщснного параметра т../т\_1..:‚ (где т..-—д.тнтс.тьность импу:и‚га то-

на н‹:.тппн; тд;,ф=р‹‚о„а‚"‚›д;). Предстзвчеииая зависимость справедлива для обмо-

чек-экранов. длина которых мала по сравнению с эквивалентен длины волны

импульса тока. протекающего но оболочке.

С достаточный для инженерных расчетов точностью защитные свойства обо-

лочек-экранов из нсферронагнитиых материалов можно оценить по аналитиче-

спин зависимостям. приведенным в табл. 4.43.

Защитные свойства сплошных ферромагнитных обо-

лочек- экра нов. Трубчатые ферромагнитные экраны эффективны при высо-

КОЧШ'ТОТПОМ ЭКРЭНПРОВЗНПН. Однако при ИХ НЗСЫЩЕНШ! ОПП теряют СВОИ ПР8‘

ищтнества. связанные с высокой магнитной проницаемостью ферромагнетиков.

поскольку их проводимость значительно меньше. чем у иеферронагнитных мате.

Гналов. Поэтому критерием преимущественного выбора для изготовления экра-

нов из ферромагнитных материалов по сравнению с неферромагнитными является

усповне отсутствия нолнпго насыщения ферромагнетика по толщине при проте-

кании по обочине-экрану токов молнии. Только в этом случае сохраняются

высокие ззшнтные свинства ферромагнитных экранов, связанные с магнитным!

сВ<‘:Йствами их материагюв. '

дтя тонкого трубчатого ферромагнитного экрана удельной пр‹‚›во:1н.могтн он

с радиусом Гм. матерная Которого насыпается при плотности потока В‚. от про-

текак.›шего по экрану тока молнии Ем“). т‹›:инина слоя насыщения

/ 2...

/‘ \ 1м(”(“`

а„= Ъ "\_г -„ в . (4.3)

Очевидно. для эффективной работы ферромагнитной оболочки-экрана необ—

ходим. чтобы там, (где див—толщина стенки оболочки-экрана).

Зашита РЭС от дестабилизирующего пяиятшя МЭМП грозовых разрядов

корпусами-экранами. Для защиты РЭС от дестабкшизируюшего влияния элек-

тршапиитиых полей грозовых разрядов в основном применяют корпуса-экраны.

изготошяеиые из материалов с высокой проводимопью. К ним относятся нефор-

роиагиитные металлы и их сплавы. которые помимо высоких экранирующих

свпитв. как правило. обладают малой унельнкт массой (см. табл. 4.41). В ос-

ПППН'.)'›! ЭТО ШИРОКО применяемые В РЗДПЮТСХППКЁ ЗЛЮМПППЙ И его СПЛЗВЫ.

Электрически однородные замкнутые экраны практпшески полностью заши.

иют РЭС от влияния электрических полей грозовых разрядов даже в тех

тучах. когда их уровни достигают критических значений. определяемых элек-

тричеслши прочностью атмосферы.

.‘\\агиитные ноля излучения грозовых ратряяов частично проникают через

проводящие стоики корпусов-экранов. формируя в экраннрованном объеме ослаб-

ленную по сравнению с внешней внутреннюю помеховую ЭМО. .-'\.\1п.'иктудНО›вре-

меииые параметры импульсно-

го магнитнопэ поля в экрани-

рованнои объеме при этом су-

щественно отличаются от па-

раметров воздействукхцего на

корпус-экран магнитного поля,

смещаясь в область меньших амплитуд и больших длительностей фронтов и

д.\*тите.’1ьностей импульсов.

На рис. 419 приведено изменение коэффициента магнитного экранирова-

нця $и для зачкщшх неферронагнптных корпусов-экранов РЭС. в завистшости

от обобщеннчго параметра т./т И (где г.=‚и„о„ш‚/п). включающего в себя кон-

стрмтивные характеристики корщса-‚кгана (удельную провинность чатсрпа-

да о... зшнеПиш‘т разчер с. толщину стенки (1. н ковфтщранию (коэффициент

формы и (см. рис. 2.39») и параметр пиешиего воздействии (длнтыьюсть пч-

пульса вотщейгтвующего магнитного поля излучения молнии 15). С д0Ста10Ч-

ной для инженерных расчетлв точностью защитные свойства корпусов-экраиш

РЭС можно оценить по формулан. приведенным в табл. 4.44.

Наличие в пенках коршсов-‚кранов РЭС неоднородностей (отверстий, ще-

лей, стыков и т. и.) создает по сравнению с электрически однородных": экрана-

ми дополнителыше канаиы для проникновения почеховых эмектршагпптных по-

лей в экраннруемые области.

Разрывы в экранах и связанные с ниши нарушения непрерывности обычно

оказывают отльшее алпнние на утечки через неоднородности магнитньп подеи

по сравнению с ‘Щсктрнческншг Соотпетственно и большее внимание при этом

необходимо )де.1нть утечкам ннеино магнитных полей, хотя в некотгрых спу›

чаях н проннкииш-нне электрических полон через неоднордд-‚юсти в экранируе-

мые обтепн вызывает нарушение нормального функционнр'ванне РЭС.

мнчне в стенках корпусов-экраны РЭС разрывов их электрической одно.

родности привсыпт к возникновению в экранированных объенах зон с повышен-

ныи уровнем напряженности электрического и магнитного полей по сравнению

с электрически однородными корпусам-экранами.

Еглп размер отверстия га в стенке корпуса-экрана много непыне линейных

разхтеров сачА го экрана. в также длины волны воздействьтчщего электромагнит-

ного поля поисхн, то для г>(|‚5..2.0)г„ справедливы выражения. определяю—

шне амитнтудн напряженности электрического и магнитного полей в корпусах-

экранах. проникающих через отверстия в их стенках бесконечно малой толщини‘

для электрического поля:

.‚ ‹ г \_ г,

Ем (г. 0) = ?Р(‹›ь1 ' Ем“. 0) = Р$|п :

сг’ из

1.1" МаГННТНОГО ПОЛЯ:

,\ <° ъ " ‚1

1/‚рг(,‚.д‚а)=2\_4‘"д\_"“6\_ 1/3'(‚);\_4\_\_

г.) г.‘

.'- ' з ' ‘5

Ни, (П?- 6) \_\_\_ ‚от цсоз :

г

где Р и М—соответственно нонентн эквивалентных отверстиям электрического

и магшттнгго дипонен (табл. 4.45); ф и В—соотвстствснно азимутальный п

полярный углы (рис. 420); г—расстоянне от центра отверстия до рассматри-

ваемой точки экранированного объема.

В первом приближении оочабисние поля, проникающего через отверстие в

стенке кгрпусазкрана конечной толщины можно ьчесть. рассматривая отверстие

в стеиие как запределытый волновал. длиной и, Тогда ослабление поля при его

пр ннкновенпн

5с.н = схр (— аннд’з).

Где а: н— коэффициент ослабления поля стенкой экрана при его проникновении

через отверстие в ней. который зависит от характеристик поля. фор‘ш и линей-

ных размеров отверстия (см. табл. 4.45).

Практические аспекты повышения защитных свойств корпусов-экранов РЭС

к воздействию грозовых МЭМП. С точки зрения практических аспектов повы-

шеипя стойкости РЭС к грозовым воздействиям собственная эффективность

экранирования корпусаьш-экранами представляет меньший интерес. чех: утечки

Через отверстия. швы и соединения. Поэтому при конструировании корпусов-экра-

"ПВ РЭС наибольшее внииаиие удемиог именно уменъшеншо влияния электриче-

ских печдиородностен ю рпусов-экранов на ит защитные свойства. Чтобы достичь

В этой связи оптимальной защиты РЭС, необходимо прежде всего добиваться.

чтобы корпуса-экраны РЭС яшялнсь непроницаемыми: (гериетическиии) для

<Электроиагнитной жидкость.

На рис. 4.21 и в табл. 4.46 пришдятся наиболее распространенные методы

повышения эффективности защитных свойств реальных корпусов-экранов РЭС.

4.3. ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ГРОЗОЗАЩИТЫ

ЭЛЕМЕНТНОП БАЗЫ Н ЦЕПЕЙ РАДИО-

И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РЭС

Общие принципы построения схем грозозащиты РЭС. Зашита

элементной базы и цепей радио- и электротехнического оборудования РЭС от

грозовых воздействий предназначена для ограничения наводимых в этих цепях

напряжений и токов до безопасных по условиям сохранения работоспособности

РЭС уровней. В основноч защиты требуют цепи РЭС, содержащие полупро-

исдипковые приборы. как наиболее чувствительные и уязвимые к грозовым воз-

действиям элементы.

Отечественный и зарубежный опыт показывает. что требуемого уровня гро°

зозащиты РЭС нельзя достичь приченениен только одного из видов грозозащит-

ных элементов. таких. например. как разрядники, защитные диоды. стабилитро-

ны или фильтры.

Простейший способ защиты аитепио-

го ввода в приемник от влияния

электростатического заряда иа антен-

не и грозовых воздсг'яствии на прием-

иик по антенному тракту. Зазор ис-

крового разрядиика Р\’ устанавлива-

ется в пределах 0.3.. 0.7 мм

Защита входа приемника на основе

искрового разрядиика. быстродейст—

вуюшего плавкого предохранителя и

вентизшипго разрядника. Нскровой

разряшкик П"! обеспечивает защиту

от электростатического заряда иа аи

теиис. вептильный разрядник [4/2—

от косвенных влияний ГЭМП. бьют-

родсйствуюпшй плавких": предохрани-

тель РЦ—при прямых поражениях

молнией антенны

Схема защиты антенного тракта при.

шишка от влияния грозовых разря`

лов газоншптшнньшп разряшткамн

типа Р—460

Згииитз мода радипприеииика на

станции. в который включается пр0‹

вод от аитсины для приеиа длинных.

средних и коротких волн от атмо-

сферных перенапряжении разрядит

ними типа Р-ЗЗО и ПР-О.3. Разряш

ниии устанавливаются в помещении

станции в закрытой коробке по поз—

можиости вблизи ввода антенны

Схема запигпя ввода фндсра прием-

ной антсипьт с использованием хчЦЪ

ришииЛ1 схеьцл разрядннк——дроссель.

В схеме газонаполнвнньП1 разрядник

типа [1350 заипнпает вход приемни-

ка от прязпях н косвенных воздейст—

вий ькжпияй.Д1росс&яп отвохят элек-

тростатические зарЯЦЬ1 с антенньь

Чтобы дроссели не шунтировшт фи-

дер антеннъь сопротивление каниппт›

из них должно быть в 8...10 раз

(конные волнового сопротивления ачг

дсра во всем рибмт диапазоне час-

тот

Схема зашиты входного контура при-

емщица низковольтных-т разрядным-

мп типа Р-4

1

Двухступенчатая схема защиты вкол-

ных цепей приемника газонаполнен-

ным разрядником типа Р-ЗБО и высо-

кочастотными выпрямительпымп дн-

одахт, включснпшпк встречно. что

озволяет эффективно ограгшчивгъть

перенапряжения обеих полярностей

Схема огрданпченпя униполярных им-

пульсных помех по антенному вход?

приемника с похюшпо диода 1’02.

включенного параллельно высок-тм-

пому входному сопротивлению пер-

вого каскада Ъ'НЧ- Порог ограниче-

ппя определяется уровнем запираю-

щего напряжения и.„,„. устанавлпга-

оного 122. При превышении напряже-

нном помехи значения из“ диод ГО?

открывается и шунтируст вход УПЧ

Схема ограничения поиск с автома-

тической установкой порога ограни-

чения. Ограничение достигается на

уровне 1009, модулишш. Изменени-

ем соотношения сопротивления т и

Н? достигается понижение уровня

ограничения. С ослаблением воздей—

ствия поиск наиболее сильные по-

лезные сигналы также будут прини-

маться с искажением по амплитуде

Схема блокирования нмпшьспых по-

мех. обеспечивающая прекращение

работы приснится на время действия

помехи. если ее уровень превышает

мансщхапьпую ачплнтуду полезного

сигнала. Поьа суммарное напряже-

НПО ПОМОХН Н ПОЛСПКОГО СНГНЗЛЗ не

превышает “пап. устанавливаемого с

помощью Нб. диод 1'02 закрыт и на

сопротивлении: И? патештя напряже-

ния нет. При появлении более силь-

Ной импульсной почехп диод 1/0?

открывается и прото-‘пюпшй через не‹

то ток создает и К? падение напря—

жения. открывцющее транзистор УТ2‚

в результате чего шунтируется рабо-

чий транзистор ГП и возможность

прохождения сигнала помехи исклю°

чается

РЭС. включенные в однопровпдные

цепи воздушных линий связи. имею-

пшх пересечение с проводакш ЛЭП

220/3°0 В. згпцтцпются ппслохпанн-

тслямп н разрпдппкамн. Непосредст-

венно защиту от грозовых перс-на-

пряжонш“: обеспечнпгпот разрядники

ПР-“З п Р-ЗбО. При воздушном

вводе защиту осушестпляют по схе-

ме а. при кабсльшсм вводе—по схе-

‚—

348 О

Защита вощухиной кабельной линии

связи на вводе. Стальной трос. слу-

жащий для подвесы: кабеля на опо—

рак воздушной лннин. заземляется

по концам в местах ввода. а также

в промежуточных тон—ох. иа расстоя-

ним не более 250 м друг от друга

Аппаратура телефонных станций и

усилительных пунктов. работиюших

при дистаншюниом питании. в случае

наличия дополнительно к грозовым

опасного влияния ЛЭП в качестве

элементов зашиты содержит помимо

разрядников дроссели, помехоподнт

ляющие ьоидснспторн или фильтры

Зашита ввода симметричной двух-

проводной воздушной линии связи.

имеющей перс-сечение с ЛЭП

220380 В

Защита от “прямых поражений мол-

ниями воздушных линий связи (на

мопнисзашитиых тросов (а) и при

их излишии (б)‚ Помимо мощных

разрядников цепи з;.щиты содерж-‚т

изолирующие трансфориатопы ПТ.

исключающие попало-нив в зашишде.

мыс линии высоких остаточных пп-

тенииалов после срабатывания раз-

рчдников С тшошью даииьп схсч

зашиты достигается ограничение пс-

ренаиряжсиии ‚10 уровней в лесном-

ко сот вольт

Схема защиты от перенапряженнй

воздушных проводных линий связнс

почощью разрядников типа Р-350

н'ш Ро460. искровых разрядшяксв ти—

па ПР и плавких быстродействуо

щнх предохранителей

- и\_/ . . г)

САСМЫ защиты кабельных вводов в усилительные пункты при подключен”

к или коаксиального (а. б) и симметршщот (в. д) кабелей Первая ступень

ЗЭЩПТПОГО УСТРОЙСТВП. ПСПО.1Ь’1\_\'ЮШаЯ мо'цные РЗЗРЯДННКН ТНПа Р-3`!’ СНПЖЗ°

ст УРОВН" перенапряжсшт до значений в несколько сот вольт. Конденсаторы

п трансформаторы служат для электричесвой развязш усилительных пунк-

ТОВ ОТ внщпнпх цепей. их тип выбирают из расчета высоких пробнвпых на-

пряжшпй

Счохт гибридной 3

ствптельпой пппзр

ниш эффектов НсСПММЕ'ТРН'ПЮГО сра-

батывания промежутков г.=:3‹›'впго

разрялппка. Применяется для заши-

ты балансных вычодпых схем

пшнгы высокочув-

атуры с подавле-

„ы

Двухсп'пепчатая съема зашиты апп-

дпп в‹›;‹.1.\'ппп.пх н кабельных линий

связи. Первая. основная ступень за-

шиты содсрлшт вентильные разряд-

ники. вмючошщо в цепь первичной

обхштки изозшруюшего трансформа—

тора. Вторая ступень защиты собра-

на на основе высокочастотных дно-

дпв. Если степень ограничения пере-

напряжения"? недостаточна. включают

несколько подобных ячеек. Данная

схема запшты позволяет снижать

ургннп перс-напряжений до десятых

долей вольта

Схема защиты вводов линий связи высокой частоты. Для уменьшения емкост-

ных потерь, вносимых ограничительными диодами. последовательно с ниши

включаются малошкостшцо диоды с уча-том синфазпостн (а) и противофазно-

ст (6) „(щечных сигналов

Схемы защити вводов несимметрпч

пых (а) и симметричных (6) линии":

связи передачи даннич. сигнальных

информационных линий. линий посто-

янного и переменного тока пивной

ЧЗСТОТЫ "3 ОСНОВС ОГ'ШНПЧПТСЛЬНЦХ

дПОДОВ

Защита высоковольтных линий элек-

тропптпппч 6 (10) 2.8 с пптшып

вентильных рпзрпдпнддов РЕП-6

(РЕП-10) от апшсфсрных порока.

пряжсппй. Разрядники устянпвхшгю—

ются на опорах ЛЭП у пересечений

линий электропсрсачп. при подходе

К ПОДСТППЦПЯМ. РЗС'ТРСДСТПТЕЛЬНН“.

Цсрсключающш или к0°.х.\т\_\'тнруюшн.\1

устройствам. Тип разрягшпкоп опре-

лолястсп рабыни-Ш пгдгряжоппем пн-

т:—.юппой ЛЭП

Зашита кабельнпго ввота (вставки)

ист: этепропптаппя от атхюсферных

псрспшряжсшхй разряднпыаш: типа

РВП 6 или РВП10.Разрядникн \с-

тзпявлнвиются пешвпсичо от длины

кабельного ввоца ‘(псгавкщ в мес-

тах стыковки кабеля и линии

Защита линейных трансформаторов по трс-хточечной схеме. Основные эпопеи-

ш зашиты—пентпльньш разрядники типа РВП. искровой разрядник ПР и

зазсмлптсли низкого сопротивлении. Автоматических": выключатель АВМ-1 слу-

жит для защиты трансформатора от опасных токов перегрузки. Цепи низко-

гп напряжения защищены низковольтнымп вштнльиымп рицтлннкачп типа

РВНШ

шипы сн.'шв‹.›й ЦЫШ напряжением ‘2‘20/380 В от влияния грозовых

а) и двух (6) питающих фидерах с помощью

рвноь (рвпъпп)

Схемы з

перенапряжении”: при одном

вентильных разрядников типа

М

Схемы защиты трехфазной сети с глухозаземлепной (и) н изозшрсвпнпог'! (б)

нейтралью на основе нелинейных ограничителей напряжения типа ОПП

Силовой трансформатор с защипй

от влияния помех. проникающих по

сети. Между первичной и остальных":

обмотками иоменпют либо экран на

тонкой фольги. который не должен

образовывать замкнутого витка. либо

экранирующую обмотку в один слой

провода диаметром 0.15.. 0.2 хна.

которые обязательно заземляют

Типовшй защитный блок с двумя ре-

акторами для силопых' цепей

”0/220 В переменшто тока Такие

блоки не оказывают влияния на пе-

реченный ток 50 Гц. но эффективно

«гасят» быстронараспюшие ннпхгть-

си перенапряжения. Индуктивность

реакторов выбирают в пределах

0.5 1 мГн

Типовая схема защитного блока (се-

тевого фильтра) для умеиыисиия

помех. проникающих по сети злок-

ТРОГПТЗННЯ ПРОМЫШЛЕ’ПНОЙ ЧОСТНТН

Выбирают индуктивность реакторов

в пределах 0.5 ...1 мГн. емкость кон-

денсаторов — 0.1 2 мкФ.

Низкочастотный проходной фильтр

силовой испн электропитания с по-

лосой пропускания. превышающей

|0 кГц Выбирают индуктивность в

пределах 0.5...1 мГн. емкость—

|...2 чьФ

Однофазный сетевой фильтр с ре-

жсыторпычп дросселям". обеспечи-

вающий сслаблсппс не менее 40 дБ

в диапазоне частот 100 кГц...

„100 МГЦ. С1г0,6 мкФ. С2=

=0‚ОО25 мкФ, 1.=| мГп. К=1 МОМ

Простейшая схема стабилизации на

пряження питания постоянного тока

на основе кремниевого стабилитро-

на. При выборе его типа необжит-

мо учитывать номинальное напряже-

ние питания, минимальный и манси-

мальный импульсный ток стабилит-

рона. Ограничительное сопротивление

выбирают в пределах 0,1 10 Ом

Схема зашиты олиофазиего полупро-

водникового выпрячителя с включе-

ниеч варистора типа СН 2 или вы-

рнвнивателя на входе выпрямителя.

Дополнительную защиту потребите—

лей обеспечивает Г-обрадшын фильтр

со значениями параметров входящих

в него эленеитов: Ь=80 “Гц. С—=

=50 МЫФ

Схемы зашиты попшронодниющых

преобРазователей напряжения но вы

ходу с помощью неитнльных разряд-

ниюэв типа РВПШ-250‚ выравнива-

телей хвои-220 или варисторов типа

СП 2 В кичестве пополнигспынгп

элемента зашиты выючпется дрос-

сель с |!я|д\_\кпшностью порядка

80 мГн, который помимо защитник

функций позволяет избежать шунти-

рования выпрямительных": диодами

основний н дополнитслыиъй ступени

защиты при появлении на проводе

| волны перенапряжения положи.

тельной попарностн

ц\_

./

/ Схема защиты по входу трехфаз-

ной пшищювоцниковой випряшг

тельной Цепи при включении вы-

равнивателей или варистпрыв па-

ра..чельио защнщаеному эчеиен-

[к ту (диоду)

Защитные блоки ЗБ-| (один дрос-

сель) н 35-2 (два дросселя) приис-

няются для ограничения попсрсчных

перенапряжении в электричсскнх не.

пях постоянного тока вторичных ис-

точников питания 9... 24 В полупри-

воштковых приборов. Нндупнвиос'гь

дроссс.'пен ичсет значение 55 мГн.

емкость конденсаторов 50 мкФ. В

неьоторых случаях параллельно кин-

денснторам Включают два Соетинсн-

ных встречнопараллельно стабили-

трона. оксицио-нннковне варисторы

или выравниватели с классификаци-

онным напряжением. соотвтствую-

шнм номннмьпому напряжению элек-

трической пени. Виссто дросселей

МОЖНО ПСПОЛЬ'ИЪВПТЬ реакторы С "П"

луктннностыо |б 36 мГи

Схема защиты малогабаритных реле

с выпрямителямн в силовых цепях

переменного тока напряжением

220 В. В схеме использованы дне

ступени защити. Первая (основная)

содержит низковольтные вентильные

разрядники тина РВПШ—250 н слу-

жит для ограничения продольных пе-

ренапряжении (провод—земли) Вю-

рая (дополнителышя) содержит ок-

сндно-иннковыЕ'г вырнвннватсль

ВОН-220. основнос- назначение кото-

РОГО—ОГРППНЧНВНТЬ ПОПСРСЧНЫС "С“

ренапряження (провед—провод) до

момента пробоя разрядников или

вследствие их неравномерные сраба-

тывання

Схема двусторонней зашиты реле на

керамичесмях выривпнватслях тнпи

ВК-Ш, включенных параллельно иер-

внчнон и втричной обмоткам изоли-

рующего трансформатора и исклю-

чающих вульсанию напряжения в

цепи

Схема зашиты реле посредством

включения варисторов тина СН! пя-

рнляельно каждому из выпрямитель-

ных диодов

Охемн зашиты приборов, обладаю

щих ннзкон электрической прочно-

стью на основе двух-(и) н трехсту-

пснчатой (6) схем защиты. В каче-

стве третьей (дополнительной) сту.

пени применяют кремниевые стаби-

литроны. шунтируемые конденсато-

рами

Схема защиты контрольно-измерит.

тельны‹ приборов от кратковремен-

ного воздеиствня импульсов высоко-

го напряжения с помощью разряд—

ннка типа 4378-0. Аналогично заши—

{даются электромагнитные реле

УСИЗИТЫЫПЫХ ПУНКТОВ

Схемы зашиты НЧ усилителей. Как

правило. их ставят после ступеней

грубой зещиты. они обеспечивают

снижение амплитуд перенапряжении“:

до единиц и десятков вольт. При

включении встреитис-последовательно

кремниевых стибииитронов (и) паде-

ние напряжения на нвп ровно на-

пряжению стабилизации При истреп-

иоеиараллсльном включении згииит-

ньзх диолов (б) обрдпуется двухпо—

ляриый Защитный блок. использую.

шин их прямую проводимость. При-

меняют также схему защиты с одним

диодом (а) при подаче на него от-

рннителыптго смешения. ривнгио по-

ловине обратного напряжения про-

боя

Схема згиниты вкодов ВЧ усшнте

лей с днапэзоном рабочих чпстот до

20 МГц. собранная ио мостовой сте-

ме защиты с пятью высокочастотны-

ми диодами тнпп Д233. имеющих

Собгты-нш'ю емкость менее 15 иФ н

выдсржныющис большие импульс-

ные токи перегрузки

Типовая гибридная ячейка для огра-

ничения импульсных высоковольтных

сигналов. Газонаполненный разряд-

ник ограничивает амплитуду сигна-

ла. Дроссель индуктивностью ЗмкГи

сглаживает пик остающиеся перс-

нппряжения. Варистор дополнитель-

но к дросселю гасит выброс напря-

женин

Многостьпснчатпя гнбриднгт схема

зашиты полупроводниковых прибо-

ров НЧ усилителей. Первая ступень

представлена Малогабаритиыч газо-

наполненным разрядником типа Р-4.

включенным в нет. вторичной обмот-

ки .1нны’хного трансфорнатопа. Вти-

рая ступень защиты состоит из огра-

ничительного фильтра Ф и дам

встречно-параллельно включенных

кремниевых стабилитроны. Первая

СТУПСНЬ ЗЗЩНТЫ ОГРЭННЧПВЦСТ ПЗНРТГ

женне паводки До 100... 120 В. вто-

рая до напряжения срабатывания

кремниевых стабилитроиов в прячг м

направлении (0.5 0.8 В)

\_. Ё

В схеие защиты успзштсля по выходу (б) для уменьшения нгящттсшт

коллектор—эх:пттер параллельно вторичной обмотке выходного трансфырхгз-

тора включены встречнопоследовательно кремниевые стабилитроны типа

ДЗНА. на которые с помощью делителя напряжения 1?!. К? подано отрицал-

тельное смешение, что позволит уменьшить барьерную емкость стабилитрсчшв

и снизить их нсблагопрпятпос влияние на работу усилителя. обеспечив защи-

ту на уровне 7...9 В

Счета ограппчшшя обратного напря-

жения Цепи эмиттер—база 01 по-

скольынх сотен вольт до 0.5 .0.8 В.

Ток через диод РТ)! устапнвцшвжт-

ся в пределах 3 4 м..'-\ подборьм со-

протнвленнй К! и [22 (Н? должно

быть не более 300 500 Ом)

Схема защиты входа транзистора

вис‹жоч:=.ст‹›тншя кремниевым лио-

дом. работающим в прямом направ-

лении. Диод открывается в тот по-

мент, когда ток. связанный с перепа-

пряжеппем. протекает в одним на—

правлении с эчпттсрным током. и

Падение напряжения В прямом "а-

правлении на этом диоде становится

более 0.7...|.0 В. которое „янтаре-

мсппо и являлся уровнем ограниче-

пня

он, "

Схемы защиты по.1\_\'проводниковых приборов ВЧ усилителей с комбинпговин—

ниц включением ьремнисвого стабилитрона и высокочастотных диодов. Схе—

ма (а) позволит значительно уменьшить барьерную емкость стабилитрона и

одинаково ограничить до уровня 1... ‘2 В 060 полуволиы опасного напряже-

ния. для ЗАЩИТЫ трапшсторсв. у которых допустичос напряжение испи

эмиттер—база не должно превышать 1 2 В, диод ГО! необходимо включать

между базои и общим корпусом (б)

Схемы защиты траншсторов от пере-

гру'шк по тону с помшпью 1.С-ш:|юч—

км (а) п шунтирующего диода (б)

Схехш зашиты тра||3нс10р‹›8 со сто-

роны выхода включением стабнтъ

трона и диода в кпллскторщ‘ю цепь

Транзистора. Выбор типа кремниево-

го стибпжтрппа определятся пре—

дельно допустимым напряжением ие-

пп коллектор—Лаза защищаемого

Тршзпстора Высокочастотный диод

вмкщаотся в коллекторную попь (а)

для уменьшения влияния элк‘шщтов

защиты на работу усилителя. Если

стабилитрон включается между со-

противлеппеч нагрузки и сопротив-

лением развячымюшего фильт-

ра (6). то высокочастотный шиш не

нужш

г

Схечы защиты ограншштельшлмп

днсдамп выхолпнх цепей транзисто-

ров с индуктивной нагрузкой

С\е.\ш защити интегральных микро-

схем от дестабилизирующего влип-

пня переходных процессов и эчемро-

статхтескнх разрядов на основе огра-

ничительных диодов

Разрядники. содержащие нскровые промежутки. имеют время срабатывания

порядка нескольких микросекунд. в то время как быстродействие транзисторов

н полупроводниковых диодов измеряется наносекундамн. Кроме того. разрядни-

ки. снижая амплитуду наведенных напряжении. создают пики перенапряжении,

ц пасных для функционирования транзисторов.

Защитные полупроводниковые приборы могут быть Использованы только

для ограничения относительно малых перенапряжении. которые не превышают их

эксплуатационных характеристик. и зачастую сами эти приборы трсбуют пред-

варительной защиты.

Применение защитных фильтров при высоких уровнях перенапряжении

ограничено электрической прочностью как самих фильтров. так и входящих в

них элементов.

Надежный способ защиты полупроводниковых приборов и со1ержащих их

ценен РЭС от грозовых воздействий достигается применением защитных уст-

райств, выполненных по ступенчатому (каскадиому) принципу. с двумя или бо-

лее ступенями ограничения перенапряжении, При этом разрядники. объеди-

ненные совместно с защитными полупроводниковыми приборами и фильтрами в

единую функциональную систему. образуют гибридные схемы зашиты.

В этих схемах. как правило. первый (мощный) каскад защиты содержит

нскровые разряцникн. которые ограничивают высокие перенапряжения по уров-

ней в несколько сот вольт Второй и последующие каскады защиты призваны

ограничивать остаточные перенапряжения до нескольких десятков или единиц

вольт. а при необходимости и до нескольких долей вольта. Эти каскады защиты

содержат. главным образом, стабилитроны. ограничительные диоды. выравнива-

тели, варисторы. а также малогабаритные газонаполненные разрялиикн с низким

пробивным напряжением, объединенные совместно с защитными блоками, дросо

сенями, конденсаторами или защитными фильтрами.

Типовые схемы грозозащиты РЭС. Основные принципы грозозащиты РЭС

разработаны и утверждены к применению рядом государственных стандартов

(ГОСТ 5238—81. ГОСТ 14857—76. ГОСТ 26797—85. ГОСТ 27049—86 и др).

содержащих большую номенклатуру типовых схем защиты входных и выход-

ных цепей РЭС. Пошшо этого на основе опыта эксплуатанин РЭС в неблаго-

приятной поыеховоп ЭМО разработано н успешно применяется на практике

большое число схем защиты полупроводниковых приборов, цепей радио- и элек-

тротекнн‘юсього оборудования РЭС (табт. 4.47).