

16 Технические указания

Technical Guidelines

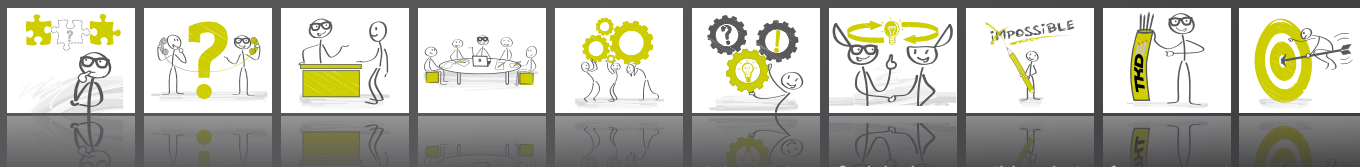


Стр. Глава
16.002 Технические указания

Page Definition
16.048 Technical Guidelines

Индивидуальные кабельные решения

Individual Cable Solutions



Наша цель – всегда находить наилучшее решение для вас, независимо от того, насколько сложными или уникальными могут быть ваши требования.

В дополнение к нашей стандартной продукции, мы также активно развиваем вместе с вами продукцию и системные решения для ваших потребностей, которые обязательно убедят вас в функциональности, качестве и эффективности.

Мы с удовольствием проконсультируем Вас и поможем Вам в решении технических вопросов, связанных с применением, со свойствами продукта или при выборе материалов. Для этого к вашим услугам наши сотрудники отдела продаж и технические специалисты.

Создайте себе доступ уже на этапе разработки к нашему ноу-хау в кабельных технологиях и получайте выгоду с самого начала.

It is our aim to find the best possible solution for your requirements however complex or unique those requirements might be.

In addition to our standard product range we actively develop product and system solutions with our customers to meet their specific needs. Our tailor-made solutions convince through operational excellence, quality and economic efficiency.

We gladly provide personal in-house and/or on-site advice. TKD sales representatives and technical engineers are available to answer your technical queries regarding application, product characteristics and choice of materials.

Our customers can benefit from our cable technology know-how straight from the beginning of the products' development stage.



Плюсы формата EPLAN®:

Весь ассортимент TKD также доступен в формате EPLAN®. С помощью „Drag & Drop“ Вы можете перенести требуемые артикулы прямо в чертёж или схему.
www.tkd-kabel.de/eplan

Advantage EPLAN®:

The entire TKD assortment is also available in the EPLAN® format. This allows you to insert the relevant cables into your constructional drawing and wiring diagrams by using the "Drag & Drop" function.
www.tkd-kabel.de/eplan

Содержание	Страница	Contents Technical Guidelines	Page
Аббревиатура для кабелей	16.002	Codes	16.048
Маркировка жил.....	16.010	Core marking	16.057
Структура жил.....	16.018	Stranded conductor structure	16.064
Провода и многопроволочные проводники.....	16.019	Wires and stranded conductor.....	16.065
Сопротивление проводов.....	16.022	Conductor resistance data	16.068
Токовая нагрузка	16.023	Current-carrying capacity	16.069
Свойства материалов, оболочек и изоляции	16.027	Properties of insulating and sheath material	16.073
Химическая стойкость	16.029	Chemical resistance.....	16.075
Радиус изгиба	16.031	Bending radii.....	16.077
Основные формулы для электротехники	16.032	Basic electrical-engineering formulas	16.078
Определение пожарной нагрузки	16.034	Determination of fire load.....	16.080
Англо-американские размеры.....	16.035	British and US dimensions	16.081
Расчет на базе меди.....	16.037	Copper calculation.....	16.083
КТГ-кабельные барабаны: размеры, вес, ёмкость.....	16.038	KTG Cable Drums, dimensions, capacities	16.084
Зарегистрированные товарные знаки.....	16.040	Registered trademarks	16.086
Кабельная маркировка	16.041	Printed cable markings	16.087
Рекомендации по установке кабелей в кабельных цепях	16.042	Recommendations for installation of cables in drag-chain applications	16.088
Рекомендации по монтажу барабанных и подвесных кабелей.....	16.044	Assembly details for reeling and trailing cables	16.090
Таблица выбора кабеля для подъемно-конвейерных систем.....	16.046	Assembly details for cables on mobile support tough rubber cables.....	16.092
Условия поставки и оплаты	16.047	Terms of Delivery, Service and Payment.....	16.093

Аббревиатура для кабелей

Кабели и провода

A-	внешний кабель	2G	изоляция или оболочка из сил. каучука (SiR)
A	признанный национальный тип	3G	изоляция или оболочка из этиленпропилена (EPR)
AB	внешний кабель с грозозащитой	4G	изоляция или оболочка из этиленвинилацетата (EVA)
AD	внешний кабель с дифференциальной защитой	5G	изоляция или оболочка из хлоропрена-каучука (CR)
AJ	внешний кабель с защитой индукции	6G	изоляция или оболочка из хлорсульфанированного полиэтилена (CSM), Hypalon®
ASLH	самонесущий воздушный телекоммукационный кабель связи для проводов высокого напряжения	7G	изоляция или оболочка из флуорэластомера, Vitonu® FKM
B	бронирование или армирование	8G	изоляция или оболочка из нитрилкаучука (NBR)
B	оплетка из текстиля	9G	каучук Pe-C (CM)
b	бронирование или армирование	53G	CM, хлорированный полиэтилен
(1B..)	один слой стальной ленты толщина стальной ленты в мм	H	изоляция или оболочка из материалов, не содержащих галогенов
(2B..)	два слоя стальной ленты толщина стальной ленты в мм	H	гармонизированное постановление
BD	скрутка пучками	(H..)	наивысшее значение рабочей емкости (nF/km)
BLK	голый медный провод без изоляции	(HS)	слой из полупроводникового материала
BZ	проводник из бронзы	HX	полимерное соединение, не содержащее галогенов.
C	экран из медной оплётки	IMF	отдельные элементы скрутки (жилы или пары) в металлической фольге и со вспомогательным проводником.
C	защитное покрытие из джута и компаунда	IMF	несколько элементов скрутки в мет. фольге и со вспомогательным прпроводником.
CW	внешний концентрический проводник в виде медной оплетки	J	кабель с зелено-желтой защитной жилой
Cu	медная проволока	JZ	кабель с зелено-желтой защитной жилой и с цифровой маркировкой жил
(-Cu)	общее сечение экрана из медных проволок (мм2)	K	спаянная медная лента
D	экран из медной проволоки	(K)	медная лента, уложенная внахлест вдоль и поверх внутренней оболочки кабеля (экран из медной ленты)
(D)	экран из медной проволоки	LA	Мишурный проводник (состоит из одной или нескольких тонких медных металлических лент, наложенных по спирали и поддерживаемых текстильной нитью)
DM	четвёрка по Дизельхорст - Мартину	LD	Алюминиевая гофрированная оболочка
E	медная проволока	Lg	послойный повив жил
E(e)	защитное покрытие из компаунда со встроенной пластиковой лентой.	Li	многопроводочный кабель
e	однопроводочный	(L)Y	многослойная оболочка из алюминиевой ленты и ПВХ
F	гидрофобное заполнение	(L)2Y	многослойная оболочка из алюминиевой ленты и полиэтилена
F	оплетка из фольги	2L	двойная изоляция провода
F	плоский кабель	M	провод с защитной оболочкой
F	четверка звездной скрутки для ж/д кабеля	M	свинцовая оболочка
F	четверка звездной скрутки для фантомных цепей	Mz	свинцовая оболочка с добавлением твердости
(F..)	арматура из плоского кабеля... толщина в мм	(mS)	магнитный экран
OF	заполнение с содержанием твердых веществ (частичек).	N	нормы VDE, национальные нормы
ff	сверхтонкопроводочный	(N)	согласно VDE
G	изоляция или оболочка из резины (NR) или (SBR)	NC	не выделяет коррозионных газов при горении
G	Шахтный кабель	NF	натуральный цвет
GJ	Шахтный кабель с индукционной защитой		
GS	оплетка из стекловолокна		

Аббревиатура для кабелей

Кабели и провода

-O	кабель без зелено-желтой защитной жилы	X	сшитый поливинилхлорид (X-PVC) или др.матер
-OZ	кабель с зелено-желтой защитной жилой и с цифровой маркировкой жил	XPE	сшитый полиэтилен (X-PE)
ö	устойчивый к маслу	2X	сшитый полиэтилен
Q	оплетка из стальной проволоки	7X	сшитый этилен- тетрафторэтилен (X-ETFE)
(R..)	круглый провод, диаметр в мм	10X	сшитый поливинилиденфторид (X-PVDF)
RAGL	компенсационные провода для термоэлементов	Y	ПВХ, поливинилхлорид
RD	для соединения по технологии MAXI-TERMI-POINT	Yu	ПВХ, негорючий, не распр. горение
RE	кабель для вычислительной техники	Yv	ПВХ, с усиленной оболочкой
RG	коаксиальный кабель согласно спецификации MIL	YV	соед. провод с медным луженым проводником
re	круглый, однопроволочный	Yw	ПВХ, теплоустойчивый до 90°C
rm	круглый, многопроволочный	2Y	полиэтилен (PE)
RS-	монтажный кабель вычислительной машины	2Yv	полиэтилен , усиленная оболочка
S	шелковая оплетка	02Y	Вспененный полиэтилен, пенополиэтилен
S	сигнальный кабель	02YS	полиэтилен одним сплошным слоем, пористо-пленочный.
(S..)	рабочая емкость, номинальное значение в (нФ/км)	2YHO	изоляция из полиэтилена с пустотами
-S	Сигнальный кабель для железных дорог	3Y	изоляция из полистирола (PS), стирофлекс®
S-	Монтажный кабель	4Y	изоляция и оболочка из полиамида (PA)
SL	Соединительный провод	5Y	изоляция и оболочка из тефлона (PTFE)
2S	Шелковая оплетка из двух слоев	5YX	перфлуоралкисин у (PFA)
St	четверка звездной скрутки для фантомных цепей	6Y	перфлуорэтилен- пропилен- (FEP)
St I	четверка звездной скрутки (магистральный кабель) в телефонном кабеле для больших расстояний	7Y	изоляция или оболочка из тефлона (ETFE)
St III	четверка звездной скрутки в локальном кабеле	8Y	изоляция чехол из полиамида (PI), каптон®
(St)	статический экран	9Y	полипропилен (PP)
Staku	сталемедь	10Y	поливинилидефлуорид PVDF
Staku-Li	гибкий электрический провод из стали-меди	11Y	полиуретан (PUR)
..t	термитная защита	12Y	TPE-E, TPE термопластиковый
T	несущий элемент для подвесных кабелей	13Y	TPE-EE, TPE на базе полиэстер-эластомера
T	установочный кабель	31Y	TPE-S, TPE на базе полистерола
TF	несущая частота – пара или четверка	41Y	TPE-A, TPE на базе полиолефина
TIC	три скрученных провода в оплетке из медной проволоки	51Y	PFA, перфлуор-алкоксилалкан
TIMF	три скрученных провода в металлической фольге	71Y	ECTFE, монохлортриуфлуорэтилен
U	Плетение из текстильных нитей	91Y	TPE-O, TPE на базе полиолефина
VGD	позолоченный	Z	жилы с цифровой маркировкой
VN	никелированный	Z	двужильный провод
VS	посеребренный	(Z)	элементы для снятия напряжения
VZK	оцинкованный	(ZG)	элементы для снятия напряжение из стекловолокна
VZN	луженный	(ZN)	элементы для снятия напряжение из неметаллических элементов
W	кабель с гофрированной стальной бронёй		
W	повышенная теплостойкость		
W	Гофрированная оболочка		

Аббревиатура (сокращения)

Телекоммуникационные кабели, соединительные кабели и провода

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

1. Основные виды кабелей и типы с доп. информацией	
A	Кабель для наружного применения
AB	Внешний кабель с молниезащитой.
AD	Внешний кабель с дифференциальной защитой
AJ	Внешний кабель с индукционной защитой
G	Кабель для шахт, рудников.
I	Установочный кабель
IE	Установочный кабель для промышленной электроники.
IE-H	См. описание IE. безгалогенный
S	Монтажный кабель
T	Распределительный кабель
YV/Li	Установочный кабель/многопроволочный

2. Изоляция	
Y	ПВХ
2Y	Полиэтилен
3Y	Полистерол
5Y	PTFE
6Y	FEP
7Y	ETFE
02Y	вспененный полиэтилен
02YS	Однослойный вспененный полиэтилен
P	бумага

3. Экран	
C	Экран из медной оплетки
D	Экран из медной проволоки
F	Гидрофобное заполнение
(K)	Экран из медных лент
(L)	Алюминиевая лента
(ms)	Экран из стальных лент
(St)	Электростатический экран из металлической фольги
(Z)	Экран из стальной оплетки

4. Защитное покрытие (армирование)	
L	Алюминиевая броня
(L)2Y	Полиэтиленовое покрытие алюминиевой многослойной брони
LD	гофрированная алюминиевая оболочка
M	Свинцовая оболочка
Mz	Свинцовая оболочка с добавками твердости
W	Гофрированная стальная лента

5. Оболочка	
Y	ПВХ-оболочка
Yv	ПВХ-оболочка усиленная
Yw	ПВХ-оболочка повышенной теплостойкости
Yu	ПВХ-не распространяет горение
2Y	Полиэтиленовая оболочка
2Yv	Полиэтиленовая оболочка усиленная
E	Защитный покров из компаунда со встроенной пллентой
C	Джутовое покрытие поверх компаунда

6. Тип скрутки	
..x1x	Одиночная жила
..x2x	Пара и т. д.

7. Диаметр проводника в мм

8. Скрутка и исполнение	
F	Звездная четверочная скрутка для жд кабелей
S	Сигнальный кабель для железных дорог
StO	Звездная скрутка основная
St	Четверка звёздной скрутки с использованием фантомных цепей на большие расстояния
St I	Четверка звёздной скрутки без фантомных цепей
St II	как St III, но с более выс. пропускной способностью связи
St III	четвёрка звёздной скрутки для местных кабелей связи
St IV	четвёрка звёздной скрутки для диапазона передачи при f = 120 kHz
St V	четвёрка звёздной скрутки для диапазона передачи при f = 550 kHz
St VI	четвёрка звёздной скрутки для диапазона передачи при f = 17 MHz
DM	четвёрка по Дизельхорст - Мартину
TF	четвёрка звёздной скрутки для несущей частоты
P	Витая пара
PiMF	пара в металлической фольге
ViMF	Четверка в металлической фольге
BdiMF	Пучок в металлической фольге
Kx	Коаксиальная пара

9. Вид скрутки	
Lg	Послойный повив
Bd	скрутка пучков

10. Армирование	
A	уровень алюминиевого провода для индуктивной защиты
b	Армирование
B	Армирование стальной лентой для индукционной защиты
1B	1 слой стальной лентой толщиной 0,3 мм
2B	2 слоя стальной лентой толщиной 0,5 мм
D	Местонахождение медного провода
(T)	для индуктивной защиты (Повторное использование) несущий трос из стальной проволоки в воздушном кабеле

Аббревиатура (сокращения)

Контрольные кабели

1

2

3

4

5

6

7

x

8

1. Основные типы

N	VDE нормы
(N) oder X	в соответствии с VDE

2. Изоляция

Y	Термопластичный полимер
X	Сшитый термопластичный полимер
G	Эластомер
NX	Безгалогенные материалы

3. Обозначение кабеля

A	одножильный кабель
D	однопроволочная жила
AF	одножильный кабель с многопроволочн. проводниками
F	арматурный провод
L	провод для люминесцентного освещения
LH	соединительный кабель для легких механических нагрузок
MH	соединительный кабель для средних механических нагрузок
SH	соединительный кабель для тяжелых механических нагрузок
SSH	соединительный кабель для специальных механических нагрузок
SL	контрольный кабель / сварочный кабель
S	кабель управления
LS	легкий кабель управления
FL	плоский кабель
Si	силиконовый кабель
Z	двужильный кабель
GL	стекловолокно
Li	многопроволочный проводник в соотв. VDE 0812
LiF	многопроволочный проводник в соотв. VDE 0812 особо гибкий

4. Особенности

T	несущий элемент (сердечник)
Ö	повышенная маслостойкость
U	не распространяет горение
w	теплостойкий(термостойкий), стойкий к атмосферным явлениям
FE	сохраняет работоспособность изоляции в течение определенного времени
C	экран в виде оплетки
D	экран в виде спиральной медной проволоки
S	оплетка из стальной проволоки для механической защиты

5. Оболочка

Как материалы изоляции в п. 2

P/PUR	Полиуретан
-------	------------

6. Жила заземления

-O	без жилы заземления
-J	с жилой заземления

7. Количество жил

... Количество жил

8. Сечение жил

Даны в мм²

Аббревиатура (сокращения)

Кабели высокого напряжения по DIN VDE 0271/0276

Маркировка конструкции

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Обозначение											
N	DIN VDE нормы										
(N)	согласно норм DIN VDE										
2. Тип проводника											
A	Алюминиевый										
-	Медный										
3. Материал изоляции											
Y	ПВХ										
2X	сшитый полиэтилен (VPE)										
4. Концентрический проводник, экран											
C	Cu- концентр. проводник с продольным закручиванием										
CW	Cu-концентрический проводник, гофрированный										
CE	Cu-концентрический проводник индивидуально по жиле										
S	Cu-экран										
SE	Cu-экран индивидуально по жиле в многожильных кабелях										
H	Полупроводящий слой по жиле и по изоляции										
(F)	Продольная герметизация водоблокирующими лентами										
5. Армирование											
B	Армирование стальной лентой										
F	Оцинкованная плоская проволока										
G	Спираль из гальванизированной стальной ленты										
R	гальванизированная круглая проволока										
6. Оболочка											
A	Защитное покрытие, состоящее из волок. материалов										
K	Свинцовая оболочка										
KL	Алюминиевая оболочка										
Y	ПВХ										
2Y	PE- полиэтилен										
7. Заземляющий проводник											
I	наличие жилы заземления										
O	отсутствие жилы заземления										
8. Количество жил											
9. Сечение проводника в мм²											
10. Тип проводника											
г...	круглый проводник										
с...	секторный проводник										
о...	овальный проводник										
..е...	монолитный проводник										
...m	многопроволочный проводник										
..h	полый проводник										
/V	уплотненный проводник										
11. Номинальное напряжение											
0,6/1 kВ											
3,6/6 kВ											
6,0/10 kВ											
12/20 kВ											
18/30 kВ											

Аббревиатура (сокращения)

Гармонизированные кабели согл. DIN VDE 0281/DIN VDE 0282/DIN VDE 0292

Маркировка конструкции

1 2 3 4 5 6 - 7 8 9 10

1. Характеристика обозначения

A	Национальный тип
H	По гармонизированным нормам

2. Номинальное напряжение U

01	100 В
03	300/300 В
05	300/500 В
07	450/750 В

3. Изоляция

B	(EPR) этиленпропиленовая резина
G	(EVA) сополимер этиленвинилацетата
N2	(CR) хлоропреновая резина для сварочных кабелей
R	(NR, и / или SR) резина т.е. натуральный и / или синтетический каучук
S	Силиконовая резина (SiR)
V	Поливинилхлорид (ПВХ)
V2	ПВХ пластикат, +90 °С
V3	ПВХ-пластикат морозостойкий
V4	Сшитый поливинилхлорид
Z	Сшитая композиция на основе полиолефина (отсутствие коррозионных газов, низкая плотность дыма при горении)
Z1	Полимер не сшитый, безгалогенный
E	Полиэтилен

4. Структурные элементы

C	Экран
Q4	Дополнительное полиамидное покрытие проводника
T	Дополн. текстильная оплетка поверх скрученных жил
T6	Дополнительная текстильная оплетка для отдельной жилы

5. Материал оболочки

B	(EPR) этиленпропиленовая резина
J	Оплетка из стекловолокна
N	(CR) Хлоропреновая резина
N2	(CR) Хлоропреновая резина для сварочных кабелей
N4	(CR) Термостойкая хлоропреновая резина
Q	(PUR) Полиуретан
R	(NR и/о. SR) резина т.е. натуральный и / или синтетический каучук
T	Текстильная оплетка
T2	Текстильная оплетка с огнестойким компаундом
V	ПВХ
V2	ПВХ теплостойкий +90°С
V3	ПВХ морозостойкий
V4	Сшитый поливинилхлорид
V5	ПВХ повышенной маслостойкости

6. Конструктивные особенности

D3	элементы уменьшения деформации (несущий элемент)
D5	наличие элемента деформации (не несущий элемент)
FM	телекоммуникац. жилы в кабелях высокого напряжения
H	плоский кабель с разделительным основанием (Двужильный провод)
H2	плоский кабель без разделительного основания (двужильный провод с защитной оболочкой)
H6	плоский кабель без разделительн. основания для лифтов
H7	двухслойная изолирующая оболочка
H8	спиральный кабель

7. Конструкция проводника

D	многопроволочный кабель для сварочных работ
E	особо гибкий кабель для сварочных работ
F	тонкопроволочный гибкий проводник для подвижного применения
H	особо гибкий проводник
K	гибкий многопроволочный проводник для стационарной прокладки.
R	многопроволочный круглый класс 2
U	монолитный круглый класс 1
Y	мишурный проводник DIN 47104

8. Количество жил

9. Защитный проводник

G	с жилой заземления
X	без жилы заземления

10. Сечение проводника в мм²

Примеры:

H07V-U 2,5 гармонизированный черный (по DIN VDE 0281) ПВХ одножильный кабель сечением 2,5 мм² монолитный проводник, номинальное напряжение 750 В

H07RN-F 3G 1,5 (согл. DIN VDE 0282)

Гармонизированный резиновый кабель для средних требований сечением 1,5 мм² многопроволочный, с жел.-зел. жилой, номинальным напряжением 750 В

Аббревиатура (сокращения)

Гармонизированные кабели согласно DIN 0292 и HD 361 S2/S3

Эта система была разработана в CENELEC как аббревиатура для гармонизированных силовых кабелей и изолированных проводов питания и определяется в соответствии с документом HD 361 S2 и 361 S3

Тип стандартов	
обозначение	описание
H	кабели по гармонизированным нормам
A	национальный тип

Материал проводника	
Без обозначения	Медный
-A	Алюминиевый
-Z	Из специального материала и / или специальной формы

Конструкция и форма проводника	
-D	многопроволочный кабель для сварочных работ
-E	особо гибкий кабель для сварочных работ
-F	Многопроволочный гибкий кабель в соотв. с DIN VDE 0295, класс 5
-H	Многопроволочный особо гибкий проводник в соотв. с DIN VDE 0295, класс 6
-K	Многожильный для фиксированного монтажа (если не указано иное, в соотв. с DIN VDE 0295, класс5)
-M	многопроволочный сегментный
-R	Многопроволочный круглого сечение
-S	Многопроволочный секторного сечение
-U	Круглый монолитный
-W	Однопроволочный секторный
-Y	Мишурный
-Z	Из специального материала и / или специальной формы

Обозначение	Число жил и номинальное сечение проводников
обозначение	описание
X	Знак для кабелей без желтой жилы
G	Знак для кабелей с желтой жилой
Y	Мишурное сечение номинальное не фиксированное

Материал изоляции и оболочек	
B	этиленпропиленовая резина для t +90° C
B2	этиленпропиленовая резина, труднорегулируемая
B3	бутилкаучук (изобутилен изопренового каучука)
E	полиэтилен
E2	полиэтилен высокой плотности
E4	политетрафторэтилен
E5	фторированный (этилен-пропилен) сополимер
E6	сополимеры сополимера этилена и тетрафторэтилена
E7	полипропилен

Материал	
G	Этиленвинилацетат
J	Оплетка из стекловолокон
J2	Покрытие из стекловолокон
M	Минеральная изоляция
N	Хлоропропиленовая резина (или эквивалентный материал)
N2	Специальная смесь из хлоропропиленового каучука
N4	Хлорсульфированный или хлорированный полиэтилен.
N5	Нитрил-бутадиен-каучук
N6	Фтористый каучук
N7	Смесь ПВХ и нитрил-бутадиен-каучука
N8	Специальный полихлоропропиленовая резиновая смесь, водостойкая
P	Компаунд бумажной пропитанной изоляции для многожильных кабелей
Q	Полиуретан
Q2	Полиэтилентерефталат
Q3-	Полистерол
Q4	Полиамид
Q5	Полиамид
Q6	Поливинилиденфторид
R	Этиленпропиленовый каучук или аналогичный синтетический эластомер для температур до + 60° C, для непрерывной работы при температуре 60° C
S	Силиконовая резина
T	Текстильная оплетка над скрученными жилами, пропитанная/непропитанная.
T2	Текстильная оплетка пропитанная огнестойкой смесью
T3	Текстильная оплетка или лента
T4	Текстильная оплетка или лента, пропитанная огнестойкой смесью
T5	С защитой от коррозии
T6	Текстильная оплетка каждой отдельной жилы в многожильном кабеле, пропитанная/непропитанная
V	ПВХ гибкий
V2	ПВХ гибкий термостойкий +90 °C
V3	ПВХ гибкий, морозостойкий
V4	ПВХ гибкий, сшитый
V5	ПВХ гибкий, повышенной маслостойкости
X	Сшитый полиэтилен
Z	Сшитая композиция на основе полиолефина (отсутствие коррозионных газов, низкая плотность дыма при горении)
Z1	Термопластичная смесь на основе полиолефина (отсутствие коррозионных газов, низкая плотность дыма при горении)

Аббревиатура (сокращения)

Гармонизированные кабели согласно DIN 0292 и HD 361 S2/S3

Эта система была разработана в CENELEC как аббревиатура для гармонизированных силовых кабелей и изолированных проводов питания и определяется в соответствии с документом HD 361 S2 и 361 S3.

Металлические оболочки, концентрические жилы и экраны		Армирование (согл. DIN VDE 0292)	
A2	Алюминиевая оболочка пресованная или цельносварная, гладкая	Z2	Армирование круглыми стальными проволоками (со спиралью, если требуется), оцинкованная/неоцинкованная
A3	Алюминиевая оболочка пресованная или цельносварная, гофрированная	Z3	Армирование плоскими стальными проволоками (со спиралью, если требуется), оцинкованная/неоцинкованная
A4	Алюминиевый на каждую жилу	Z4	Стальная ленточная броня, оцинкованная/неоцинкованная
A5	Алюминиевый из лент	Z5	Оплетка из стальной проволоки, оцинкованная/неоцинкованная
C2	Медный	Z6	Жгут плетенный из стальной проволоки
C3	Медный гофрированный	Z7	Армирование проволоками из сортовой стали
F	Стальной	Y2	Армирование круглыми алюминиевыми проволоками (со спиралью, если предписано)
F3	Стальной гофрированный	Y3	Армирование плоскими алюминиевыми проволоками (со спиралью, если предписано)
K	Свинцовая оболочка	Y5	Армирование из специальных материалов
L	Легированная свинцовая оболочка для общего применения	Y6	Армирование из стальных проволок и / или стальных лент и медных проволок.
L2	Нелегированная свинцовая оболочка, стандартный чистый свинец		
L4	Легированная свинцовая оболочка на каждую жилу		
L5	Нелегированная свинцовая оболочка на каждую жилу		
L6	Легированная свинцовая оболочка, но в ином составе, чем выше		

Концентрический проводник		Специальные конструктивные элементы	
A	Алюминиевый концентрический проводник	D2	Несущий элемент из текстиля или стальных проволок поверх кабеля или кабельной жилы
A6	Алюминиевый концентрический проводник, меандр-модель	D3	Текстильный несущий элемент из одного или более составных элементов, расположенных в сердцевине круглого кабеля или разделенных в плоском кабеле
C	Медный концентрический проводник	D4	Самонесущий кабель или самонесущий провод, проводники которого выполняют функцию защиты от натяжения
C6	Медный концентрический проводник прямоугольной формы	D5	Центр опоры от натяжения (не несущий элемент), предназначен для лифтовых кабелей управления как D3, но несущий элемент соединен с внешней стороны с кабелем или проводом
C9	Разделенный концентрический медный проводник	D7	как D3, но несущий элемент соединен с внешней стороны с кабелем или проводом
		D8	как D7, однако сечение, перпендикулярное к оси кабеля, приводит к новому варианту с цифрой "8"

Тип экрана		Специальные типы исполнения	
A7	Алюминиевый	Без обозначения.	круглая кабельная конструкция
A8	Алюминиевый на каждую жилу	H	Плоский кабель с разделительным основанием
C4	Медная оплетка поверх скрученных жил	2	Плоский кабель без разделительного основания
C5	Медная оплетка на каждую жилу	H3	Ленточный кабель
C7	Экран из медной ленты поверх круглых продольных проволок над скрученными жилами	H4	Плоский многожильный кабель с голыми проводниками
C8	Медный экран C7 на каждую жилу	H5	Композиция из двух или более неизолированных проводников скрученных вместе в кабеле
D	Экран в виде одной или нескольких тонких стальных лент поверх скрученных жил в контакте с многопроволочным проводником	H6	Плоский кабель в соотв. с HD 359 или EN 50214 с тремя или более жилами
		H7	Кабель с двухслойной экструдированной из. оболочкой
		H8	Спиральный кабель

Маркировка жил

Международный цвет. код для AWG проводов (многопроволочная жила)			
Жила Nr.	Цвет жилы	Жила Nr.	Цвет жилы
1	черный	31	зелено-красный
2	коричневый	32	зелено-оранжевый
3	красный	33	зелено-синий
4	оранжевый	34	зелено-фиолетовый
5	желтый	35	зелено-серый
6	зеленый	36	зелено-белый
7	синий	37	желто-черный
8	фиолетовый	38	желто-коричневый
9	серый	39	желто-красный
10	белый	40	желто-оранжевый
11	бело-черный	41	желто-синий
12	бело-коричневый	42	желто-фиолетовый
13	бело-красный	43	желто-серый
14	белый-оранжевый	44	желто-белый
15	бело-желтый	45	серо-черный
16	бело-зеленый	46	серо-коричневый
17	бело-голубой	47	серо-красный
18	белый-фиолетовый	48	серо-оранжевый
19	белый-серый	49	серо-желтый
20	коричневый черно-	50	серо-зеленый
21	коричнево-красный	51	сине-зеленый
22	коричнево-оранжевый	52	серо-фиолетовый
23	коричнево-желтый	53	серо-белый
24	коричнево-зеленый	54	оранжево-черный
25	коричнево-синий	55	оранжево-коричневый
26	коричнево-фиолетовый	56	оранжево-красный
27	коричнево-серый	57	оранжево-желтый
28	коричнево-белый	58	оранжево-зеленый
29	зелено-черный	59	оранжево-синий
30	зелено-коричневый	60	оранжево-фиолетовый

Международный цвет. код для AWG проводов (парная скрутка)								
Жила Nr.	Цвет жилы a	Цвет жилы b	Жила Nr.	Цвет жилы a	Цвет жилы b	Жила Nr.	Цвет жилы a	Цвет жилы b
1	черный	коричневый	10	коричневый	красный	18	красный	оранжевый
2	черный	красный	11	коричневый	оранжевый	19	красный	желтый
3	черный	оранжевый	12	коричневый	желтый	20	красный	зеленый
4	черный	желтый	13	коричневый	зеленый	21	красный	синий
5	черный	зеленый	14	коричневый	синий	22	красный	фиолетовый
6	черный	синий	15	коричневый	фиолетовый	23	красный	серый
7	черный	фиолетовый	16	коричневый	серый	24	красный	белый
8	черный	серый	17	коричневый	белый			
9	черный	белый						

Маркировка жил

Маркировка жил для силовых кабелей низкого напряжения в соответствии с DIN VDE 0293 - 308

Европейская стандартизация маркировки жил (HD 308 S2) привела к общему «языку» производителей и кабельных потребителей промышленности по всей Европе. Задача новой системы цветовой кодировки – сделать в будущем продукты сопоставимыми за пределами национальных границ.

С некоторого времени по настоящее время был введен основной серый цвет для внешнего проводника, чтобы помочь отличать жилы.

Неизменной осталась схема цветов для жил уменьшенного сечения желто-зеленый или синий, в зависимости от версии.

Новая цветовая маркировка жил для кабелей с количеством жил от 2 до 5-ти, показана в следующей таблице:

Маркировка жил для кабелей с желто-зеленой жилой:

Количество жил	Цвет жил				
	Защитный проводник	другие проводники			
3	зелено-желтый	синий	коричневый		
4	зелено-желтый		коричневый	черный	серый
5	зелено-желтый	синий	коричневый	черный	серый
6 и более	зелено-желтый	черный с нумерацией			

Маркировка жил кабелей без желто-зеленой жилы:

Количество жил	Цвет жил				
2	синий	коричневый			
3		коричневый	черный	серый	
4	синий	коричневый	черный	серый	
5	синий	коричневый	черный	серый	черный
6 и более	черный с нумерацией				

Маркировка жил

Основные цвета в соответствии с DIN IEC 60304

Указанные цвета соответствуют DIN IEC 60304.

Одножильные кабели

- Номинальное напряжение U₀ / U 300/500 В

Для изолированных проводников кабелей рекомендуется следующие цвета:
Черный, синий, коричневый, оранжевый, розовый, бирюзовый, фиолетовый, белый, также (с некоторыми ограничениями) зеленый, в зависимости от положения действующих правил техники безопасности.
Зеленый разрешен для идентификации освещения.

Все двухцветные комбинации вышеупомянутых отдельных цветов допустимы.

- Номинальное напряжение U₀ / U 450/750 В

Для одножильных кабелей рекомендуются следующие цвета:
черный, синий, коричневый, оранжевый, розовый, бирюзовый, фиолетовый и белый.
Двухцветный не допускается, за исключением зелено-желтого.

Одножильные кабели и одиночные кабельные жилы

Правильными цветами являются черный или зелено-желтый, за исключением освещения и кабелей набора освещения (для которого коричневый цвет разрешен). (Цвет черный или зелено-желтый, исключение подсветки и световых декораций, где коричневый цвет допускается.)

Комментарий:

- В многожильных кабелях, зелено-желтые жилы должны быть расположены в наружном слое.
- Правильный порядок подсчета и конфигурации жил, имеющих печатные номера изнутри, начиная с № 1 и считая последовательно через все слои, наружу.

Цветовые коды в соответствии с DIN IEC 60757, идентичные CENELEC-HAR- HD 457

Цвет	немецкие сокращения согл. DIN 47002	новая аббревиатура по DIN IEC 60757
черный	SW	BK
коричневый	BR	BN
красный	RT	RD
оранжевый	OR	OG
желтый	GE	YE
зеленый	GN	GN
синий	BL	BU
фиолетовый	VI	VT
серый	GR	GY
белый	WS	WH
розовый	RS	PK
бирюзовый	TK	TQ
зелено-желтый	GNGE	GNYE
серебряный	—	SR

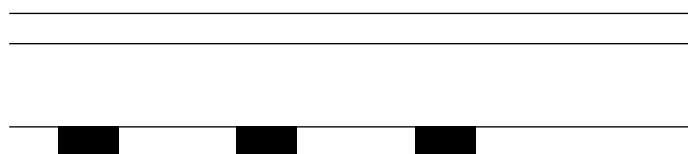
Маркировка жил

Маркировка в соответствии с VDE 0813 послойный повив

По маркировке жилы образуют цветовые группы, так что каждый из 4, 5, 6, 10 различных цветов повторяет основные, непрерывно в соответствии со следующей схемой:

Количество жил в цветовой группе	Основная последовательность цветов
4	синий, красный, серый, зеленый
5	синий, красный, серый, зеленый, коричневый
6	синий, красный, серый, зеленый, коричневый, черный
10	синий, красный, серый, зеленый, коричневый, черный, желтый, белый, розовый, фиолетовый

Маркировка проводов выполняется посредством черных колец.



Маркировка в соответствии с VDE 0813 скрутка пучками

Номер пучка	Порядковый номер жилы					цвет а-жилы	цвет а- и в-жилы
1	1	2	3	4	5	синий	белый
2	6	7	8	9	10	желтый	белый
3	11	12	13	14	15	зеленый	белый
4	16	17	18	19	20	коричневый	белый
5	21	22	23	24	25	черный	белый
6	26	27	28	29	30	синий	серый
7	31	32	33	34	35	желтый	серый
8	36	37	38	39	40	зеленый	серый
9	41	42	43	44	45	коричневый	серый
10	46	47	48	49	50	черный	серый
	Цвет кольца для жилы-b: синий, желтый, зеленый, коричневый, черный; Цвет кольца для жилы-c: красный; Цвет кольца для жилы-d: розовый; Цвет кольца для жилы-e: черный						

С 51-й жилы цвета повторяются аналогично, начиная с 1-й жилы.

Элементами скрутки являются пары, тройки, пятерки.

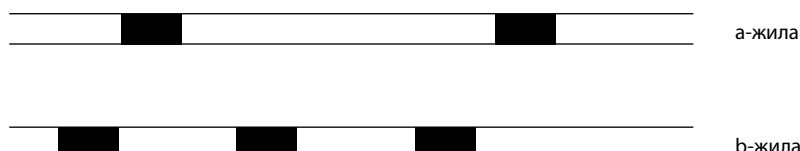
Пара а- и в- жил.

Тройка а-, в- и с- жил

Пятерка а-, в-, с-, d- и е- жил

5 элементов скрутки с таким же цветом кольца как жила-а, группируются в пучок.

Кольцевая маркировка жил:



Маркировка жил

Маркировка жил в соответствии с VDE цветовым кодом для телефонных кабелей

VDE 0815 и 0816 скрутка в пучки

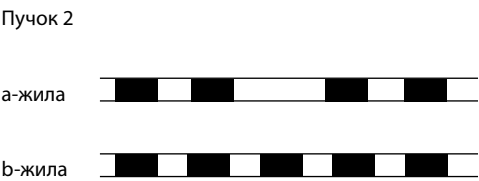
Цветовой код для следующих типов кабелей J-YY, J-2Y(ST)Y, J-2Y(ST)Y, J-HH, J-H(ST)H, A-2Y(L)2Y, A-2YF(L)2Y

Маркировка проводов осуществляется посредством черных колец

Основные цвета для изоляции жил пяти элементов пучка



- Четверка 1 цвет основы красный
- Четверка 2 зеленый
- Четверка 3 серый
- Четверка 4 желтый
- Четверка 5 белый



Пучки маркируются красной спиральной лентой

VDE 0815

Цветовой код для телефонных кабелей J-Y(ST)Y...LG
(Послойная скрутка пар снаружи внутри)

- a-жила: В первой паре каждого повива красная, во всех остальных парах – белая.
- b-жила: синяя, желтая, зеленая, коричневая, черная с дальнейшим повторением
- Исключение: В 2-парном кабеле жилы скручены звездной четверочной скруткой.
- Пучок 1 (Пара 1): a-жила красная b-жила черная
- Пучок 2 (Пара 2): a-жила белая b-жила желтая

VDE 0815

Цветовой код в кабелях для промышленной электроники JE...

Маркировка:

Жилы пар в пучке маркируются основными цветами, которые повторяются в каждом пучке в той же последовательности.

Основные цвета в парах:

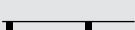
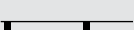
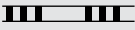
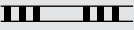
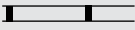
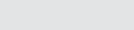
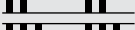
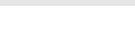
Пара	1	2	3	4
a-жила	синий	серый	зеленый	белый
b-жила	красный	желтый	коричневый	черный

Пучки идентифицируются посредством цветowych колец на изоляции жил и последовательностью цветowych колец в группах.

Расстояние между группами колец составляет прибл. 60 мм.

В кабеле с более чем 12 пучков, 13-ый и последующие пучки имеют маркировку цветной спиральной лентой.

Нумерация пучков начинается из центрального слоя и проходит во всех слоях в одинаковом направлении.

Пучки	Цвет колец	Группы колец	Спиральная лента	Пучки	Цвет колец	Группы колец	Спиральная лента
1	розовый		–	13	розовый		синий
2	розовый		–	14	розовый		синий
3	розовый		–	15	розовый		синий
4	розовый		–	16	розовый		синий
5	оранжевый		–	17	оранжевый		красный
6	оранжевый		–	18	оранжевый		красный
7	оранжевый		–	19	оранжевый		красный
8	оранжевый		–	20	оранжевый		красный
9	фиолетовый		–				
10	фиолетовый		–				
11	фиолетовый		–				
12	фиолетовый		–				

Маркировка жил

Цветовой код для **ÖPVC-JB**-кабелей,
жилы цветные, с зелено-желтой защитной жилой

Цветовой код TKD и его цветовые комбинации, до 102 жил, приведены в соответствии с требованиями обрабатывающей промышленности.

Данные цветовой комбинации состоят из 11 основных цветов.

Чтобы отчетливо отличать каждую жилу от других жил, жилы маркируются, начиная от 12-той, одним или двумя цветовыми кольцами или полосками, с шириной кольца примерно 2 мм.

Способ подсчета: Подсчет начинается с внутреннего слоя и идет в одном направлении через все слои.

Защитная жила: Зелено-желтая защитная жила является последней жилой во внешнем слое.

Обозначения жил **до 5-ти включительно** согласно DIN VDE 0293.

От **6 и более жил** действителен следующий цветовой код TKD:

№-жилы	Цвет жилы	№-жилы	Цвет жилы	№-жилы	Цвет жилы
0	зелено-желтый	38	серо-коричневый	71	коричнево-бело-синий
1	белый	39	красно-коричневый	72	серо-бело-синий
2	черный	40	фиолетово-коричневый	73	красно-бело-синий
3	синий	41	розово-коричневый	74	фиолетово-бело-синий
4	коричневый	42	оранжево-коричневый	75	розово-бело-синий
5	серый	43	прозрачно-коричневый	76	оранжево-бело-синий
6	красный	44	бежево-коричневый	77	прозрачно-бело-синий
7	фиолетовый			78	бежево-бело-синий
8	розовый	45	красно-серый		
9	оранжевый	46	фиолетово-серый	79	серо-бело-коричневый
10	прозрачный	47	розово-серый	80	красно-бело-коричневый
11	бежевый	48	оранжево-серый	81	фиол.-бело-коричневый
		49	прозрачно-серый	82	розово-бело-коричневый
		50	бежево-серый	83	оранжево-бело-коричневый
12	черно-белый			84	прозр.-бело-коричневый
13	сине-белый			85	бежево-бело-коричневый
14	коричнево-белый	51	оранжево-красный		
15	серо-белый	52	прозрачно-красный		
16	красно-белый	53	бежево-красный	86	красно-бело-серый
17	фиолетово-белый			87	фиолетово-бело-серый
18	розово-белый	54	розово-фиолетовый	88	розово-бело-серый
19	оранжево-белый	55	оранжево-фиолетовый	89	оранжево-бело-серый
20	прозрачно-белый	56	прозрачно-фиолетовый	90	прозрачно-бело-серый
21	бежево-белый	57	бежево-фиолетовый	91	бежево-бело-серый
22	сине-черный	58	прозрачно-розовый	92	сине-бело-красный
23	коричнево-черный	59	бежево-розовый	93	коричнево-бело-красный
24	серо-черный			94	фиолетово-бело-красный
25	красно-черный	60	прозрачно-оранжевый	95	розово-бело-красный
26	фиолетово-черный	61	бежево-оранжевый	96	оранжево-бело-красный
27	розово-черный				
28	оранжево-черный	62	сине-бело-черный	97	коричн.-бело-фиолетовый
29	прозрачно-черный	63	коричнево-бело-черный	98	оранж.-бело-фиолетовый
30	бежево-черный	64	серо-бело-черный		
		65	красно-бело-черный	99	коричнево-черно-синий
31	коричнево-синий	66	фиолетово-бело-черный	100	серо-черно-синий
32	серо-синий	67	розово-бело-черный	101	красно-черно-синий
33	красно-синий	68	оранжево-бело-черный		
34	розово-синий	69	прозрачно-бело-черный		
35	оранжево-синий	70	бежево-бело-черный		
36	прозрачно-синий				
37	бежево-синий				

Маркировка жил

Цветовой код согласно DIN 47100 (послойный повив) с повторением цветов/без повторения цветов

Маркировка жил цвета изолирующих оболочек приведены согласно DIN 47002 и DIN IEC 60304 (отвечает гармонизирующему документу HD 402 S2).

Расположение жил или пар жил отвечает обозначениям, приведенным в таблицах.
Для лучшего распознавания, а также из соображений безопасности, **светлый цвет (первый цвет) является основным цветом, а темный цвет (второй цвет) является прикрывающим цветом.**

Цветовая комбинация состоит из десяти основных цветов. Начиная с жилы номер 11 маркировка происходит посредством одного или двух цветных колец, ширина этих колец 2-3 мм. Расстояние между кольцами составляет приблизительно 7 мм.

Способ подсчета: Подсчет начинается с внешнего слоя и идет в одном направлении через все слои внутрь.

Цветовой код согласно DIN 47100 с повторением цветов от 45 и более жил:

№г.-жилы	Цвет жилы	№г.-жилы	Цвет жилы	№г.-жилы	Цвет жилы	№г.-жилы	Цвет жилы
1	белый	17	бело-серый	33	зелено-красный	49	серый
2	коричневый	18	серо-коричневый	34	желто-красный	50	розовый
3	зеленый	19	бело-розовый	35	зелено-черный	51	синий
4	желтый	20	розово-коричневый	36	желто-черный	52	красный
5	серый	21	бело-синий	37	серо-синий	53	черный
6	розовый	22	коричнево-синий	38	розово-синий	54	фиолетовый
7	синий	23	бело-красный	39	серо-красный	55	серо-розовый
8	красный	24	коричнево-красный	40	розово-красный	56	красно-синий
9	черный	25	бело-черный	41	серо-черный	57	бело-зеленый
10	фиолетовый	26	коричнево-черный	42	розово-черный	58	коричнево-зеленый
11	серо-розовый	27	серо-зеленый	43	сине-черный	59	бело-желтый
12	красно-синий	28	желто-серый	44	красно-черный	60	желто-коричневый
13	бело-зеленый	29	розово-зеленый	45	белый	61	бело-серый
14	коричнево-зеленый	30	желто-розовый	46	коричневый		
15	бело-желтый	31	зелено-синий	47	зеленый		
16	желто-коричневый	32	желто-синий	48	желтый		

Сноска: Исключением является четырехжильный кабель, его порядок цветов следующий – белый, желтый, коричневый и зеленый.

Цветовой код согласно DIN 47100 без повторения цветов:

№г.-жилы	Цвет жилы	№г.-жилы	Цвет жилы	№г.-жилы	Цвет жилы	№г.-жилы	Цвет жилы
1	белый	17	бело-серый	33	зелено-красный	49	бело-зелено-черный
2	коричневый	18	серо-коричневый	34	желто-красный	50	зелено-коричнево-черный
3	зеленый	19	бело-розовый	35	зелено-черный	51	бело-желто-черный
4	желтый	20	розово-коричневый	36	желто-черный	52	желто-коричнево-черный
5	серый	21	бело-синий	37	серо-синий	53	бело-серо-черный
6	розовый	22	коричнево-синий	38	розово-синий	54	серо-коричнево-черный
7	синий	23	бело-красный	39	серо-красный	55	бело-розово-черный
8	красный	24	коричнево-красный	40	розово-красный	56	розово-коричнево-черный
9	черный	25	бело-черный	41	серо-черный	57	бело-сине-черный
10	фиолетовый	26	коричнево-черный	42	розово-черный	58	коричнево-сине-черный
11	серо-розовый	27	серо-зеленый	43	сине-черный	59	бело-красно-черный
12	красно-синий	28	желто-серый	44	красно-черный	60	коричнево-красно-черный
13	бело-зеленый	29	розово-зеленый	45	бело-коричнево-черный	61	черно-белый
14	коричнево-зеленый	30	желто-розовый	46	желто-зелено-черный		
15	бело-желтый	31	зелено-синий	47	серо-розово-черный		
16	желто-коричневый	32	желто-синий	48	сине-красно-черный		

Примечание: для кабелей от 45 жил и более необходимо указать с или без повторения цветов.

Маркировка жил

Цветовой код согласно DIN 47100 (парная скрутка) с повторением цветов

Маркировка жил цвета изолирующих оболочек приведены согласно DIN 47002 и DIN IEC 60304 (отвечает гармонизирующему документу HD 402 S2).

Расположение жил или пар жил отвечает обозначениям, приведенным в таблицах.

Для лучшего распознавания, а также из соображений безопасности, **светлый цвет (первый цвет) является основным цветом, а темный цвет (второй цвет) является прикрывающим цветом.**

Цветовая комбинация состоит из десяти основных цветов. Начиная с жилы номер 11 маркировка происходит посредством одного или двух цветных колец, ширина этих колец 2-3 мм. Расстояние между кольцами составляет приблизительно 7 мм.

Способ подсчета: Подсчет начинается с внешнего слоя и идет в одном направлении через все слои внутрь.

Номер пары			Цвета пар	
			а-жила	б-жила
1	23	45	белый	коричневый
2	24	46	зеленый	желтый
3	25	47	серый	розовый
4	26	48	синий	красный
5	27	49	черный	фиолетовый
6	28	50	серо-розовый	красно-синий
7	29	51	бело-зеленый	коричнево-зеленый
8	30	52	бело-желтый	желто-коричневый
9	31	53	бело-серый	серо-коричневый
10	32	54	бело-розовый	розово-коричневый
11	33	55	бело-синий	коричнево-синий
12	34	56	бело-красный	коричнево-красный
13	35	57	бело-черный	коричнево-черный
14	36	58	серо-зеленый	желто-серый
15	37	59	розово-зеленый	желто-розовый
16	38	60	зелено-синий	желто-синий
17	39	61	зелено-красный	желто-красный
18	40		зелено-черный	желто-черный
19	41		серо-синий	розово-синий
20	42		серо-красный	розово-красный
21	43		серо-черный	розово-черный
22	44		сине-черный	красно-черный

Примечание: для кабелей от 45 жил и более необходимо указать с или без повторения цветов.

Структура жил

Структура жил медного провода согласно DIN VDE 0295 и IEC 60228

Структура медного проводника согласно DIN VDE 0295 соответственно IEC 60228
для 2 класса гибкости – графа 1, 5 класса гибкости – графа 3 и 6 класса гибкости – 4 от сечения 0,5мм².

Поперечное сечение мм²	Много-проволочный круглый провод VDE 0295 класс 2 2) колонка 1	Много-проволочные жилы Стандартная структура колонка 2	Тонко-проволочные жилы VDE 0295 класс 5 1) колонка 3	Сверхтонкопроволочные жилы			
				VDE 0295 класс 6 1) колонка 4	Стандартная структура		
					колонка 5	колонка 6	колонка 7
0,035		7 x 0,08					
0,05						14 x 0,07	26 x 0,05
0,08							40 x 0,05
0,09					7 x 0,124	24 x 0,07*	
0,14			18 x 0,10	18 x 0,10	18 x 0,10	36 x 0,07	72 x 0,05
0,25			14 x 0,15	32 x 0,10	32 x 0,10	65 x 0,07	128 x 0,05
0,34		7 x 0,25	19 x 0,15	42 x 0,10	42 x 0,10	88 x 0,07	174 x 0,05
0,38		7 x 0,27	12 x 0,20	21 x 0,15	48 x 0,10	100 x 0,07	194 x 0,05
0,5	7 x 0,30	7 x 0,30	16 x 0,20	28 x 0,15	64 x 0,10	131 x 0,07	256 x 0,05
0,75	7 x 0,37	7 x 0,37	24 x 0,20	42 x 0,15	96 x 0,10	195 x 0,07	384 x 0,05
1,0	7 x 0,43	7 x 0,43	32 x 0,20	56 x 0,15	128 x 0,10	260 x 0,07	512 x 0,05
1,5	7 x 0,52	7 x 0,52	30 x 0,25	84 x 0,15	192 x 0,10	392 x 0,07	768 x 0,05
2,5	7 x 0,67	19 x 0,41	50 x 0,25	140 x 0,15	320 x 0,10	651 x 0,07	1280 x 0,05
4	7 x 0,85	19 x 0,52	56 x 0,30	224 x 0,15	512 x 0,10	1040 x 0,07	
6	7 x 1,05	19 x 0,64	84 x 0,30	192 x 0,20	768 x 0,10	1560 x 0,07	
10	7 x 1,35	49 x 0,51	80 x 0,40	320 x 0,20	1280 x 0,10	2600 x 0,07	
16	7 x 1,70	49 x 0,65	128 x 0,40	512 x 0,20	2048 x 0,10	4116 x 0,07	
25	7 x 2,13	84 x 0,62	200 x 0,40	800 x 0,20	3200 x 0,10	6370 x 0,07	
35	7 x 2,52	133 x 0,58	280 x 0,40	1120 x 0,20	4410 x 0,10	9100 x 0,07	
50	19 x 1,83	133 x 0,69	400 x 0,40	705 x 0,30			
70	19 x 2,17	189 x 0,69	356 x 0,50	990 x 0,30		Максимально допустимые величины проволоки Ø	
95	19 x 2,52	259 x 0,69	485 x 0,50	1340 x 0,30			
120	37 x 2,03	336 x 0,67	614 x 0,50	1690 x 0,30		Номинал проволоки Ø mm	Величина проволоки Ø mm
150	37 x 2,27	392 x 0,69	765 x 0,50	2123 x 0,30			
185	37 x 2,52	494 x 0,69	944 x 0,50	1470 x 0,40		0,2	0,21
240	61 x 2,24	627 x 0,70	1225 x 0,50	1905 x 0,40		0,25	0,26
300	61 x 2,50	790 x 0,70	1530 x 0,50	2385 x 0,40		0,3	0,31
400	61 x 2,89		2034 x 0,50			0,4	0,41
500	61 x 3,23		1768 x 0,60			0,5	0,51
630	91 x 2,97		2228 x 0,60			0,6	0,61

* Альтернатива: 19 x 0,08

Примечание:

- 1) DIN VDE 0295 согласно IEC 60228 определяет для проводов 5 и 6 класса только максимальное значение диаметров отдельных проводников. Количество проводников в основном не предписывается.
- 2) Для проводников класса 2 определяется минимальное количество проводников в круглой жиле, а не диаметр отдельных проводников. Определяющим является максимальное значение сопротивления каждого провода при 20°C. Соответствующие установленные номинальные значения поперечных сечений не должны превышаться.

Объяснение к сверхтонкопроволочным проводам, класс 6:

- колонка 4 гибкая-стандартная структура согласно DIN VDE
- колонка 5 очень гибкая структура
- колонка 6 сверх гибкая структура
- колонка 7 экстремальная гибкая структура

Провода и многопроволочные проводники

Desina®

Назначение	Требование	Нормативный показатель
Экранированные силовые кабели: сервокабель, кабель для частотного преобразования	оранжевый	RAL 2003
Кабель для датчиков: линейных и роторных датчиков, аналогично для сенсорных датчиков	зеленый	RAL 6018
Кабель для инсталляции систем BUS или Interbus: систем BUS и гибридного кабеля	фиолетовый 4 x 1,5 мм ² Cu, 2 x POF	RAL 4001
Переключаемые периферные и сенсорные устройства: пневматический и гидравлический клапан, бесконтактный переключатель, кнопочный включатель	желтый 4 x 0,34 мм ²	RAL 1021
Силовой кабель: подачи питания для приборов и двигателей трехфазного тока	черный	RAL 9005
Контрольный кабель: 24 V снабжения	серый	RAL 7040

AWG размер многопроволочных проводников:

AWG Nr.	структура провода n x AWG	структура и размер n x -Ø мм	сечение проводника мм ²	диаметр проводника Ø мм	Сопротивление проводника Ω/km	Вес проводника кг/км
36 36	монолит 7/44	монолит 7 x 0,05	0,013 0,014	0,127 0,152	1460,0 1271,0	0,116 0,125
34 34	монолит 7/42	монолит 7 x 0,064	0,020 0,022	0,160 0,192	918,0 777,0	0,178 0,196
32 32 32	монолит 7/40 19/44	монолит 7 x 0,078 19 x 0,05	0,032 0,034 0,037	0,203 0,203 0,229	571,0 538,0 448,0	0,284 0,302 0,329
30 30 30	монолит 7/38 19/42	монолит 7 x 0,102 19 x 0,064	0,051 0,057 0,061	0,254 0,305 0,305	365,0 339,0 286,7	0,450 0,507 0,543
28 28 28	монолит 7/36 19/40	монолит 7 x 0,127 19 x 0,078	0,080 0,087 0,091	0,330 0,381 0,406	232,0 213,0 186,0	0,710 0,774 0,810
27	7/35	7 x 0,142	0,111	0,457	179,0	0,988
26 26 26 26	монолит 10/36 19/38 7/34	монолит 10 x 0,127 19 x 0,102 7 x 0,160	0,128 0,127 0,155 0,141	0,404 0,533 0,508 0,483	143,0 137,0 113,0 122,0	1,14 1,13 1,38 1,25

Провода и многопроволочные проводники

AWG провода и многопроволочные проводники:

AWG Nr.	структура провода n x AWG	структура и размер n x -Ø мм	сечение проводника мм ²	диаметр проводника Ø мм	Сопротивление проводника Ω/км	Вес проводника кг/км
24	монолит	монолит	0,205	0,511	89,4	1,82
24	7/32	7 x 0,203	0,227	0,610	76,4	2,02
24	10/34	10 x 0,160	0,201	0,582	85,6	1,79
24	19/36	19 x 0,127	0,241	0,610	69,2	2,14
24	41/40	41 x 0,078	0,196	0,582	84,0	1,74
22	монолит	монолит	0,324	0,643	55,3	2,88
22	7/30	7 x 0,254	0,355	0,762	48,4	3,16
22	19/34	19 x 0,160	0,382	0,787	45,1	3,40
22	26/36	26 x 0,127	0,330	0,762	52,3	2,94
20	монолит	монолит	0,519	0,813	34,6	4,61
20	7/28	7 x 0,320	0,562	0,965	33,8	5,00
20	10/30	10 x 0,254	0,507	0,889	33,9	4,51
20	19/32	19 x 0,203	0,615	0,940	28,3	5,47
20	26/34	26 x 0,160	0,523	0,914	33,0	4,65
20	41/36	41 x 0,127	0,520	0,914	32,9	4,63
18	монолит	монолит	0,823	1,020	21,8	7,32
18	7/26	7 x 0,404	0,897	1,219	19,2	7,98
18	16/30	16 x 0,254	0,811	1,194	21,3	7,22
18	19/30	19 x 0,254	0,963	1,245	17,9	8,57
18	41/34	41 x 0,160	0,824	1,194	20,9	7,33
18	65/36	65 x 0,127	0,823	1,194	21,0	7,32
16	монолит	монолит	1,310	1,290	13,7	11,66
16	7/24	7 x 0,511	1,440	1,524	12,0	12,81
16	65/34	65 x 0,160	1,310	1,499	13,2	11,65
16	26/30	26 x 0,254	1,317	1,499	13,1	11,72
16	19/29	19 x 0,287	1,229	1,473	14,0	10,94
16	105/36	105 x 0,127	1,330	1,499	13,1	11,84
14	монолит	монолит	2,080	1,630	8,6	18,51
14	7/22	7 x 0,643	2,238	1,854	7,6	19,92
14	19/27	19 x 0,361	1,945	1,854	8,9	17,31
14	41/30	41 x 0,254	2,078	1,854	8,3	18,49
14	105/34	105 x 0,160	2,111	1,854	8,2	18,79
12	монолит	монолит	3,310	2,050	5,4	29,46
12	7/20	7 x 0,813	3,630	2,438	4,8	32,30
12	19/25	19 x 0,455	3,090	2,369	5,6	27,50
12	65/30	65 x 0,254	3,292	2,413	5,7	29,29
12	165/34	165 x 0,60	3,316	2,413	5,2	29,51
10	монолит	монолит	5,260	2,590	3,4	46,81
10	37/26	37 x 0,404	4,740	2,921	3,6	42,18
10	49/27	49 x 0,363	5,068	2,946	3,6	45,10
10	105/30	105 x 0,254	5,317	2,946	3,2	47,32
8	49/25	49 x 0,455	7,963	3,734	2,2	70,87
8	133/29	133 x 0,287	8,604	3,734	2,0	76,57
8	655/36	655 x 0,127	8,297	3,734	2,0	73,84

Провода и многопроволочные проводники

AWG провод и многопроволочные проводники:

AWG Nr.	структура провода п х AWG	структура и размер п х -Ø мм	сечение проводника мм ²	диаметр проводника Ø мм	Сопротивление проводника Ω/км	Вес проводника кг/км
4	133/25	133 х 0,455	21,625	5,898	0,80	192,46
4	259/27	259 х 0,363	26,804	5,898	0,66	238,55
4	1666/36	1666 х 0,127	21,104	5,898	0,82	187,82
2	133/23	133 х 0,574	34,416	7,417	0,50	306,30
2	259/26	259 х 0,404	33,201	7,417	0,52	295,49
2	665/30	665 х 0,254	33,696	7,417	0,52	299,89
2	2646/36	2646 х 0,127	33,518	7,417	0,52	298,31
1	133/22	133 х 0,643	43,187	8,331	0,40	384,37
1	259/2	259 х 0,455	42,112	8,331	0,41	374,80
1	817/30	817 х 0,254	41,397	8,331	0,42	368,43
1	2109/34	2109 х 0,160	42,403	8,331	0,41	377,39
1/0	133/21	133 х 0,724	54,750	9,347	0,31	487,28
1/0	259/24	259 х 0,511	53,116	9,347	0,32	472,73
2/0	133/20	133 х 0,813	69,043	10,516	0,25	614,48
2/0	259/23	259 х 0,574	67,021	10,516	0,25	596,49
3/0	259/22	259 х 0,643	84,102	11,786	0,20	748,51
3/0	427/24	427 х 0,511	87,570	11,786	0,19	779,37
4/0	259/21	259 х 0,724	106,626	13,259	0,16	948,97
4/0	427/23	427 х 0,574	110,494	13,259	0,15	983,39

AWG провода (монолитные проводники):

Nr. AWG	Ø провода мм	Nr. AWG	Ø провода мм	Nr. AWG	Ø провода мм
44	0,050	26	0,404	10	2,588
41	0,070	25	0,455	9	2,906
40	0,079	24	0,511	8	3,268
39	0,089	23	0,574	7	3,665
38	0,102	22	0,643	6	4,115
37	0,114	21	0,724	5	4,620
36	0,127	20	0,813	4	5,189
35	0,142	19	0,912	3	5,827
34	0,160	18	1,024	2	6,543
33	0,180	17	1,151	1	7,348
32	0,203	16	1,290	1/0	8,252
31	0,226	15	1,450	2/0	9,266
30	0,254	14	1,628	3/0	10,404
29	0,287	13	1,829	4/0	11,684
28	0,320	12	2,052		
27	0,363	11	2,304		

Сопротивление проводов

Значения сопротивления проводника по VDE 0295 и IEC 60228

Значение сопротивления проводников кабелей и изолированных проводов для силовых электроустановок по DIN VDE 0295 в соответствии с IEC 60228, в зависимости от класса гибкости проводника, значения приведены для проводников от 0,5 мм² .

Значение сопротивления каждого проводника при 20° С не должно превышать максимального значения, указанного для конкретного номинального сечения. Соблюдение максимальных значений сопротивления проводника проверяется с помощью омметра, приложенного к проводнику или готовому кабелю. Измерение выполняется в соответствии с DIN VDE 0472, часть 501.

Это не относится к проводникам телекоммуникационных кабелей и проводов.

Размер проводника	Силовые кабели и провода						сварочный кабель	
	Cu-проводник				Al-проводник		Cu-проводник	
	луженый проводник		нелуженый проводник		чистый Al- проводник		нелуженый проводник	луженый проводник
Номиналь. сечение мм²	Класс 1 Класс 2 Ω/км	Класс 5 Класс 6 Ω/км	Класс 1 Класс 2 Ω/км	Класс 5 Класс 6 Ω/км	Класс 1 Ω/км	Класс 2 Ω/км		
0,05	–	~380,0	–	~360,0	–	–	–	–
0,08	–	~240,0	–	~230,0	–	–	–	–
0,09	–	~230,0	–	~215,0	–	–	–	–
0,14	–	~140,0	–	~138,0	–	–	–	–
0,22	–	~96,8	–	~95,0	–	–	–	–
0,25	–	~79,3	–	~77,8	–	–	–	–
0,34	–	~57,1	–	~56,0	–	–	–	–
0,5	36,7	40,1	36,0	39,0	–	–	–	–
0,75	24,8	26,7	24,5	26,0	–	–	–	–
1,0	18,2	20,0	18,1	19,5	–	–	–	–
1,5	12,2	13,7	12,1	13,3	–	–	–	–
2,5	7,56	8,21	7,41	7,98	–	–	–	–
4,0	4,70	5,09	4,61	4,95	–	–	–	–
6,0	3,11	3,39	3,08	3,30	–	–	–	–
10,0	1,84	1,95	1,83	1,91	–	–	–	–
16,0	1,16	1,24	1,15	1,21	–	1,91 ²⁾	1,16	1,19
25,0	0,734	0,795	0,727 ¹⁾	0,780	1,20	1,20	0,758	0,780
35,0	0,529	0,565	0,524 ¹⁾	0,554	0,868	0,868	0,536	0,552
50,0	0,391	0,393	0,387 ¹⁾	0,386	0,641	0,641	0,379	0,390
70,0	0,270	0,277	0,268 ¹⁾	0,272	0,443	0,443	0,268	0,276
95,0	0,195	0,210	0,193 ¹⁾	0,206	0,320	0,320	0,198	0,204
120,0	0,154	0,164	0,153 ¹⁾	0,161	0,253	0,253	0,155	0,159
150,0	0,126	0,132	0,124 ¹⁾	0,129	0,206	0,206	0,125	0,129
185,0	0,100	0,108	0,0991	0,106	0,164	0,164	0,102	0,105
240,0	0,0762	0,0817	0,0754	0,0801	0,125	0,125	–	–
300,0	0,0607	0,0654	0,0601	0,0641	0,100	0,100	–	–
400,0	0,0475	0,0495	0,0470	0,0486	–	0,0778	–	–
500,0	0,0369	0,0391	0,0366	0,0384	–	0,0605	–	–
630,0	0,0286	0,0292	0,0283	0,0287	–	0,0469	–	–

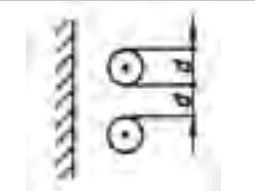
¹⁾ относится к кабелям кл. 1 с минеральной изоляцией.
²⁾ только для проводников с уменьшенным поперечным сечением для NAYCWY 4 x 25/16

Примечание:
класс 1 - для монолитных проводников
класс 2 - для многопроволочных проводников
класс 5 - для тонких многопроволочных проводников
класс 6 - для особо гибких тонкопроволочных проводников

Токовая нагрузка

Основная таблица

Таблица 1: Токовая нагрузка для кабелей номинальным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды + 30 °С в соответствии с VDE

	A Одножильные кабели - резиновая изоляция - ПВХ изоляция - ТРЕ изоляция - термостойкая изоляция	B Многожильные кабели для бытовых приборов и ручного инструмента - резиновая изоляция - ПВХ изоляция - ТРЕ изоляция		C Многожильные кабели Исключая бытовые приборы и ручные инструменты - резиновая изоляция - ПВХ изоляция - ТРЕ изоляция - термостойкая изоляция	D Многожильные кабели в резиновой оболочке 0,6/1 kV Специальные кабели в резиновой оболочке 0,6/1 kV или 1,8/3 kV	
Способы прокладки						
Количество жил	1	2	3	2 или 3	3	1
Номинал. сечение в мм²	Токовая нагрузка в А					
0,08 ¹⁾	1,5	—	—	1	—	—
0,14 ¹⁾	3	—	—	2	—	—
0,25 ¹⁾	5	—	—	4	—	—
0,34 ¹⁾	8	—	—	6	—	—
0,5	12 ²⁾	3	3	9 ¹⁾	—	—
0,75	15	6	6	12	—	—
1	19	10	10	15	—	—
1,5	24	16	16	18	23	30
2,5	32	25	20	26	30	41
4	42	32	25	34	41	55
6	54	40	—	44	53	70
10	73	63	—	61	74	98
16	98	—	—	82	99	132
25	129	—	—	108	131	176
35	158	—	—	135	162	218
50	198	—	—	168	202	276
70	245	—	—	207	250	347
95	292	—	—	250	301	416
120	344	—	—	292	—	488
150	391	—	—	335	—	566
185	448	—	—	382	—	644
240	528	—	—	453	—	775
300	608	—	—	523	—	898
400	726	—	—	—	—	—
500	830	—	—	—	—	—
Нагрузка из	DIN VDE 0298-4, 2003-08	DIN VDE 0298-4, 2003-08		DIN VDE 0298-4, 2003-08	DIN VDE 0298-4, 2003-08	

Представленные данные в этой таблице отличаются от стандартных. Необходимо учитывать поправочные коэффициенты.

Коэффициенты пересчета

Отклоняясь от температуры окружающей +30°С
многожильные кабели
прокладка кабелей и проводов в пучке

смотри таблицу 2
смотри таблицу 3
смотри таблицу 4

1) Для небольших сечений допустимая токовая нагрузка в соответствии с VDE 0891 часть 1.

2) В соответствии с VDE 0100 часть 523 расширенный диапазон, который не учитывается в VDE 0298.

Токовая нагрузка

Таблица поправок

Таблица 2: Поправочные коэффициенты
для температур окружающей среды отличающихся от +30° C в соответствии с VDE 0298 (для термостойких кабелей действует таблица 5)

температура окружающей среды °C	Допустимая рабочая температура на жилах			
	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
Поправочные коэффициенты для токовых нагрузок таблица 1				
10	1,29	1,22	1,18	1,15
15	1,22	1,17	1,14	1,12
20	1,15	1,12	1,10	1,08
25	1,08	1,06	1,05	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,91	0,94	0,95	0,96
40	0,82	0,87	0,89	0,91
45	0,71	0,79	0,84	0,87
50	0,58	0,71	0,77	0,82
55	0,41	0,61	0,71	0,76
60	–	0,50	0,63	0,71
65	–	0,35	0,55	0,65
70	–	–	0,45	0,58
75	–	–	0,32	0,50
80	–	–	–	0,41
85	–	–	–	0,29

Таблица 3: Поправочные коэффициенты
Для многожильных кабелей и проводов с сечением жил до 10 мм² (VDE 0298)

Количество жил под нагрузкой	Поправочных коэффициенты
5	0,75
7	0,65
10	0,55
14	0,50
19	0,45
24	0,40
40	0,35
61	0,30

Таблица 4: Поправочные коэффициенты
Прокладка в пучке в соответствии с VDE 0298

Способы монтажа	Количество многожильных кабелей и проводов или количество цепей переменного тока из одножильных кабелей и проводов (2 и 3 токопроводящие жилы)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	
Прокладка пучком непосредственно на стене, на полу, в трубах и кабельных каналах	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,48	0,45	0,43	0,41	0,39	0,38	
Прокладка в один слой на стене или на полу без зазора	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
Прокладка в один слой на стене или на полу, с зазором равным диаметру кабеля	1,00	0,94	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	
Прокладка в один слой под потолком без зазора	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	
Прокладка в один слой под потолком, с зазором равным диаметру кабеля	0,95	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	

Токовая нагрузка

Таблица поправок

Таблица 5: Поправочные коэффициенты

Токовые нагрузки для термостойких проводов и кабелей в соответствии с VDE 0298

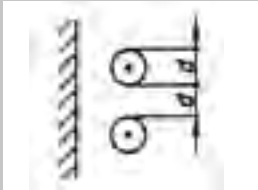
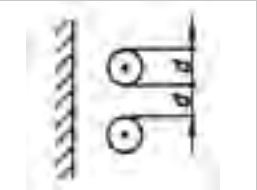
Наружная оболочка	термостойкая изоляция ПВХ		Силикон	
Типы	Одножильные провода	Кабель	Одножильные провода	Кабель
Количество жил под нагрузкой	1	2 или 3	1	2 или 3
Тип прокладки				
Температура окружающей среды °C				
50	1,00		1,00	
55	0,94		1,00	
60	0,87		1,00	
65	0,79		1,00	
70	0,71		1,00	
75	0,61		1,00	
80	0,50		1,00	
85	0,35		1,00	
90	–		1,00	
95	–		1,00	
100	–		1,00	
105	–		1,00	
110	–		1,00	
115	–		1,00	
120	–		1,00	
125	–		1,00	
130	–		1,00	
135	–		1,00	
140	–		1,00	
145	–		1,00	
150	–		1,00	
155	–		0,91	
160	–		0,82	
165	–		0,71	
170	–		0,58	
175	–		0,41	

Таблица 6: Таблица поправок

Для намотанных кабелей (в соответствии с VDE 0298)

количество слоев на катушке/барабане	1	2	3	4	5
Поправочные коэффициенты	0,80	0,61	0,49	0,42	0,38

Токовая нагрузка

Токовый нагрузки для гибких кабелей (не указанных в предыдущих таблицах!)

Допустимая токовая нагрузка медного кабеля среднего напряжения при температуре окружающей среды до 25°C в соответствии с DIN VDE 0100, 0812 и 0890. Указанные значения соответствуют нормам DIN VDE.

Токовая нагрузка и предохранитель в Амперах (А) до 25 °C

Номин. сечение мм2	Группа 1 одножильные провода, проложенные в кабельном канале с зазором, равным диаметру кабеля, например H07V-U		Группа 2 Многожильные кабели, Например изолированные кабели, полоские кабели, кабели для подвижных систем		Группа 3 Одножильные провода, проложенные на открытом воздухе, при этом провода проложены в кабельном канале с зазором, равным диаметру провода, а так же провода, проложенные в шкафах	
	Токовая нагрузка в Амперах (А)	Предохранитель в Амперах (А)	Токовая нагрузка в Амперах (А)	Предохранитель в Амперах (А)	Токовая нагрузка в Амперах (А)	Предохранитель в Амперах (А)
0,08	2,5		0,5	–	–	–
0,14	6,0		1,5	–	6,0	–
0,25	8,5		2,5	–	8,5	–
0,34	9		3,5	–	10	–
0,50	10		5	–	12	–
0,75	11		13	10	16	16
1	12	10	16	16	20	20
1,5	16	16	20	20	25	25
2,5	21	20	27	25	34	35
4	27	25	36	35	45	50
6	35	35	47	50	57	63
10	48	50	65	63	78	80
16	65	63	87	80	104	100
25	88	80	115	100	137	125
35	110	100	143	125	168	160
50	140	125	178	160	210	200
70	175	160	220	224	260	250
95	210	210	265	250	310	310
120	250	250	310	300	365	355
150	–	–	355	355	415	425
185	–	–	405	355	475	425
240	–	–	480	425	560	500
300	–	–	555	500	645	600
400	–	–	–	–	770	630
500	–	–	–	–	890	850

Допустимая токовая нагрузка изолированных кабелей при температуре окружающей среды свыше 25 °C

Температура окружающей среды °C	Допустимые длительные нагрузки в % вышеуказанные значения температуры		
	Пластмассовая изоляция	Резиновая изоляция	Кабели с температурой 100 C°
от 25 до 30	94	92	100
> 30 до 35	88	85	100
> 35 до 40	82	75	100
> 40 до 45	75	65	100
> 45 до 50	67	53	100
> 50 до 55	58	38	100
> 55 до 65	–	–	100
> 65 до 70	–	–	92
> 70 до 75	–	–	85
> 75 до 80	–	–	75
> 80 до 85	–	–	65
> 85 до 90	–	–	53
> 90 до 95	–	–	38

Свойства* материалов оболочек и изоляции

	Обозначения			электрические					термические					
	VDE	сокращенное обозначение	материал	плотность g/cm ³	пробивная мощность kV/mm	удельное объемное сопротивление Ω cm 20 C°	диэлектрическая константа 50 Hz / 20 C°	коэффициент диэлектрических потерь δ	диапазон рабочей температуры		температура топления +C°	возгораемость	индекс кислорода LOI (%O ₂)	теплота сгорания Ho MJ·kg ⁻¹
									продолж. C°	кратковр. C°				
Термопласты	Y	PVC	смеси из поливинилхлорида	1,35 - 1,5	25	10 ¹³ -10 ¹⁵	3,6 - 6	4 x 10 ⁻² до 1 x 10 ⁻¹	-30 +70	+100	> 140	самозатухающая	23 - 42	17 - 25
	Y w	PVC	термостойкий 90 C°	1,30 - 1,5	25	10 ¹² -10 ¹⁵	4 - 6,5		-20 +90	+120	> 140		23 - 42	16 - 22
	Yw	PVC	термостойкий 105 C°	1,30 - 1,5	25	10 ¹² -10 ¹⁵	4,5 - 6,5		-20 +105	+120	> 140		24 - 42	16 - 20
	Yk	PVC	морозоустойчивый	1,20 - 1,4	25	10 ¹² -10 ¹⁵	4,5 - 6,5		-40 +70	+100	> 140		24 - 42	17 - 24
	2Y	LDPE	полиэтилен низкой плотности (low density)	0,92 - 0,94	70	10 ¹⁷	2,3	2 x 10 ⁻⁴	-50 +70	+100	105-110	горючая	≤ 22	42 - 44
	2Y	HDPE	полиэтилен высокой плотности (high density)	0,94 - 0,98	85	10 ¹⁷	2,3	3 x 10 ⁻⁴	-50 +100	+120	130	горючая	≤ 22	42 - 44
	2X	VPE	сшитый полиэтилен	0,92	50	10 ¹² -10 ¹⁶	4 - 6	2 x 10 ⁻³	-35 +90	+100	–	горючая	≤ 22	42 - 44
	O2Y		вспененный полиэтилен	~0,65	30	10 ¹⁷	~1,55	5 x 10 ⁻⁴	-40 +70	+100	105	горючая	18 - 30	42 - 44
	3Y	PS	полистирол	1,05	30	10 ¹⁶	2,5	1 x 10 ⁻⁴	-50 +80	+100	> 120	горючая	≤ 22	40 - 43
	4Y	PA	полиамид	1,02 - 1,1	30	10 ¹⁵	4	2 x 10 ⁻² до 1 x 10 ⁻³	-60 +105	+125	210	горючая	≤ 22	27 - 31
	9Y	PP	полипропилен	0,91	75	10 ¹⁶	2,3 - 2,4	4 x 10 ⁷	-10 +100	+140	160	горючая	≤ 22	42 - 44
	11Y	PUR	полиуретан	1,15 - 1,2	20	10 ¹⁰ -10 ¹²	4 - 7	23 x 10 ⁷	-55 +80	+100	150	горючая	20 - 26	20 - 26
	TPE-E (12Y/13Y)		термопластиковый полиэстер-эластомер	1,2 - 1,4	40	>10 ¹⁰	3,7 - 5,1	18 x 10 ⁻²	-50 +100	+140	190	горючая	≤ 29	20 - 25
	TPE-O (18Y)		термопластиковый полиолефин-эластомер	0,89 - 1,0	30	>10 ¹⁴	2,7 - 3,6	18 x 10 ⁻²	-50 +100	+130	150	горючая	≤ 25	23 - 28
Эластомеры	G	NR SBR	натуральный каучук смеси из стирол-бутадиенового каучука	0,5 - 1,7	20	10 ¹² -10 ¹⁵	3 - 5	1,9 x 10 ⁻²	-65 +60	+120	–	горючая	≤ 22	21 - 25
	2G	SIR	силиконовый каучук	1,2 - 1,3	20	10 ¹⁵	3 - 4	6 x 10 ⁻³	-60 +180	+260	–	тяжело горючая	25 - 35	17 - 19
	3G	EPR	смесь из этилен-пропилена	1,3 - 1,55	20	10 ¹⁴	3 - 3,8	3,4 x 10 ⁻³	-30 +90	+160	–	горючая	≤ 22	21 - 25
	4G	EVA	смесь из этиленвинилацетата	1,3 - 1,5	30	10 ¹²	5 - 6,5	2 x 10 ⁻²	-30 +125	+200	–	горючая	≤ 22	19 - 23
	5G	CR	смесь из полихлоропрена	1,4 - 1,65	20	10 ¹⁰	6 - 8,5	5 x 10 ⁻²	-40 +100	+140	–	само-затухающая	30 - 35	14 - 19
	6G	CSM	хлорсульфанированная смесь полиэтилена	1,3 - 1,6	25	10 ¹²	6 - 9	2,8 x 10 ⁻²	-30 +80	+140	+160	само-затухающая	30 - 35	19 - 23
Теплоустойчивые материалы	10Y	PVDF	поливинилиденфлуорид Kynar® / Dyflor	1,7 - 1,9	20	10 ¹⁴	9 - 7	1,4 x 10 ⁻²	-40 +135	+160	> 170	не горючая	40 - 45	15
	7Y	ETFE	этилентетрафлуорэтилен Tefzel	1,6 - 1,8	36	10 ¹⁶	2,6	8 x 10 ⁻⁴	-100 +150	+180	> 265	не горючая	30 - 35	14
	6Y	FEP	перфлуорэтиленпропилен Teflon®	2,0 - 2,3	25	10 ¹⁸	2,1	3 x 10 ⁻⁴	-100 +205	+230	> 225	не горючая	> 95	5
	5YX	PFA	перфлуоралкокиси Teflon	2,0 - 2,3	25	10 ¹⁸	2,1	3 x 10 ⁻⁴	-190 +260	+280	> 290	не горючая	> 95	5
	5Y	PTFE	политетрафлуорэтилен Teflon	2,0 - 2,3	20	10 ¹⁸	2,1	3 x 10 ⁻⁴	-190 +260	+300	> 325	не горючая	> 95	5
Безгалогенные смеси	H	не сшитый	полимерная смесь не содержащая галогена	1,4 - 1,6	25	10 ¹² -10 ¹⁴	3,4 - 5	~10 ⁻³	-30 +70	+100	> 130	само-затухающая	≤ 40	17 - 22
	HX	сшитый	полимерная смесь не содержащая галогена	1,4 - 1,6	25	10 ¹³ -10 ¹⁴	3,4 - 5	10 ⁻² -10 ⁻³	-30 +90	+150	–		≤ 40	16 - 25

*Свойства действительны для переработанных материалов

Свойства* материалов оболочек и изоляции

	Обозначения			термические			механические					свободный от галогена	атмосферные условия					
	VDE	сокращенное обозначение	материал	теплопроводность $W \cdot K^{-1} \cdot m^{-1}$	коррозионные газы при сгорании	устойчивость к излучению max. Mrad	прочность на растяжение N/mm ²	прочность при разрыве %	твёрдость по Шору	прочность при истирании	водопоглощаемость %	свободен ли от галогенов	погодостойкость	морозоустойчивость				
Термопласты	Y	PVC	смеси из поливинилхлорида	0,17	хлористый водород	80	10 - 25	130 - 350	70 - 95 (A)	средняя	0,4	нет	умеренно, в черной: хорошо	умеренно-хорошая				
	Y w	PVC	термостойкий 90 C°															
	Yw	PVC	термостойкий 105 C°															
	Yk	PVC	морозоустойчивый															
	2Y	LDPE	полиэтилен низкой плотности (low density)	0,3	нет	100	10 - 20	400 - 600	43 - 50 (D)	средняя	0,1	да		хорошая				
	2Y	HDPE	полиэтилен высокой плотности (high density)	0,4	нет		20 - 30	500 - 1000	60 - 63 (D)	хорошая								
	2X	VPE	сшитый полиэтилен	0,3	нет		12,5 - 20	300 - 400	40 - 45 (D)	средняя			хорошо					
	O2Y		вспененный полиэтилен	0,25	нет		8 - 12	350 - 450	–	–	–	условно ¹⁾	–					
	3Y	PS	полистирол	0,25	нет	80	55 - 65	300 - 400	35 - 50 (D)	хорошая	0,4	да	умеренно-хорошо	умеренно-хорошая				
	4Y	PA	полиамид	0,23	нет	10	50 - 60	50 - 170	–	очень хорошая	1,0 - 1,5		хорошо	хорошая				
	9Y	PP	полипропилен	0,19	нет	10	20 - 35	300	55 - 60 (D)	средняя	0,1		умеренно					
	11Y	PUR	полиуретан	0,25	нет	100 (500)	30 - 45	500 - 700	70 - 100 (A)	очень хорошая	1,5		очень хорошо	очень хорошая				
	TPE-E (12Y/13Y)		термопластиковый полиэстер-эластомер	0,5	нет	10	30	> 300	85 (A) 70 (D)	хорошая								
	TPE-O (18Y)		термопластиковый полиолефин-эластомер	1,5	нет	10	20		55 (A) 70 (D)									
Эластомеры	G	NR SBR	натуральный каучук смеси из стирол-бутадиенового каучука	–	нет	100	5 - 10	300 - 600	60 - 70 (A)	умеренная	1,0	нет	умеренно	очень хорошая				
	2G	SIR	силиконовый каучук	0,22	нет	50		300 - 600	40 - 80 (A)			хорошо						
	3G	EPR	смесь из этилен-пропилена	–	нет	200		200 - 400	65 - 85 (A)			очень хорошо	хорошая					
	4G	EVA	смесь из этиленвинилацетата	–	нет	100	8 - 12	250 - 350	70 - 80 (A)	хорошо								
	5G	CR	смесь из полихлоропрена	–	хлористый водород	50	10 - 20	400 - 700	55 - 70 (A)	средняя	1,0	нет	очень хорошо	умеренно-хорошая				
	6G	CSM	хлорсульфанированная смесь полиэтилена	–		50		350 - 600	60 - 70 (A)		1,5			умеренная				
Теплоустойчивые материалы	10Y	PVDF	поливинилиденфторид Kynar® / Dyflor®	0,17	фтористый водород	10	50 - 80	150	75 - 80 (D)	очень хорошая	0,01			нет	очень хорошо	очень хорошая		
	7Y	ETFE	этилететрафторэтилен Tefzel®	0,24	да	10	40 - 50	150	70 - 75 (D)								0,02	
	6Y	FEP	перфлуорэтиленпропилен Teflon®	0,26	да	1	15 - 25	250	55 - 60 (D)									
	5YX	PFA	перфлуоралкокиси Teflon®	0,21	да	0,1	25 - 30	250	55 - 60 (D)		0,01							
	5Y	PTFE	политетрафлуорэтилен Teflon®	0,26	да	0,1	80	50	55 - 60 (D)									
	Безгалогенные смеси	H	не сшитый	полимерная смесь не содержащая галогена	0,17	нет	100	8 - 13	150 - 250			65 - 95 (A)	средняя				0,2 - 1,5	да
		HX	сшитый	полимерная смесь не содержащая галогена	0,20	нет	200		150 - 250									

*Свойства действительны для переработанных материалов

1) Топливом может быть например: хлористый углеводород

2) В зависимости от типа смеси

Химическая стойкость

Химическая стойкость органических веществ

Вещества	Концентрация в %	Температура до в С°	PVC	PE	PUR	H	Silikon	Хлоро- преновая резина (неопрен)	Teflon	PETP
ацетон		20	–		O			O		
этиловый спирт	100	20	–	+	O	–	+	+	+	
этилхлорид		50	–		O					
этиленгликоль		100	O		–	+				
муравьиная кислота	30	20	–	+	–			+	+	–
анилин		50	–							
бензин		50	–	–	+	–	O	–	+	+
бензол		50	–		–		–			
янтарная кислота, водн. р-р	нас.	20	+						+	
тормозная жидкость		100	O		–					
бутан		20	+				O			
орг. масло		50	+		O		+		+	
хлорбензол		30	–		–		–			
хлоопрен		20	–		–		–			
диэтиленгликоль		20	O		+		–			
дизельное масло			–		+	–	O		+	O
ледяная уксусная кислота	20	50	–		–		+		+	+
уксусная кислота	20		O	O		–			+	+
фреон		20	–		O		–			
трансмиссионное масло		100	+		O		O			O
глицерин	кажд.	50	+		+		+			
гидравлическое масло		20	–		O*	–	–		+	
изопропиловый спирт	100	20	–	+	O*		O	O	+	+
керосин		20			+					
машинное масло		20	O		O	–	+	O	+	O
метанол		20	–		–		+			+
метиловый спирт	100		O	+	O			O	+	+
метил хлорид		20	–		–		–			O
молочная кислота	10		–		–		–		+	O
миниральное масло					O*					+
моторное масло		120	+	–		–		+		+
оливковое масло		50	+	+	+		+		+	–
оксалоная кислота	нас.	20	+ O		O		O	+		
парафиновое масло					+					
растительное масло			+	+	+	–		O	+	O
растительные жиры			+	+	+	–		O	+	O
масло для резки			O		+	–	+	O	+	
смола		20	+		–					
тетрахлорид углерода	100	20	+		–		–			
толуол							–			O
трихлорэтилен	100	20	+				+			
винная кислота, р-р			+			O	+	+	+	+
лимонная кислота			+			O	+	+	+	+

+ стойкий

O достаточно стойкий

– не стойкий

* испытывается в каждом конкретном случае

кажд. = каждая концентрация

нас. = насыщенный

в. р-р = водный раствор

Представленная для вашей компетенции информация основана на нашем многолетнем опыте и современных знаниях. Но мы бы хотели обратить ваше внимание на то, что эта информация предоставлена без обязательств и должна восприниматься, как руководство. Окончательное решение может быть принято только после практических условий.

Химическая стойкость

Химическая стойкость неорганических веществ

Вещества	Концентрация в %	Температура до в С°	PVC	PE	PUR	H	Silikon	Хлоро- преновая резина (неопрен)	Teflon	PETP
квасцы	нас.	20	+			O	O	–	+	+
соли алюминия	кажд.	20	+				O			+
аммиак, водный раствор	10	20	+			+	–	+	+	+
ацетат аммония, водный раствор	кажд.	20	+					+		+
карбонат аммония, водный раствор	кажд.	20	+						+	+
хлорид аммония, водный раствор	кажд.	20	+			+			+	+
бариева соль	кажд.	20	+		+	+	O	+	+	+
борная кислота	100	20	+	+	O	O	+	+	+	+
хлорид кальция, водный раствор	нас.	20	+		+	O	O		+	+
хлорид кальция, водный раствор	10 - 40	20				+				
нитрат кальция, водный раствор	нас.	20	+		+		O		+	+
соли хрома, водный раствор	нас.	20	+							+
карбонат калия, водный раствор		20	+		+			+	+	+
хлорат калия, водный раствор	нас.	20	+		O		O		+	+
хлорид калия, водный раствор	нас.	20	+	+	+	–		+		+
дихромат калия, водный раствор		20	+	+				+	+	+
иодид калия, водный раствор		20	+		+		O	+	+	+
нитрат калия, водный раствор	нас.	20	+	+	+	+	O	+	+	+
перманганат калия, водный раствор		20	O		+	–			+	+
сульфат калия, водный раствор		20	+		+	+	O	+	+	+
соли меди, водный раствор	нас.	20	+		+	+	O	+	+	+
соли магнезия, водный раствор	нас.	20	+		+	O	O			+
бикарбонат натрия, водный раствор		20	+		O	O		+	+	+
бисульфит натрия, водный раствор		20	+		+	–		+	+	+
хлорид натрия, водный раствор		20	+		+	+	O	+	+	+
триосульфат натрия, водный раствор		20	+		+	O		+	+	+
натровой щелок	50	50	+							
соли никеля, водный раствор	нас.	20	+		+	+	O	+	+	+
нитробензол	100	50	–			–				
фосфорная кислота	50	20	+		+	–		O		+
ртуть	100	20	+	+	+	+	+	+	+	+
ртутные соли	нас.	20	+	+	+	O	+	+	+	+
азотная кислота	30	20	–	–	–	–	–	–	+	O
соляная кислота	конц.	20	–	+	–	–	–	–	+	O
двуокись серы		20	+	O	–		–	–	+	O
сероуглерод		20	–		–	–	–	–	–	+
серная кислота	50	50	+							+
сероводород		20	+		+				+	+
морская вода		20	+		+	+	O	+	+	+
соли серебра, водный раствор		20	+		+	+	O	+	+	+
моющие средства	2	100	–		–		–			+
вода (дестил.)		20	+							+
перекись водорода, водный раствор		20	+		O		+	+	+	+
цинковые соли, водный раствор		20	+		–	O		+	+	+
цинк -II-хлорид		20	+				O	+	+	+

+ стойкий
O достаточно стойкий
– не стойкий
* испытывается в каждом конкретном случае

кажд. = каждая концентрация
нас. = насыщенный
в. р-р = водный раствор

Представленная для вашей компетенции информация основана на нашем долголетнем опыте и современных знаниях. Но мы бы хотели обратить ваше внимание на то, что эта информация предоставлена без обязательств и должна восприниматься, как руководство. Окончательное решение может быть принято только после практических условий.

Радиусы изгиба

Минимальные допустимые радиусы изгиба по DIN VDE 0298 часть 3

Тип кабеля	Номинальное напряжение до 0,6/1 кВ				Номинальное напряжение более 0,6 / 1 кВ
Кабели для стационарной прокладки	Наружный диаметр кабеля или толщина плоского кабеля в мм				
	до 10	от 10 до 25	от 25		
при стационарной прокладке	4 d	4 d	4 d		6 d
При прокладке	1 d	2 d	3 d		4 d
Гибкие кабели	Наружный диаметр кабеля или толщина плоского кабеля в мм				
	до 8	от 8 до 12	от 12 до 20	от 20	
при стационарной прокладке	3 d	3 d	4 d	4 d	6 d
при свободном движении	3 d	4 d	5 d	5 d	10 d
При монтаже	3 d	4 d	5 d	5 d	10 d
при принудительном ведении ¹⁾ применение в барабанах	5 d	5 d	5 d	6 d	12 d
Приводные тележки	3 d	4 d	5 d	5 d	10 d
Применение в приводных цепях	4 d	4 d	5 d	5 d	10 d
Подвесные (роликовые) системы	7,5 d	7,5 d	7,5 d	7,5 d	15 d

Примечания:

d = внешний диаметр кабеля или толщина плоского кабеля.

¹⁾ Пригодность для этого типа операции должна быть обеспечена специальными конструктивными особенностями.

Для типов кабелей, с несколькими видами применения, требуется консультация производителя.

Основные формулы для электротехники

Поперечное сечение и расчет диаметра провода		
$A = d^2 \cdot 0,785 \cdot n$	$A = \text{сечение провода, мм}^2$	
	$Z = \text{диаметр провода, мм}$	
	$n = \text{Количество отдельных проводов}$	
$Z = \sqrt{1,34 \cdot n \cdot d}$	$d = \text{отдельный провод-Ø, мм}$	

Сопротивление проводника		
$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$	$R = \frac{L}{\kappa \cdot S}$	$R = \text{электрическое сопротивление, } \Omega$
		$G = \text{электрическая проводимость, } S$
		$S = \text{Сечение провода, мм}^2$
		$L = \text{Длина проводника, м}$
		$\rho = \text{удельное сопротивление (Rho)}$
		$\kappa = \text{удельная электропроводимость (каппа)}$
Пример	Данные требуется	$L = 800 \text{ м}, R = 100 \Omega, S = 0,15 \text{ мм}^2$ $\kappa = \text{электропроводимость}$
метод расчета	$\kappa = \frac{L}{R \cdot S} = \frac{800 \text{ м}}{100 \Omega \cdot 0,15 \text{ мм}^2} = 53,3 \frac{\text{м}}{\Omega \cdot \text{мм}^2}$	

Закон Ома		
$I = \frac{U}{R}$	$I = \text{сила тока, А}$	
	$U = \text{электрическое напряжение, В}$	
	$R = \text{электрическое сопротивление, } \Omega$	
	Пример	
	$U = 220 \text{ В}; R = 980 \Omega$	
	$I = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ В}}{980 \Omega}$	
	$I = 0,22 \text{ А}$	

Вол. сопротивление		
$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$	$Z = \text{сопротивление, } \Omega$	
	$L = \text{индуктивность, Гн}$	
	$C = \text{ёмкость, Ф}$	
Для коаксиальных кабелей	$\epsilon_r = \text{диэлектрическая проницаемость}$	
$Z = \frac{60}{\epsilon_r} \cdot \ln \frac{D}{d}$	$\ln = \text{натуральный логарифм}$	
	$D = \text{Ø диэлектрика}$	
	$d = \text{Ø центрального проводника}$	

Рабочая ёмкость проводника/масса		
$C = \frac{\epsilon_r \cdot 10^3}{18 \cdot \ln \cdot \frac{D}{d}}$	$C = \text{Ёмкость в пФ/м}$	
	$\epsilon_r = \text{диэлектрическая проницаемость}$	
	$D = \text{Ø диэлектрика}$	
	$d = \text{Ø центрального проводника}$	
	$\ln = \text{натуральный логарифм}$	

Сопротивление / Температура		
$R_W = R_K (1 + \alpha \cdot \Delta u)$	$R_K = \text{в холодном состоянии при } +20^\circ\text{C, } \Omega$	
	$R_W = \text{Сопротивление в нагретом состоянии, } \Omega$	
$R_W = R_K + \Delta R$	$\Delta R = \text{изменение сопротивления, } \Omega$	
$\Delta R = \alpha \cdot R_K \cdot \Delta u$	$\Delta u = \text{изменение температуры, } ^\circ\text{C}$	
	$\alpha = \text{температурный коэффициент}$	
$\Delta u = \frac{R_W - R_K}{R_K \cdot \alpha}$	$Cu = 0,0039 \text{ } 1/^\circ\text{C}$	
	$Alu = 0,00467 \text{ } 1/^\circ\text{C}$	
	Пример	
	$\Delta u = 70^\circ\text{C}$	
	$R_K = 100 \Omega$	
	$\alpha = 0,0039 \text{ } 1/^\circ\text{C}$	
	$R_W = R_K \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta u)$	
	$R_W = 100 \text{ W} (1 + 0,0039 \cdot 70)$	
	$R_W = 127,3 \Omega$	

Последовательное соединение (включение) с...		
Резисторы	$R_g = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$	
Конденсаторы	$\frac{1}{L_g} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots$	
Индукторы	$L_g = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$	

Параллельное соединение (включение) с...		
Резисторы	$\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$	
Два резистора	$R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$	
Конденсаторы	$C_g = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$	
Индукторы	$\frac{1}{L_g} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots$	

Десятичный порядок (приставки)			
10^{12}	тера	T	1 000 000 000 000
10^9	гига	G	1 000 000 000
10^6	мега	M	1 000 000
10^3	кило	k	1 000
10^2	гекто	h	100
10^1	дека	da	10
10^0			1
10^{-1}	деци	d	0,1
10^{-2}	санти	c	0,01
10^{-3}	милли	m	0,001
10^{-6}	микро	μ	0,000 001
10^{-9}	нано	n	0,000 000 001
10^{-12}	пико	p	0,000 000 000 001

Основные формулы для электротехники

Падение напряжения (электротехника сильных токов)		
Символ	Описание и ед. измерения	Формулы
u	Падение напряжения в В	
на данном токе		
	- для постоянного тока	$u = \frac{2 \cdot I \cdot l}{\kappa \cdot q}$
	- для однофазн. перемен. тока	$u = \frac{2 \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot l}{\kappa \cdot q}$
	- для переменного тока	$u = \frac{1,732 \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot l}{\kappa \cdot q}$
для данной эл. линии		
	- для постоянного тока	$u = \frac{2 \cdot I \cdot P}{\kappa \cdot q \cdot U}$
	- для однофазн. перемен. тока	$u = \frac{2 \cdot I \cdot P}{\kappa \cdot q \cdot U}$
	- для переменного тока	$u = \frac{I \cdot P}{\kappa \cdot q \cdot U}$
I	Рабочий ток в А	
l	длина кабеля питания в м	
κ (Каппа)	Проводимость проводника (м / Ωмм²) (κ-Си-проводник: 56, κ-Al проводник: 33)	
u	Падение напряжения в вольтах (В)	
U	Рабочее напряжение в В (В)	
P	Мощность в ваттах (Вт)	
q	Сечение провода в мм²	
Номинальное напряжение (выражается указанием двух значений постоянного и переменного напряжения U ₀ / U в В)		
U ₀ /U	= напряжение между проводом и землёй / напряжение между главными проводами	
U ₀	Напряжение между проводником и землей или металлическим покрытием (экран, армирование, концентрический проводник)	
U	Напряжение между наружным проводниками	
U ₀	U/3 для трехфазных случаев	
U ₀	U/2 для однофазных и моментов переменного тока	
U ₀ /U ₀	внешний проводник заземлен, для однофазных и переменного тока моментов	

Математические символы		
=	равен	< меньше чем
≠	не равен	> больше чем
~	пропорциональный	≤ меньше или равно
≈	почти равны	≥ больше или равно
Σ	Сумма	∞ бесконечность
Δ	разница	Π (3,14)
		sin синус
		cos косинус
		tan тангенс
		cot котангенс
		∩ пересечение
		∪ объединение

Сечение проводника (среднее напряжение)		
Символ	Описание и единица	Формулы
q	Поперечное сечение мм²	
на данном токе		
	- для постоянного тока и Однофазный переменный ток	$q = \frac{2 \cdot I \cdot l}{\kappa \cdot u}$
	- для переменного тока	$q = \frac{1,732 \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot l}{\kappa \cdot u}$
для данной эл. линии		
	- для постоянного тока и Однофазный переменный ток	$q = \frac{2 \cdot I \cdot P}{\kappa \cdot u \cdot U}$
	- для переменного тока	$u = \frac{I \cdot P}{\kappa \cdot u \cdot U}$
I	Рабочий ток в А	
l	длина кабеля питания в м	
κ (Каппа)	Проводимость проводника (м / Ω мм²) (κ-Си-проводник: 56, κ-Al проводник: 33)	
u	Падение напряжения в вольтах (В)	U Рабочее напряжение в В (В)
P	Мощность в ваттах (Вт)	
q	Сечение провода в мм²	

Электромонтажные работы			
Символы	Обозначения	Ед. измерения	Формулы
W	эл. энергия	Ws (Вт-сек)	W = P · t
P	эл. мощность	W (Вт)	
t	время (продолжительность)	S (сек)	$W = \frac{U^2 \cdot t}{R}$
I	Сила тока	A (А)	
U	Напряжение	V (В)	W = I² · R · t
R	Сопротивление	Ω	W = U · I · t
Пример данные t = 0,05 сек, U = 220 В, I = 0,25 А			
Определить эл. энергию Ws (Ватт-секунда)			
метод расчета W = U · I · t			
W = 220 В · 0,25 А · 0,05 сек = 2,25 Вт-сек			

Определение пожарной нагрузки

Определение пожарной нагрузки

KAWEFLEX® 4220-SK-C-PUR 4 G 10

Формула:

(вес кабеля – вес меди) x теплота сгорания наиболее неблагоприятного материала.

Пример:

Общий вес: 656,0 кг / км

- Cu Вес: - 464,0 кг / км

Пластиковая вставка = 212,0 кг / км

Значение теплоты сгорания H_u для PELON® = 25 кДж/г
Значение теплоты сгорания H_u для PUR = 25 - 29 кДж/г (нормально огнестойкие) среднее значение для PUR 27 кДж/г,
что соответствует 27.000 кДж /кг

Расчет:

$27.000 \text{ кДж /кг} \times 212,0 \text{ кг/км} = 5.724.000,0 \text{ кДж /км} = 5.724,0 \text{ МДж /км.}$

Это дает значение:

$5.724 \text{ МДж /км} = 1.591,27 \text{ кВтч/км}$ (старая единица измерения)

Значение пожарной нагрузки = 1,59кВт/м

Значение теплоты сгорания в кДж/кг:	PVC	15,3 кДж/г
	PE	46,5 кДж/г
	PP	46,0 кДж/г
	PELON®	25,0 кДж/г
	PUR	25,0 - 29,0 кДж/г

конверсия:	1 МДж /м2	соответствует 0,278 кВтч/м2
	1 кВтч /м2	соответствует 3,6 МДж/м2
	1 Втч/м2	соответствует 3,6 кДж /м2

Англо-американские размеры

Размеры проводников в США, как правило, указаны в соответствии с AWG-номерами (AWG = American Wire Gauge).

Эти AWG-номера соответствуют британским B&S-номерам (BS = Brown&Sharp).

AWG Nr.	сечение мм²	диаметр мм	сопротивление Ω/км
1000 MCM*	507	25,4	0,035
750	380	22,0	0,047
600	304	19,7	0,059
500	254	20,7	0,07
400	203	18,9	0,09
350	178	17,3	0,10
300	152	16,0	0,12
250	127	14,6	0,14
4/0	107,20	11,68	0,18
3/0	85,00	10,40	0,23
2/0	67,50	9,27	0,29
0	53,40	8,25	0,37
1	42,40	7,35	0,47
2	33,60	6,54	0,57
3	26,70	5,83	0,71
4	21,20	5,19	0,91
5	16,80	4,62	1,12
6	13,30	4,11	1,44
7	10,60	3,67	1,78
8	8,366	3,26	2,36
9	6,63	2,91	2,77
10	5,26	2,59	3,64
11	4,15	2,30	4,44
12	3,30	2,05	5,41
13	2,62	1,83	7,02
14	2,08	1,63	8,79
15	1,65	1,45	11,20
16	1,31	1,29	14,70
17	1,04	1,15	17,80
18	0,8230	1,0240	23,0
19	0,6530	0,9120	28,3
20	0,5190	0,8120	34,5
21	0,4120	0,7230	44,0
22	0,3250	0,6440	54,8
23	0,2590	0,5730	70,1
24	0,2050	0,5110	89,2
25	0,1630	0,4550	111,0
26	0,1280	0,4050	146,0
27	0,1020	0,3610	176,0
28	0,0804	0,3210	232,0
29	0,0646	0,2860	282,0
30	0,0503	0,2550	350,0
31	0,0400	0,2270	446,0
32	0,0320	0,2020	578,0
33	0,0252	0,1800	710,0
34	0,0200	0,1600	899,0
35	0,0161	0,1430	1125,0
36	0,0123	0,1270	1426,0
37	0,0100	0,1130	1800,0
38	0,00795	0,1010	2255,0
39	0,00632	0,0897	2860,0
40	0,00487	0,079	3802
42	0,00317	0,064	5842
44	0,00203	0,051	9123

4/0 можно записать: 0000; 1 мил = 0,001 дюйма = 0,0254 мм

* Размеры, указанные в MCM (круговой мил) для больших сечений

1 см = 1 циркуляр. Мил. = 0,0005067 мм²

1 MCM = 1000 циркуляр. Милс = 0,5067 мм²

Англо-американские размеры

Масса		Сила	
1 гран	= 64,8 мг	1 lb (фунт)	= 4,448 Н
1 драм	= 1,77 г	1 brit. Ton (брит. тонна)	= 9954 Н
1 oz (унция)	= 28,35 г	1 pdl (паундаль)	= 0,1383 Н
1 lb (фунт)	= 0,4536 кг	1 kp (килограмм-сила)	= 9,81 Н
1 стоун	= 6,35 кг	1 Н (Ньютон)	= 1,02 kp
1 qu (кварта)	= 12,7кг		
1 US-cwt (Хандредвейт)	= 45,36 кг	Работа	
1 US ton (тонна США(к.тонна)	= 0,907 т	1 hp x h	= 1,0139 PS x h
1 brit ton (брит. Тонна,дл. тонна)	= 1,016 т		= 2,684 x 100000 Дж
			= 746 Вт x ч
		1 BTU брит. термич. ед.	= 1055 Дж
Длина		Мощность	
1 mil (мил)	= 0,0254 мм	1 PS Pferdestärke (PS = 0,986 hp)	= 0,736 кВт
1 in (дюйм)	= 25,4 мм	1 кВт	= 1,36 PS
1 ft (фут)	= 0,3048 м	1 hp (horse power (лошадиная сила))	= 0,7457 кВт
1 yd (ярд)	= 0,9144 м	1 кВт	= 1,31 hp (л.с.)
1 ch (чейн)	= 20,1 м		
1 мм	= 0,039370 in	Вес на единицу длины	
1 м	= 39,370079 in	1 lb/mile (фунт/мили)	= 0,282 кг/м
1 mile (сухопутная миля)	= 1,609 км	1 lb/yard (фунт/ярд)	= 0,496 кг/м
1 mile (морская миля)	= 1,852 км	1 lb/foot (фунт/фут)	= 1,488 кг/м
Площадь		Давление	
1 CM (кв.мил)	= 0,507x0,001 мм²	1 psi (фунт-сила/дюйм²)	= 68,95 мбар
1 MCM	= 0,5067 мм	1 lb/sq. ft.(фунт/кв.футов)	= 0,478 мбар
1 sq. inch (кв.дюйм)	= 645,16 мм²	1 pdl/sq. ft.	= 1,489 Н/м²
Температура		1 in Hg (дюйм рт. ст.)	= 33,86 мбар
F (Фаренгейт)	= (1,8xС) + 32°	1 ft H2O (фут вод. ст.)	= 2,491 мбар
С (Цельсия)	= 0,5556 x (F - 32°)	1 in H2O (дюйм вод. ст.)	= 2,491 мбар
Скорость		1 Н/мм²	= 10 бар
1 mile/h (миля/ч)	= 1,609 км/ч	1 kp/мм²	= 1422 psi (фунт/кв.дюйм)
1 Knoten (морской узел)	= 1,852 км/ч	1 at (ат техническая атмосфера)	= 1 kp/см²
Объем		1 Torr (торр = 1 мм рт. ст.)	= 1 мм Hg
1 cu. Inch (куб дюйм)	= 16,387 см³	1 бар (барель)	= 0,1 Н Па
1 cu. Foot (куб фут)	= 28,3167 дм³	1 Па (Паскаль)	= 1 Н/м²
1 cu. Yard (куб ярд)	= 0,764551 м³	Плотность	
1 gallon (US) (галлон США)	= 3,78540 л	1 lb/cu. ft.(фунт/куб.футов)	= 16,02 кг/м3
1 gallon (brit.) галлон брит	= 4,546 л	1 lb/su. In.(фунт/куб.дюйм)	= 27,68 т/м3
1 quart (US) кварта США	= 0,946 л		
1 barrel (US) баррель США	= 158,98 л		
1 м³	= 35,3148 cu.ft.		
1 дм³	= 61,0239 cu. in.		
Электрические единицы			
1 ohm/1000 yd	= 1,0936 Ω/км		
1 ohm/1000 ft	= 3,28 Ω /км		
1 μF/mile	= 0,62 мкФ/км		
1 megohm/mile	= 1,61 МОм/км		
1 μF/foot	= 3,28 пФ/м		
1 decibel/mile	= 71,5 мН/м		

Расчет на базе меди

Цена на медь

Кабели и линии продаются по текущему курсу меди (DEL). DEL биржевой курс немецкой электролитической меди, для токопроводящих жил, т.е. 99,5% чистая медь. DEL указывается в евро за 100 кг. Биржевой курс вы можете найти в деловом блоке ежедневных газет под заголовком „Товарные рынки“.

Пример: DEL 161,40 означает:
100 кг меди (Cu) стоит 161,40 евро.

Для кабелей и проводов добавляется 1% к стоимости биржевой котировки меди.

База меди

Часть цены на медь уже содержится в объявленной рыночной цене прайс-листа значительной доли кабелей. Она, также, указана в Евро за 100 кг.

- 150,00 евро / 100 кг для большинства кабелей и проводов
- 100,00 евро / 100 кг для кабелей телефонных
- 000,00 евро / 100 кг как пример, кабели заземления (например, силовые кабели NYU), т.е., полная цена.

Вес меди

Индекс меди является весом меди в кабеле или проводе (это значение указано для каждого кабеля в каталоге).

Пример: KAWEFLEX® 3130 4 G 1,5 мм²
Вес меди, как записано в каталоге 60 кг/км

Таким образом, вес меди, содержащейся в 1 км кабеля, составляет 60 кг.

Формула для расчета надбавки меди

Вес меди (кг/км) x (DEL + 1% расходов на закупки – база меди): 100 = надбавка меди в евро/км

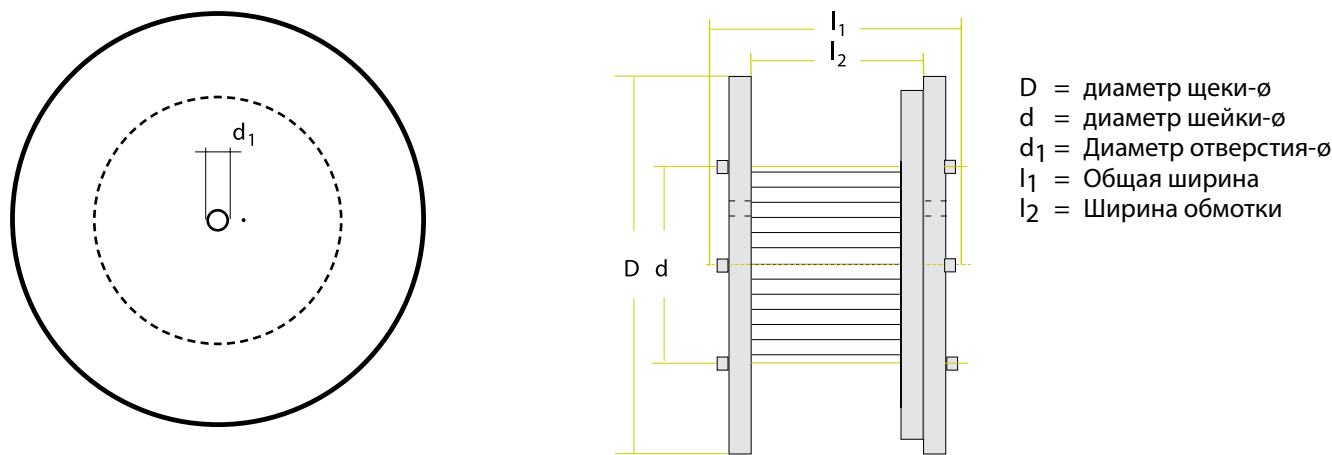
Пример: KAWEFLEX® 3130 4 G 1,5 мм²
DEL 400,00 Евро/100кг
Cu-база 150,00 Евро/100кг
Cu-вес 60 кг/км

60 кг/км x (400,00 + 4,0 – 150,00) : 100 = 152,4 Евро/км

Предполагая, что котировка меди DEL = 400,00 Euro эта сумма является надбавкой меди за 1 км KAWEFLEX® 3130 4G1,5мм².
Во всех счетах, как правило, надбавка меди указывается отдельно.

КТГ – кабельные барабаны: размеры, вес и емкость

Размеры, вес и ёмкость



Пластиковые барабаны

Номер барабана	Диаметр щеки-Ø мм	Диаметр шейки-Ø мм	Общая ширина l ₁ мм	Ширина обмотки l ₂ мм	Вес барабана кг	Максимальная Грузоподъёмность кг
050/7	500	150	456	404	4	100
070	710	355	510	400	15	250
080	800	400	510	400	16	350
090	900	450	680	560	23	400
100	1000	500	704	560	32	500

Деревянные барабаны (стандарт)

Номер барабана	Диаметр щеки-Ø мм	Диаметр шейки-Ø мм	Общая ширина l ₁ мм	Ширина обмотки l ₂ мм	Вес барабана кг	Максимальная Грузоподъёмность кг
051	500	150	470	410	8	100
071	710	355	520	400	25	250
081	800	400	520	400	31	400
091	900	450	690	560	47	750
101	1000	500	710	560	71	900
121	1250	630	890	670	144	1700
141	1400	710	890	670	175	2000
161	1600	800	1100	850	280	3000
181	1800	1000	1100	840	380	4000
201	2000	1250	1350	1045	550	5000
221	2240	1400	1450	1140	710	6000
250	2500	1400	1450	1140	875	7500
251	2500	1600	1450	1130	900	7500
281	2800	1800	1635	1280	1175	10000

КТГ – кабельные барабаны: размеры, вес и емкость

Наматываемые длины в метрах, в зависимости от размера барабана и диаметра-Ø кабеля

Ø-кабеля мм	071 07	081 08	091 09	101 10	121 12	141 14	161 16/8	181 18/10	201 20/12	221 22/14	250 25/14	251 25/16	281 28/18	
6	2024	2755												6
7	1481	2340												7
8	1064	1463	2731											8
9	892	1152	2202	2866							Kd = номер барабана D = Ø кабеля			9
10	677	980	1768	2349										10
11	564	761	1404	1912										11
12	468	643	1206	1540										12
13	385	542	1032	1339	2727									13
14	364	454	881	1159	2255	2967								14
15	297	430	749	1000	1991	2479								15
16	239	358	632	860	1756	2205								16
17	228	294	603	736	1545	1959								17
18	218	281	505	705	1355	1737								18
19	172	228	485	599	1184	1535	2722							19
20	165	219	402	576	1139	1352	2435	2831						20
21	159	211	387	485	991	1304	2172	2527						21
22	122	167	315	468	856	1145	1931	2248						22
23	117	161	304	389	827	999	1869	2172	2953					23
24	113	156	294	377	709	967	1657	1927	2608					24
25	110	151	285	365	688	839	1608	1867	2522					25
26	80	116	228	299	688	814	1419	1650	2218					26
27	78	113	221	290	567	700	1244	1450	2150	2861				27
28	76	109	215	282	550	681	1211	1409	1879	2777				28
29	73	106	209	226	462	663	1180	1371	1826	2450				29
30	71	103	162	220	450	564	1028	1197	1583	2383				30
31		76	157	214	438	550	1003	1166	1540	2089				31
32		74	153	209	428	537	866	1009	1500	2035	2978	2491		32
33		72	150	204	352	451	846	985	1289	1984	2908	2428		33
34			146	158	344	441	828	962	1257	1726	2605	2134		34
35			108	154	336	431	707	824	1227	1685	2547	2083	2890	35
36			105	151	329	422	692	806	1041	1646	2271	2035	2822	36
37			103	148	265	348	678	788	1017	1418	2223	1774	2759	37
38				144	259	341	664	772	994	1386	1969	1735	2432	38
39				107	254	334	560	653	972	1356	1930	1697	2379	39
40				105	249	327	549	640	812	1328	1892	1466	2329	40
41				102	244	264	539	627	795	1130	1664	1435	2036	41
42				100	190	259	529	615	779	1107	1633	1406	1995	42
43					187	254	437	511	763	1085	1603	1199	1956	43
44					183	249	430	502	749	1064	1574	1175	1693	44
45					180	245	422	492	611	890	1373	1153	1661	45
46					177	240	415	484	600	874	1349	1131	1630	46
47					174	187	408	475	589	858	1326	1110	1600	47
48					129	184	330	386	578	842	1144	931	1367	48
49					127	181	325	380	568	828	1125	914	1343	49
50					125	178	319	373	558	678	1107	898	1320	50
51					123	175	314	367	442	666	1089	883	1298	51
52					121	172	310	361	435	655	1072	869	1276	52
53						170	305	356	428	644	912	713	1073	53
54						126	239	280	421	634	898	701	1055	54
55						124	235	276	414	624	885	690	1039	55
56						122	232	271	408	614	872	679	1022	56
57						121	228	267	401	488	860	668	1006	57
58						119	225	263	304	480	719	658	991	58
59						117	222	260	300	473	709	649	815	59
60							219	256	295	466	699	639	803	60
61							216	252	291	460	689	609	791	61
62							161	190	287	453	680	501	780	62
63							159	187	282	447	671	494	769	63
64							157	184	279	441	663	487	759	64
65							155	182	275	335	541	481	748	65
66							153	180	271	330	534	474	739	66
67							151	177	267	326	528	468	589	67
68								175	264	321	521	462	581	68
69								173	186	317	515	456	574	69
70								171	184	313	509	450	566	70
71								168	182	309	503	343	559	71
72								166	179	305	497	338	552	72
73								164	177	301	491	334	545	73
74								162	175	298	486	330	539	74

Зарегистрированные товарные знаки

® Зарегистрированные товарные знаки TKD KABEL GmbH

ALINDUFLEX®
ALINDUPLUS®
DATATRONIC®
ELITRONIC®
KAWEFLEX®
KAWEFLEX® Allround
PAARTRONIC®
PELON®
TEKAPLUS®

Зарегистрированные торговые марки и товарные знаки других компаний:

HYPALON®	(DuPont)
KAPTON®	(DuPont)
KEVLAR®	(DuPont)
NEOPRENE®	(DuPont)
TEFLON®	(DuPont)
TEFZEL®	(DuPont)
THERMI-POINT®	(AMP)
MAXI-THERMI-POINT®	(AMP)
KYNAR®	(Atofina)
STYROFLEX®	(BASF)
DYFLOR®	(Degussa)
INTERBUS-S®	(Phoenix Contact)
SUCCOnet P®	(Klöckner-Möller)
MODULINK P®	(Weidmüller)
VariNet-P®	(Pepperl+Fuchs)
INTERBUS-P®	(Phoenix Contact)
SINCE®	(SIEMENS)
F.I.P®	(F.I.P. Nutzergruppe)
PROFIBUS®	(PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.)
Profinet®	(PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.)
Thinwire (net)®	(Digital Equipment Corporation)
DeviceNet™	(Open Device Vendors Association, ODVA)
ETHERNET®	(Xerox)
SIMATIC®	(SIEMENS)
SafetyBUS p®	(Pilz)
DESINA®	VDW Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken
Hyperface DSL®	(SICK)
CORDAFLEX®	(Prysmian Cables + sytems)
RONDOfLEX®	(Prysmian Cables + sytems)
SPREADERFLEX®	(Prysmian Cables + sytems)
BASKETHEAVYFLEX®	(Prysmian Cables + sytems)

Кабельная маркировка

Сокращение дат в соответствии с DIN EN 60062

Мы добавляем дату производства, закодированную в соответствии DIN EN 60062 в маркировку на кабеле.

год	код	год	код
2010	A	2016	H
2011	B	2017	I
2012	C		
2013	D		
2014	E		
2015	F		

Месяц	код	Месяц	код
Январь	1	Июль	7
Февраль	2	Август	8
Март	3	Сентябрь	9
Апрель	4	Октябрь	O
Май	5	Ноябрь	N
Июнь	6	Декабрь	D

Пример: „D1“ означает дату производства январь 2013 года

Высота символов: 1/3 диаметра кабеля, мин. 3 мм
Печать: INKJET

Рекомендации по установке кабелей в кабельных цепях

Основные рекомендации по прокладке кабелей

- Растяжение и торсионные нагрузки никогда не должны применяться к кабелям.
За единственным исключением, если кабели разработаны и изготовлены, чтобы выдерживать такие нагрузки.
Соединение с разъемом всегда необходимо отключать, потянув за вилку, никогда не тяните за кабель.
- Кабели никогда не должны перегибаться. Не допускается, чтобы радиус изгиба был менее, чем минимальный радиус изгиба, указанный в наших спецификациях. То же самое относится и к хранению кабелей.
Пожалуйста, обратите внимание на диаметр сердцевин кабельных барабанов и бухт.
- Кабели не должны подвергаться значительным колебаниям температур и экстремальных погодных условий.
Избегайте хранения на открытом воздухе, где это не предусмотрено.
- Кабели всегда следует разматывать с барабанов или кабельных бухт.
Снятие в петлях (поверх барабана) вызывает изломы, которые могут привести к сбоям.
- Кабели, которые пострадали от механических повреждений, в результате давления, зажима или ушиба, должны быть выведены из эксплуатации.

Рекомендации по выбору и установке кабелей в буксируемых кабельных цепях

Есть еще много факторов, которые необходимо учитывать в случае монтажа кабелей в буксируемой цепи. Важность соблюдения руководства системы энергообеспечения в сложных механических установках, как правило, становится явным, только при возникновении проблемы или сбоя. Дорогостоящие простои и потери производства неизбежны без тщательного, компетентного выбора и правильной установки буксируемых цепей, входящих и совместимых кабелей для буксируемых цепей.

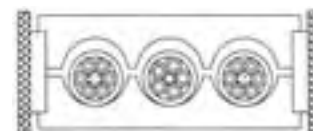
Информация о правильных кабелях доступна в соответствующих разделах нашего каталога. Если Вы не находите то, в чем нуждаетесь, пожалуйста, спросите нас. Мы в вашем распоряжении в любое время для совета и помощи в выборе наиболее подходящих типов по Вашей потребности. Лучшее решение: используйте наши ноу-хау и опыт на этапах разработки и в стадиях проектирования. Вместе мы найдем лучшие решения в вопросах Вашего кабеля для буксируемых цепей.

Установка кабелей в цепях питания должна осуществляться с особой тщательностью. Следующие рекомендации по монтажу основываются на многолетнем практическом опыте работы с кабелями в силовых цепях, а также благодаря совместному исследованию и обмену опытом с производителями цепей и со многими пользователями подвижных силовых цепей управления.

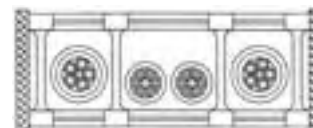
1. Кабели должны быть отобраны чрезвычайно тщательно.
Всегда выбирайте только кабели, которые подходят для использования в ваших буксируемых цепях.
2. Однослойные кабели должны быть предпочтительными многослойным конструкциям.
Если необходимо большое количество жил, они должны быть по возможности распределены на несколько кабелей.
3. Кабель с самым большим наружным диаметром является категоричным для определения размеров минимального радиуса изгиба подвижной цепи. Должны быть соблюдены значения минимального радиуса изгиба, которые заявлены в наших технических спецификациях, для продолжительности изгиба.
4. Установка без перекручивания, без растягивающего усилия, имеет самое большое значение. Не разматывайте кабель с бухт или барабанов через верх. Кабели нужно всегда разматывать с кабельных бухт и кабельных барабанов.
Они никогда не должны образовывать петли «по стороне» (опасность петель). Мы рекомендуем, чтобы кабели были выложены перед установкой, а еще лучше вывешены. Это позволит кабелям освободиться от внутреннего или остаточного кручения, т.е. «расслабиться». Осевого скручивания кабелей необходимо избегать при любых обстоятельствах. Только тогда кабель должен быть установлен в подвижной буксируемой цепи. И только потом законченная цепь должна быть установлена в машине.
Внимание: В соответствии с технологическим процессом маркировка нанесена на кабель по спирали вокруг кабеля.
Поэтому она не может быть использована в качестве руководства для прокладки кабеля без скручивания!

Рекомендации по установке кабелей в кабельных цепях

5. Кабели не должны пересекаться и накладываться один на другой в цепи. Принудительного ограничения в цепи следует избегать, т.е. кабели должны свободно перемещаться и вертикально и горизонтально, особенно, в области радиуса закругления цепи. Итого сечение цепи и полотна или сегмента отверстия должно быть заполнено максимум до 80-85% кабелями. Кабели не должны быть зафиксированы или связаны вместе в цепи.



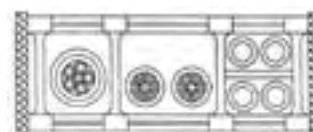
6. Распределение веса в буксируемой цепи должно быть максимально симметрично. Более тяжелые кабели должны быть установлены на внешней стороне, более легкие кабели – во внутренней части.



7. Использование цепочек с подразделенными камерами или полотнами рекомендовано в случае, когда цепи состоят из кабелей со значительно отличающимися диаметрами.

Это не является абсолютно необходимым в случае различий в диаметре до $\pm 20\%$.

Разделительные полосы должны быть установлены между слоями комбинаций многожильных кабелей.



8. Перед креплением кабелей к неподвижной точке, желательно управлять системой цепи около 10-20 циклов, для того, чтобы ослабить кабели и привести их в нейтральное положение. После примерно 24 часов работы, если это возможно, длина кабеля должна быть скорректирована.

9. Рекомендуется заменить все кабели после отказа работы цепи. В противном случае, скорее всего, уменьшится срок службы, как результат возможного чрезмерного натяжения кабелей.

10. Кабели должны фиксироваться или вестись в обоих концах с минимальным расстоянием кратным 30-кабельных диаметров от конечной точки изгиба кабеля.

Существуют различные типы крепления; все они имеют свои плюсы и минусы. В конечном счете, разработчик должен сам решить, какой тип крепления приносит большую выгоду для его конкретного применения. Мы рекомендуем:

Кабели с высокой гибкостью или незначительной собственной жесткостью: зажимы ставятся с ведущей стороны и в точке крепления цепи.

Кабели в вертикально смонтированных энерго-цепях: зажимы ставятся с ведущей стороны и в точке крепления цепи.

При перемещениях кабелей в пределах скользящей области цепи: Зажимы ставятся с ведущей стороны и в точке крепления цепи.

При больших перемещениях, за исключением кабелей с высокой гибкостью или незначительной собственной жесткостью: зажим с ведущей стороны, направляющая в точке крепления цепи.

Зажим должен быть установлен, большей площадью, на внешней оболочке. Это означает, что жилы кабеля не должны быть сдавлены; тем не менее, перемещение кабеля не должно представляться возможным. Ушибы жил значительно сокращают срок службы кабелей. Термин „направляющая“ означает, что кабели должны быть в состоянии двигаться вперед и назад, но не в стороны.

Есть ли у Вас еще вопросы? Звоните. Мы охотно проконсультируем Вас.

Рекомендации по монтажу барабанных и подвесных кабелей

Для барабанных кабелей, подвесных кабелей и прочных резиновых кабелей для намотки.

1. Переместите барабан с кабелем в место проведения работ, используя кабельную тележку или грузовик. Перекачивание барабана возможно только в исключительных случаях. Стрелка на барабане определяет направление прокрутки.

2. Там, где и когда это возможно, перед укладкой на рабочем барабане, выложите кабель в полную длину с помощью кабельных роликов. Отматывайте кабель с барабана только сверху.

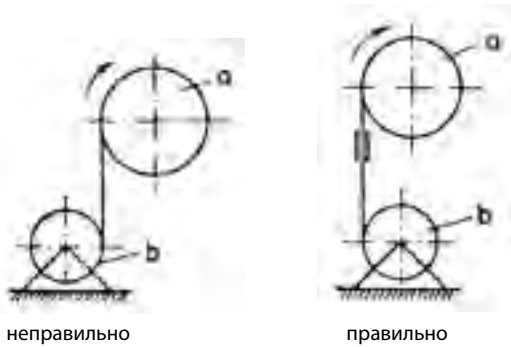
3. Если места, чтобы выложить кабель в полную длину, не достаточно, действуйте следующим образом:
Расположите кабельный барабан и барабанное устройство как можно дальше друг от друга. Вытягивайте кабель с барабана только сверху. При размотке кабеля не допускайте образования S-образных изгибов или падения в другую плоскость (см рисунок).

4. Для подготовленных кабелей – сначала прикрепите конец к барабанному устройству (деталь с контактным кольцом) без скручивания, закрепите на кабеле, намотайте на катушку оборудования, а затем подключите без скручивания для подачи питания и закрепите. Не позволяйте концам тянуться по полу.

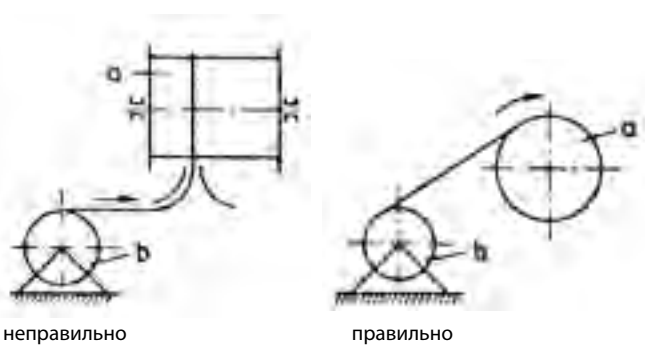
5. Если кабели поставляются без наконечников, они должны быть установлены после завершения намотки.
6. По крайней мере, два кабельных витка должны остаться на барабанном устройстве, когда устройство полностью выдвинуто.

7. Если автоматическая подача:
а) Происходит с барабана, находящегося ниже уровня опорной конструкции (для кранов: ниже уровня опорного рельса), в середине перемотки обернуть одним или двумя кабельными витками уравнительного кольца позади раструба. Затем, соединить зажимом и подключить кабель.
б) Происходит с барабана находящегося выше уровня опорной конструкции (для кранов: выше уровня опорного рельса), в конце перемотки, длина ненамотанного кабеля от катушки должна составлять, по крайней мере, 40 x диаметров кабеля перед винтовым зажимом в точке подачи. Когда установка будет находиться в конечной стадии, обернуть одним или двумя кабельными витками уравнительного кольца, а затем соединить зажимом и подключить кабель.

8. Кабели должны быть защищены от внешнего повреждения во время монтажа и эксплуатации.



Перемотка кабеля на рабочий барабан (а) с исходного барабана (b)

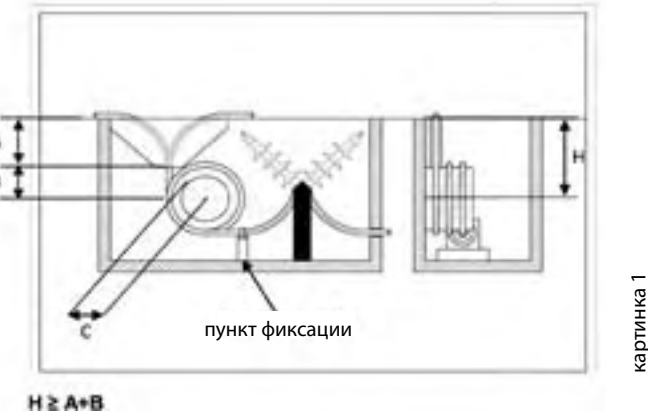


Подача питания , инсталяция

Чтобы увеличить путь перемещения тяжелого электрического оборудования такого как например, портовые краны подача питания происходит в середине пути движения. При таком подключении каждый переезд через середину означает смену направления. Для того, чтобы не ухудшить срок службы кабелей, необходимо обязательно соблюдать правила монтажа.

1. **Закрепление кабеля на разгрузочном барабане**
Советуем 2 ½ мотка кабеля намотать на разгрузочный барабан, чтобы при работе возникающую силу тяги соответственно коменсировать. При этом необходимо учитывать радиус изгиба.

2. **Закрепление кабеля для запитки**
Основная причина в применении разгрузочного барабана в том чтобы появляющиеся силы тяги на как можно более большом участке кабеля перехватить таким образом избежать повреждения на самом кабеле и в местах установки клемм. Закрепленный таким образом кабель свободно движется, или его можно закрепить муфтой. картинка 1



картинка 1

скорость передвижения t м/мин	A	B	C
< 100	12 x D	6 x D	6 x D
> 100 и < 200	12 x D	12 x D	12 x D

A = Радиус входящий раструб

B = Зона покоя

C = Радиус разгрузочного барабана

D = Диаметр кабеля

H = Высота разгрузочного барабана

Рекомендации по монтажу

Для подвесных кабелей / для прочных резиновых кабелей для намотки

1. Проверьте кабельные опоры:
для правильного движения без перекосов по расстоянию перемещения; легкость хода прогиба шкивов; ширина канавки прогиба шкивов должна быть, по крайней мере, на 12% больше, чем диаметр кабеля.
2. Переместите барабан с кабелем в место проведения работ, используя кабельную тележку или грузовик. Перекачивание барабана возможно только в исключительных случаях. Стрелка на барабане определяет направление перекачивания.
3. Наматывание длин на установочную катушку без скручиваний.
Не снимайте кабель над щекой барабана, используйте разматывающее устройство!
Соблюдайте диаметр изгиба при выполнении этой задачи.
Для кабелей до 21,5 мм в диаметре, диаметр изгиба = 10 x диаметр кабеля. Для кабелей больше, чем 21,5 мм в диаметре, диаметр изгиба = 12,5 x диаметр кабеля (VDE 0100).
4. Не снимайте кабель с установки в свободно смотанную бухту и не растягивайте.
Монтируйте катушку на установке в конце несущего кабеля так, чтобы кабель можно было снять с верхней части барабана.
Катушка должна быть всегда на противоположном конце от места установки.
5. Установить новый кабель, а используемый при этом тяговый канат или кабель не должен быть связанным (соединение происходит с помощью сквозного чулка) поверх кабеля и положения отклоняющего шкива в нижней точке крепления на опоре кабеля. Избегайте скручивания и перегибов кабеля.
6. Приспособьте кабель так, чтобы он висел свободно в среднем положении опоры кабеля.
7. Медленно, там, где это возможно, переместите устройство вдоль этого пути несколько раз прежде, чем фиксировать кабели на месте, и затем, присоедините их, используя широкие зажимы. Избегайте овального пережима.
8. Каждую рабочую длину следует накладывать отдельно.

Применение барабанных кабелей

область применения	Барабаны						
степень нагрузки	нормальн.	высокая	экстр.				
FESTOONFLEX PUR-HF	+	O	-	++	O	++	-
TROMMELFLEX (K) NSHTÖU	++	+	O	++	O	+	-
CORDAFLEX (SMK) (N)SHTÖU-J	+	++	++	+	++	-	++
TROMMELFLEX PUR-HF	+	++	++	+	++	+	++

- ++ основное применение
 + подходит для использования
 O частично подходит, требуется уточнение и консультация
 - не подходит для применения

Таблица выбора кабеля для подъемно-конвейерных систем

Круглые и плоские кабели										
область применения	Барабаны									страница каталога
степень нагрузки	нормальн.	высокая	экстр.							
H05VVH6-F, (H)05VVH6-F	–	–	–	++	–	O	–	–	–	06.01.01
H07VVH6-F, (H)07VVH6-F	–	–	–	++	–	O	–	–	–	06.01.02
YFLY, KYFLY	–	–	–	++	–	O	–	–	–	06.02.01
YCFLY, YFLCY, KYCFLY, KYFLCY (EMV)	–	–	–	++	–	O	–	–	–	06.02.02
H05VVD3H6-F, KYFLTY, KYFLTFY, KYCFLTY, KYFLTCY (EMV)	–	–	–	++	–	O	–	–	–	06.02.03
NGFLGÖU UL	–	–	–	++	–	O	–	–	–	06.03.01.01
M(StD)HÖU (EMV)	–	–	–	++	–	O	–	–	–	06.03.02.01
LSOH	–	–	–	++	–	O	–	–	–	06.04.01
FESTOONFLEX PUR-HF	+	O	–	++	O	++	–	–	–	06.12.01
FESTOONFLEX C-PUR-HF	–	–	–	++	O	++	–	–	–	06.12.02
FESTOONFIBERFLEX PUR-HF	+	–	–	++	O	+	–	–	–	06.12.05
KAWEFLEX® Allround	–	–	–	+	+	++	–	–	–	04.xx.xx
TROMMELFLEX PUR-HF	+	++	++	+	++	+	++	–	–	06.09.01
TROMMELFLEX PUR-HF SPREADER REEL	+	+	++	–	O	O	–	–	–	06.09.01.01
TROMMELFLEX-HD SPECIAL SPREADER REEL	+	+	++	–	O	O	–	–	–	06.09.01.02
TROMMELFLEX (K) NSHTÖU-J, (N)SHTÖU-J	++	+	O	++	O	+	–	–	–	06.09.02
TROMMELFLEX KSM-S (N)SHTÖU-J	+	++	++	O	O	++	O	–	–	06.09.05
TROMMELFLEX KSM-S (N)SHTÖU-J + LWL	+	++	++	O	O	++	O	–	–	06.09.06
(N)TSCGEWÖU KSM-S	+	+	++	++	O	O	++	–	–	06.11.03
(N)TSCGEWÖU KSM-S + LWL	+	+	++	++	O	O	++	–	–	06.11.04
BASKETHEAVYFLEX®	–	–	–	–	–	–	–	–	++	06.10.02
FLGÖU	O	–	–	O	–	O	–	++	O	06.08.01
STN	O	–	–	O	–	++	–	++	O	06.08.02
STCN (EMV)	–	–	–	O	–	++	–	++	–	06.08.03
YMHY-KT	–	–	–	–	–	–	–	++	–	06.07.01
YMHY-KST	–	–	–	–	–	–	–	++	–	06.07.02
FYMYTW	–	–	–	–	–	–	–	++	–	06.07.03

- ++ основное применение
- + подходит для использования
- O частично подходит, требуется уточнение и консультация
- не подходит для применения

Условия поставки и оплаты

Общие условия поставки, производства и оплаты ТКД Кабель GmbH можно найти в Интернете на нашем сайте www.tkd-kabel.de/lieferbedingungen

Codes

Cables

A-	Outdoor cable	2G	Insulation or sheath consisting of silicone rubber
A	Recognized national type	3G	Insulation or sheath consisting of ethylene propylene (EPR)
AB	Outdoor cable with lightning protection	4G	Insulation or sheath consisting of ethylene vinyl acetate (EVA)
AD	Outdoor cable with differential protection	5G	Insulation or sheath consisting of chloroprene rubber (CR)
AJ-	Outdoor cable with induction safety rating	6G	Insulation or sheath consisting of chlorosulfonated polyethylene (CSM), Hypalon®
ASLH	Self-supporting overhead telecommunications cables for high-tension overhead lines	7G	Insulation or sheath consisting of fluoroelastomers, Viton FKM
B	Reinforcement/Armouring	8G	Insulation or sheath consisting of nitrile butadiene rubber (NBR)
B	Braiding consisting of textile threads	9G	PE-C rubber (CM)
b	Reinforcement/Armouring	53G	CM, chlorinated polyethylene
(1B..)	One layer steel strip, steel-strip thickness in mm	H	Insulation or sheath consisting of halogen-free material
(2B..)	Two layers steel strip, steel-strip thickness in mm	H	Harmonized standards
BD	Bundle stranding	(H..)	Maximum values for effective working capacitance (nF/km)
BLK	Bright, copper conductor with no insulating cover	(HS)	Layer of semi-conductor material
BZ	Bronze conductor	HX	Cross-linked halogen-free polymer mixture
C	Copper wire screening braiding	.IMF	Individual stranding elements (core or pairs) in metal foil and with sheath wire
C	Protective cover consists of jute and compound	IMF	Multiple stranding elements in metal foil, with sheath wire
C	Outer conductor consisting of copper wire braiding	-J	Cable with one green-yellow protective conductor
Cu	Copper wire	-JZ	Cable with one green-yellow protective conductor and printed code numbering
(-Cu)	Total cross-section of copper shielding (mm2)	K	Copper strip applied longitudinally and welded
D	Copper wire shielding	(K)	Copper strip applied longitudinally over inner sheath, with overlapping
(D)	Copper wire shielding braiding	LA	Tinsel conductor (tinsel strips (Cu) stranded around carrier element consisting of chemical fibers)
DM	Dieselhorst-Martin quad	LD	Corrugated aluminium sheath
E	Copper wire	Lg	Concentrically stranded
E(e)	Protective cover consisting of compound with embedded plastic tape	Li	Stranded wire conductor
e	Single-wire	(LY)	Multi-layer sheath consisting of Al strip and PVC sheath
F	Filled cable-core assembly with petrolatum filling	(L2Y)	Multi-layer sheath consisting of Al strip and PE sheath
F	Foil winding	2L	Double enamelled-wire insulation
F	Flat cable	M	Sheathed cable
F	Star-quad for railway cable	M	Lead sheath
F	Star-quad for phantom circuits	Mz	Lead sheath with hardener additive
(F..)	Flat-wire reinforcement, thickness in mm	(mS)	Magnetic screening
OF	Filled cable-core assembly, filling compound with solid content	N	VDE standard
f	Fine-wired	(N)	with reference to VDE standard
ff	Ultra-fine-wired	NC	Non-corrosive, flue-gas non-corrosive
G	Insulation or sheath consisting of Neoprene rubber (NR) or (SBR)	NF	Natural colour
G-	Mine cable		
GJ	Mine cable with induction safety rating		
GS	Glass-filament braiding		

Codes

Cables

-O	Cable with no green-yellow protective conductor
-OZ	Cable with no green-yellow protective conductor but with printed code numbering
ö	Oil resistant
Q	Steel-wire braiding
(R..)	Round wire, diameter in mm
RAGL-	Compensating cable for thermocouples
RD-	Rhenomatic cables
RE	Computer cables
RG-	Coaxial cable as per MIL specification
re	Round, single-wire
rm	Round, multi-wire
RS-	Computer installation cables
S	Filament braiding
S	Signal cable
(S..)	Effective working capacitance, rating in (nF/km)
-S	Signal cable for German Federal Railways
S-	Hook-up cables
SL	Hose cable
2S	Filament braiding, consisting of two layers
St	Star-quad for phantom circuits
St I	Star-quad in telephone cables for larger distances
ST III	Star-quad in local cables
(St)	Static screening
Staku	Steel/copper conductor
Staku-Li	Steel/copper lead
..t	Anti-termite protection
T	Support element for overhead cable
T-	Breakout cable
TF	Carrie-frequency pair or quad
TIC	Triple, copper wire braiding
TIMF	Triple in metal foil
U	Braiding consisting of textile threads
VGd	Gold-plated
VN	Nickel-plated
VS	Silver-plated
VZK	Zinc-plated
VZN	Tin-plated
W	Corrugated-steel sheath

W	Enhanced heat-resistance
W	Corrugated sheath
X	Cross-linked polyvinyl chloride (X-PVC) or other materials
XPE	Cross-linked polyethylene (X-PE)
2X	Cross-linked polyethylene
7X	Cross-linked ethylene tetrafluoroethylene (X-ETFE)
10X	Cross-linked polyvinylidene fluoride (X-PVDF)
Y	PVC, polyvinyl chloride
Yu	PVC, polyvinyl chloride, non-combustible, flame resistant
Yv	PVC, polyvinyl chloride, with reinforced sheath
YV	Hook-up wire with tin-plated copper conductor
Yw	PVC, polyvinyl chloride, heat resistant up to 90° C
2Y	Polyethylene (PE)
2Yv	Polyethylene, reinforced sheath
02Y	Foam PE, cellular polyethylene
02YS	PE with skin layer, foam-skin
2YHO	Insulation consisting of polyethylene with cavity
3Y	Insulation consisting of polystyrene (PS), Styroflex®
4Y	Insulation and sheath consisting of polyamide (PA)
5Y	Insulation and sheath consisting of polytetrafluoroethylene (PTFE)
(PTFE)	(DuPont)
5YX	Perfluoroalkoxy (PFA)
6Y	Fluorinated ethylene propylene (FEP)
7Y	Insulation or sheath ethylene tetrafluoroethylene (ETFE)
8Y	Insulating cover consisting of polyimide (PI), Kapton®
9Y	Polypropylene (PP)
10Y	PVDF, polyvinylidene fluoride
11Y	Polyurethane (PUR)
12Y	TPE-E, TPE (polyether-ester based)
13Y	TPE-EE, TPE (polyether-ester based)
31Y	TPE-S, TPE (polystyrene based)
41Y	TPE-A, TPE (polyamide based)
51Y	PFA, perfluoroalkoxy alkan
71Y	ECTFE, monochlorotrifluoroethylene
91Y	TPE-O, TPE (polyolefin based)
-Z	Numbered cores
Z	Twin cables
(Z)	High-tensile strength braiding consisting of steel wires
(ZG)	Strain-relief element consisting of glass threads
(ZN)	Strain-relief element consisting of non-metallic elements

Codes

Telecommunications cables, hook-up wires and flexible leads

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

1. Basic cable types and types with supplementary data	
A	Outdoor cable
AB	Outdoor cable with lightning-safety rating
AD	Outdoor cable with differential protection
AJ	Outdoor cable with induction safety rating
G	Mine cable
I	Installation cable
IE	Installation cable for industrial electronics
IE-H	as IE, plus halogen-free
S	Hook-up cables
T	Breakout cables
YV/Li	Hook-up wires/stranded interconnecting wire

2. Insulation	
Y	PVC
2Y	PE
3Y	Polystyrene
5Y	PTFE
6Y	FEP
7Y	ETFE
02Y	Cellular PE
02YS	Cellular PE with skin-layer
P	Dry paper

3. Shielding	
C	Shielding consisting of Cu braiding
D	Shielding consisting of Cu braiding
F	Petrolatum filling
(K)	Shielding consisting of Cu strip over PE inner sheath
(L)	Aluminium strip
(ms)	Magnetic steel-strip shielding
(St)	Static shielding consisting of plastic-backed metal strip
(Z)	High-tensile strength steel-wire braiding

4. Sheath	
L	Smooth aluminium sheath
(L)2Y	PE-coated Al multi-layer sheath
LD	Corrugated Al sheath
M	Lead sheath
Mz	Lead sheath wit hardener additive
W	Corrugated steel sheath

5. Protective cover	
Y	PVC sheath
Yv	PVC sheath, reinforced
Yw	PVC sheath, heat-resistant
Yu	PVC, flame resistant (non-combustible)
2Y	PE sheath
2Yv	PE sheath, reinforced
E	Layer with embedded plastic strip
C	Jute cover and compound

6. Number of stranding elements	
..x1x	Single core
..x2x	Pair (double core), etc.

7. Conductor diameter (in mm)

8. Stranding pattern and type	
F	Star-quad for phantom circuits for German Federal Railways
S	Signal cable (German Federal Railways)
StO	Star stranding, general
St	Star-quad for phantom circuits for greater distances
St I	Star-quad with no phantom circuits
St II	as St III, but with higher capacity couplings
St III	Star-quad for local cables
St IV	Star-quad for transmission range at f = 120 kHz
St V	Star-quad for transmission range at f = 550 kHz
St VI	Star-quad for transmission range at f = 17 kHz
DM	Dieselhorst-Martin quad
TF	Star-quad for carrier frequency
P	Paired type
PIMF	Pairs in metal foil
ViMF	Quad in metal foil
BdiMF	Bundle in metal foil
Kx	Coaxial pair

9. Stranding layout	
Lg	Concentric stranding
Bd	Bundle stranding

10. Reinforcement	
A	Layer Al wires for induction safety rating
b	Reinforcement
B	Steel-strip reinforcement for induction safety rating
1B	0,31 Steel strip layer, thickness 0.3 mm
2B	Two layers of steel strip, thickness 0.5 mm
D	Layer Cu wires for induction safety rating (reuse)
(T)	Bearer wire consisting of steel wires in overhead cable

Codes

Control cables

1 2 3 4 5 6 7 x 8

1. Basic type

N	VDE standard
(N) or X	with reference to VDE

2. Insulating material

Y	Thermoplastics
X	Cross-linked thermoplastics
G	Elastomers
HX	Halogen-free materials

3. Cable designation

A	Single-core non-sheathed cable
D	Solid wire
AF	Single-core non-sheathed cable, fine-wired
F	Flexible luminaire wire
L	Fluorescent-tube cable
LH	Connecting cable, light mechanical load
MH	Connecting cable, moderate mechanical load
SH	Connecting cable, severe mechanical load
SSH	Connecting cable, special load
SL	Control cable/welding cable
S	Control cable
LS	Lightweight control cable
FL	Flat cable
Si	Silicone cable
Z	Twin cable
GL	Glass filament
Li	Stranded wire conductor as per VDE 0812
LiF	Stranded wire conductor as per VDE 0812, ultra-fine-wired

4. Number of stranding elements

T	Strainer core
Ö	Enhance oil resistance
U	Flame resistant
w	Heat-resistant, weather-resistant
FE	Specified-life insulation
C	Shielding braid
D	Shielding in form of spiral copper shield with Cu wire
S	Steel-wire braiding as mechanical protection

5. Sheaths

as per Item 2., "Insulating material"

P/PUR	Polyurethan
-------	-------------

6. Protective conductor

-O	without protective conductor
-J	with protective conductor

7. Number of cores

... Number of cores

8. Conductor cross-section

Data in mm²

Codes

High-voltage cables according to DIN VDE 0271/0276

Structure-type codes

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Code											
N	DIN VDE standard type										
(N)	with reference to DIN VDE standard										
2. Type of conductor											
A	Aluminium conductor										
-	Copper										
3. Insulating material											
Y	PVC										
2X	cross-linked PE (VPE)										
4. Concentric conductor, shielding											
C	Concentric Cu conductor, in longitudinal twist										
CW	Concentric Cu conductor, corrugated										
CE	Concentric Cu conductor for individual core										
S	Cu shielding										
SE	Cu screening per individual core in multi-core cables										
H	Conductive layer										
(F)	Longitudinally watertight shielding										
5. Reinforcement											
B	Steel strip reinforcement										
F	Flat wire, zinc-plated										
G	Counterhelix consisting of zinc-plated steel strip										
R	Round-section wire, zinc-plated										
6. Sheath											
A	Protective cover consisting of fiber materials										
K	Lead sheath										
KL	Aluminium sheath										
Y	PVC										
2Y	PE										
7. Protective conductor											
I	with protective conductor										
O	without protective conductor										
8. Number of cores											
9. Nominal conductor cross-section in mm²											
10. Conductor type											
r...	Round-section conductor										
s...	Sector-section conductor										
o...	Oval conductor										
..e...	Single-wire conductor										
...m	Multi-wire conductor										
..h	Hollow conductor										
/V	Compacted conductor										
11. Working voltage											
0,6/1 kV											
3,6/6 kV											
6,0/10 kV											
12/20 kV											
18/30 kV											

Codes

Harmonized cables as per DIN VDE 0281/DIN VDE 0282/DIN VDE 0292

Structure-type codes

1	2	3	4	5	6	-	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

1. Utilization codes

A	Recognized national type
H	Harmonized types

2. Working voltage U

01	100 V
03	300/300 V
05	300/500 V
07	450/750 V

3. Insulating material

B	(EPR) ethylene propylene rubber
G	(EVA) ethylene vinyl acetate copolymer
N2	(CR) Chloroprene rubber for welding cables
R	(NR and/or SR) natural and/or synthetic rubber
S	(SiR) Silicone rubber
V	(PVC) polyvinyl chloride
V2	(PVC) polyvinyl chloride, heat-resistant, +90 °C
V3	(PVC) polyvinyl chloride, low-temperature resistant
V4	(PVC) polyvinyl chloride, cross-linked
Z	(PE) polyethylene, cross-linked
Z1	Polymer not cross-linked, halogen-free
E	(PE) polyethylene

4. Structural elements

C	Shielding
Q4	(PA) additional polyamide core covering
T	additional textile braiding over stranded cores
T6	additional textile braiding over individual core

5. Sheath material

B	(EPR) ethylene propylene rubber
-J	Glass-fiber braiding
N	(CR) chloroprene rubber
N2	(CR) chloroprene rubber for welding cables
N4	(CR) chloroprene rubber, heat-resistant
Q	(PUR) polyurethane
R	(NR and/or SR) natural and/or synthetic rubber
T	Textile braiding
T2	Textile braiding, with flame-resistant compound
V	(PVC) polyvinyl chloride
V2	(PVC) polyvinyl chloride, heat-resistant
V3	(PVC) polyvinyl chloride, low-temperature resistant
V4	(PVC) polyvinyl chloride, cross-linked
V5	(PVC) oil resistant

6. Special structural features

D3	Strain-relief elements (strainer core)
D5	Strain-bearing centre (no strainer core)
FM	Telecommunications core in high-voltage cables
H	Flat, divisible cable (twin cable)
H2	Flat, non-divisible cable (two-core sheathed cable)
H6	Flat, non-divisible cable (multi-core sheathed cable)
H7	Two-layer insulating cover
H8	Spiral cables

7. Conductor type

D	Fine-wired, for welding cables
E	(Ultra) fine-wired, for welding cables
F	Fine-wired in flexible cables
H	(Ultra) fine-wired in flexible cables
K	Fine-wired in cables for fixed installation
R	Multi-wire, round-section, Class 2
U	Single-wire, round-section, Class 1
Y	Tinsel wire, DIN 47104

8. Number of cores

9. Protective conductor

G	with protective conductor
X	without protective conductor

10. Nominal conductor cross-section in mm²

Examples:

H07V-U 2.5 black (according to DIN VDE 0281)
harmonized PVC single-core non-sheathed cable, single-core, 2.5 mm², single-wire,
rated voltage 750 V

H07RN-F 3 G 1,5 (according to DIN VDE 0282)
harmonized rubber-sheathed cable for moderate loads,
three-core, 1,5 mm² fine-wired, protective conductor green-yellow,
rated voltage 750 V

Codes

Harmonized cables as per DIN 0292 and HD 361 S2/S3

This code system is under development at CENELEC for harmonized high-voltage cables and insulated high-voltage cables and is defined in Harmonization Document HD 361 S2 and 361 S3.

Types of standard	
Code	Assignment to standards
H	Cables as per harmonized standards
A	Recognized national cable type

Conductor material	
No symbol	Copper
-A	Aluminium
-Z	Special-material and/or special geometry conductors

Conductors and conductor geometries	
-D	Fine-wired conductor for welding cables
-E	Ultra-fine-wired conductor for welding cables
-F	Fine-wired conductor for a flexible cable according to DIN VDE 0295, Class 6
-H	Ultrafine-wired conductor of a flexible cable according to DIN VDE 0295, class 6
-K	Fine-wired conductor in a cable for fixed installation (in accordance with DIN VDE 0295, Class 5 if no definition to the contrary)
-M	Segmental (Milliken) conductor
-R	Multi-wire round-section cable
-S	Multi-wire sector cross-section conductor
-U	Single-wire round-section cable
-W	Single-wire sector conductor
-Y	Tinsel conductor
-Z	Special-geometry and/or special material conductor

Code	number of cores and nominal conductor cross-section
Number	Number n of cores
X	Multiplication symbol for types with no green-yellow core
G	Multiplication symbol for types with green-yellow core
Y	Tinsel conductor with non-specified nominal cross-section

Insulating and sheath materials	
B	Ethylene propylene rubber for temps. up to +90° C
B2	Ethylene propylene rubber, adjusted hard
B3	Butyl rubber (isobutylene isoprene rubber)
E	Polyethylene
E2	Polyethylene, high density (HD)
E4	Polytetrafluoroethylene
E5	Fluorinated (ethylene propylene) copolymers
E6	Ethylene tetrafluoroethylene copolymers
E7	Polypropylene

Material	
G	Ethylene vinyl acetate
J	Glass-fiber braid
J2	Glass-fiber wrapping
M	Mineral insulation
N	Chloroprene rubber (or equivalent material)
N2	Special chloroprene rubber mixture
N4	Chlorosulfonated or chlorinated polyethylene
N5	Nitrile butadiene rubber
N6	Fluorinated rubber
N7	PVC nitrile butadiene rubber mixture
N8	Special polychloroprene rubber mixture, water-resistant
P	Compound-impregnated paper insulation for multi-core belted cables
Q	Polyurethane
Q2	Polyethylene terephthalate
Q3	Polystyrene
Q4	Polyamide
Q5	Polyimide
Q6	Polyvinylidene fluoride
R	Ethylene propylene rubber or equivalent synthetic elastomer for temperatures of up to + 60° C, for continuous-operation temperature of 60° C
S	Silicone rubber
T	Textile braid over the stranded cores, impregnated/non-impregnated
T2	Textile braid with flame-resistant compound, impregnated
T3	Textile layers, wrapping or tape
T4	Textile layers, but with flame-resistant compound, impregnated
T5	Anti-corrosion protection
T6	Textile braid over every core of a multi-core cable, impregnated/non-impregnated
V	PVC flexible
V2	PVC flexible, enhanced temp.-resistance, +90° C
V3	PVC flexible, for low temperatures
V4	PVC flexible, cross-linked
V5	PVC flexible, oil resistant
X	Cross-linked polyethylene
Z	Cross-linked mixture on polyolefin basis (less evolution of corrosive gases and fuels in case of fire)
Z1	Thermoplastic mixture on polyolefin basis (less evolution of corrosive gases and fuels in case of fire)

Codes

Harmonized cables according to DIN 0292 and HD 361 S2/S3

This system of codes is under development at CENELEC for harmonized high-voltage cables and insulated high-voltage cables and is defined in Harmonization Document HD 361 S2 and 361 S3.

Metal sheaths, concentric conductors and shield

A2	Aluminium sheath, extruded or welded, smooth
A3	Aluminium sheath, extruded or welded, corrugated
A4	Aluminium sheath on every core
A5	Aluminium sheath, consisting of strip
C2	Copper sheath
C3	Copper sheath, corrugated
F	Steel sheath
F3	Steel sheath, corrugated
K	Zinc sheath
L	Alloyed lead sheath for general use
L2	Non-alloyed lead sheath, pure commercially available lead
L4	Alloyed lead sheath on every core
L5	non-alloyed lead sheath on every core
L6	Alloyed lead sheath, but composition different to above

Concentric conductors

A	Concentric aluminium conductor
A6	Concentric aluminium conductor, meander-pattern
C	Concentric copper conductor
C6	Concentric copper conductor, meander-pattern
C9	Divided concentric copper conductor

Code Shielding

A7	Aluminium shielding
A8	Aluminium shielding on each core
C4	Copper shielding in form of braiding over the stranded cores
C5	Copper shielding in form of braiding over each stranded cores
C7	Copper shielding in form of strips, round-section or special-section wire over the stranded cores
C8	Copper shielding according to C7 over every core
D	Shielding consisting of one or several thin steel strips which are located directly over the stranded cores and are in contact with a stranded-in bright conductor

Reinforcement (see DIN VDE 0292)

Z2	Round-section steel-wire reinforcement (with counterhelix if specified), zinc-plated/non-zinc-plated
Z3	Flat-section steel-wire reinforcement (with counterhelix if specified), zinc-plated/non-zinc-plated
Z4	Iron-strip reinforcement, zinc-plated/non-zinc-plated
Z5	Steel-wire braid, zinc-plated/non-zinc-plated
Z6	Steel-wire support braiding
Z7	Special-section steel-wire reinforcement
Y2	Round-section aluminium wire reinforcement
Y3	Flat-section aluminium wire reinforcement
Y5	Reinforcement consisting of special materials
Y6	Steel-wire and/or steel-strip + copper wire reinforcement

Special structural elements

D2	Textile or steel-wire strainer cores over cable core assembly
D3	Textile strainer core consisting of one or several structural elements, located in center of a round-section cable or divided in a flat cable
D4	Self-supporting cable, the conductors of which perform the function of the strain-relief element
D5	Strain-bearing centre (no strainer core), intended for elevator control cables
D7	as D3, but strainer core connected externally with cable
D8	as D7, but section perpendicular to the axis of the cable or line produces the Figure „8“

Special types

No code	Round-section cable structure
H	Flat type, divisible cables, with or without sheath
H2	Flat type, non-divisible
H3	Flat-webbed cable
H4	Flat multi-core cable with one bright conductor
H5	Arrangement of two or more single-core non-sheathed cables stranded with one another
H6	Flat cable according to HD 359 or EN 50214 with three or more cores
H7	Cable with two-layer extruded insulating cover
H8	Spiral cable

Internationale core colour coding for AWG cables (core stranding)			
Core No.	Core Colour	Core No.	Core Colour
1	black	31	green-red
2	brown	32	green-orange
3	red	33	green-blue
4	orange	34	green-violet
5	yellow	35	green-grey
6	green	36	green-white
7	blue	37	yellow-black
8	violet	38	yellow-brown
9	grey	39	yellow-red
10	white	40	yellow-orange
11	white-black	41	yellow-blue
12	white-brown	42	yellow-violet
13	white-red	43	yellow-grey
14	white-orange	44	yellow-white
15	white-yellow	45	grey-black
16	white-green	46	grey-brown
17	white-blue	47	grey-red
18	white-violet	48	grey-orange
19	white-grey	49	grey-yellow
20	brown-black	50	grey-green
21	brown-red	51	grey-blue
22	brown-orange	52	grey-violet
23	brown-yellow	53	grey-white
24	brown-green	54	orange-black
25	brown-blue	55	orange-brown
26	brown-violet	56	orange-red
27	brown-grey	57	orange-yellow
28	brown-white	58	orange-green
29	green-black	59	orange-blue
30	green-brown	60	orange-violet

Internationale core colour coding for AWG cables (twisted pair stranding)								
Core No.	Colour Core a	Colour Core b	Core No.	Colour Core a	Colour Core b	Core No.	Colour Core a	Colour Core b
1	black	brown	10	brown	red	18	red	orange
2	black	red	11	brown	orange	19	red	yellow
3	black	orange	12	brown	yellow	20	red	green
4	black	yellow	13	brown	green	21	red	blue
5	black	green	14	brown	blue	22	red	violet
6	black	blue	15	brown	violet	23	red	grey
7	black	violet	16	brown	grey	24	red	white
8	black	grey	17	brown	white			
9	black	white						

Core marking

Core markings for low-voltage cables acc. to DIN VDE 0293 - 308

European standardization of core marking (HD 308 S2) has achieved a joint step toward a common „language“ for manufacturers and cable-using industries throughout Europe. The mandatory character of the new colour-coding system will in future make these products comparable beyond national boundaries.

Since a while the introduction of the core colour „Grey“ for outer conductors for improved differentiation of the cores is active. The provision concerning colours for cores with a reduced cross-section (green-yellow or blue, depending on type) remained unchanged.

The core identification colours for two to five-core cables are shown in the following overview:

Core markings for cables with green-yellow core

Number of cores	Core colours				
	Protective conductor	other conductors			
3	greenyellow	blue	brown		
4	greenyellow		brown	black	grey
5	greenyellow	blue	brown	black	grey
6 and more	greenyellow	black with number printing			

Core markings for cables with no green-yellow core

Number of cores	Core colours				
2	blue	brown			
3		brown	black	grey	
4	blue	brown	black	grey	
5	blue	brown	black	grey	black
6 and more	black with number printing				

Core marking

Core colours according to DIN IEC 60304

The colours stipulated should conform with DIN IEC 60304.

▪ **Single-core cables**

- Rated voltage U₀/U 300/500 V

The following colours are recommended for insulated wire cables:
Black, blue, brown, orange, pink, turquoise, violet, white, also (with certain restrictions) green, depending on the provisions of the applicable safety regulations. Green is permitted for identification of illumination set cables.

All two-colour combinations of the individual colours stated above are permissible.

- Rated voltage U₀/U 450/750 V

The following colours are recommended for single-core non-sheathed cables:
Black, blue, brown, orange, pink, turquoise, violet and white. No two-colour combinations (with the exception of green-yellow) are permitted.

▪ **Single-core and single-core sheathed cables**

Correct colour is black or green-yellow, with the exception of illumination and illumination set cables (for which the colour brown is permitted).

Note

- In multi-core cables, the green-yellow cores must be located in the outer layer.
- Correct order of counting and configuration of cores bearing printed numbers is from inside, starting at No. 1, and counting sequentially through all layers analogously.

Colour codes according to DIN IEC 60757, identical to CENELEC-HAR Document HD 457

Colour	german code according to DIN 47002	new code according to DIN IEC 60757
black	SW	BK
brown	BR	BN
red	RT	RD
orange	OR	OG
yellow	GE	YE
green	GN	GN
blue	BL	BU
violet	VI	VT
grey	GR	GY
white	WS	WH
pink	RS	PK
turquoise	TK	TQ
greenyellow	GNGE	GNYE
silver	—	SR

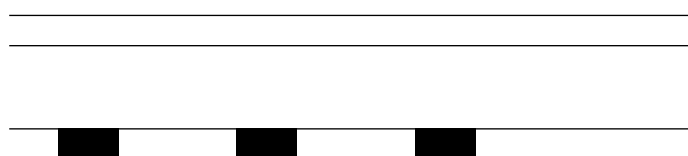
Core marking

Marking according to VDE 0813 layer stranded

The cores are marked in colour groups in such a way that each 4, 5, 6, and 10 different core colours repeat sequentially in accordance with the following pattern:

Number of cores in a colour group	Core colour sequence
4	blue, red, grey, green
5	blue, red, grey, green, brown
6	blue, red, grey, green, brown, black
10	blue, red, grey, green, brown, black, yellow, white, pink, violet

The cores are to be marked by means of black rings.



Marking according to VDE 0813 bundle stranded

Bundle No.	Sequential number of stranding element					Ring colour of a-core	Ring colour of a- and b-core
1	1	2	3	4	5	blue	white
2	6	7	8	9	10	yellow	white
3	11	12	13	14	15	green	white
4	16	17	18	19	20	brown	white
5	21	22	23	24	25	black	white
6	26	27	28	29	30	blue	grey
7	31	32	33	34	35	yellow	grey
8	36	37	38	39	40	green	grey
9	41	42	43	44	45	brown	grey
10	46	47	48	49	50	black	grey
	Ring colour of b-core: blue, yellow, green, brown, black Ring colour of c-core red Ring colour of d-core pink Ring colour of e-core black						

Colour repetition starts with the 1st stranding element as from the 51st stranding element.

Stranding elements are pairs, triples and quins

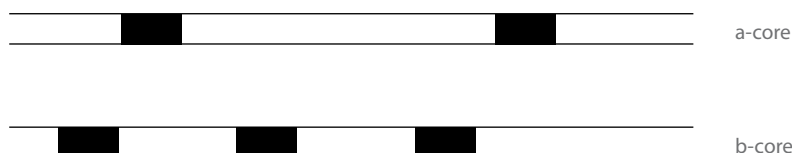
Pairs a- and b-cores

Triples a-, b- and c-cores

Quins a-, b-, c-, d- and e-cores

Five stranding elements with the same ring colour for the a-core are to be grouped into a bundle.

The cores are marked with rings.



Core marking

Core Identification Code according to VDE colour code for telephone cables

VDE 0815 and 0816 for Bundle stranding

Colour code for cable types J-YY, J-Y(ST)Y, J-2Y(ST)Y, J-HH, J-H(ST)H, A-2Y(L)2Y, A-2YF(L)2Y

The cores are marked by means of rings.

Basic colours for the core insulation of the five star-quad of a bundle.



- Quad 1 red
- Quad 2 green
- Quad 3 grey
- Quad 4 yellow
- Quad 5 white



The numbered bundles are marked with red spirals.

VDE 0815

Colour code for indoor telephone cable J-Y(ST)Y...LG

Pairs stranded in layers, by numbers from outside to inside

- a-core: 1st pair of each layer red,
white for all other pairs
- b-core: blue, yellow, green, brown, black
continuously repeating

- Exception: The two-pair installation cable is stranded star quad.
- Trunk 1 (Pair 1): a-core red b-core black
- Trunk 2 (Pair 2): a-core white b-core yellow

VDE 0815

Colour code for industrial electronics cables JE...

Marking:

The cores of the pairs of each bundle are identified by the basic colours of the insulating cover, which repeat in the same order in each bundle.

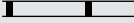
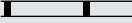
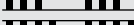
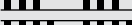
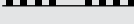
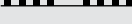
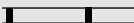
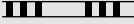
Basic pair colour

Pair	1	2	3	4
a-core	blue	grey	green	white
b-core	red	yellow	brown	black

The bundles are identified by the colour of the rings on the insulating core covers and the sequence of the coloured rings in groups. The spacing of the groups of rings is approx. 60 mm.

In cables with more than twelve bundles, the 13th and subsequent bundles have coloured spirals.

Counting of the bundles starts at the innermost layer.

Bundle	Ring colour	Ring group	Bundle spiral	Bundle	Ring colour	Ring group	Bundle spiral
1	pink		–	13	pink		blue
2	pink		–	14	pink		blue
3	pink		–	15	pink		blue
4	pink		–	16	pink		blue
5	orange		–	17	orange		red
6	orange		–	18	orange		red
7	orange		–	19	orange		red
8	orange		–	20	orange		red
9	violet		–				
10	violet		–				
11	violet		–				
12	violet		–				

Core marking

TKD Core Colour Code for ÖPVC-JB/OB cables, core coloured and with or without green-yellow protective conductor

The TKD Colour Code and its colour combinations for up to 102 cores has been drafted in accordance with the requirements of the cable-using industry.

These colour combinations consist of eleven basic colours.

Coding as from Core No. 12 is accomplished by means of one or two coloured rings or longitudinal stripes, with a ring width of approx. 2 mm, in order to permit unequivocal identification of each core.

Counting procedure: Cores must be counted starting from the innermost layer and proceeding through layers sequentially outward and analogously.

Protective conductors: The green-yellow protective conductor is the final core in the outermost layer.

TKD-colour code for 6 and more cores:

Core No.	Core Colour	Core No.	Core Colour	Core No.	Core Colour
0	greenyellow	38	greybrown	71	brownwhiteblue
1	white	39	redbrown	72	greywhiteblue
2	black	40	violetbrown	73	redwhiteblue
3	blue	41	pinkbrown	74	violetwhiteblue
4	brown	42	orangebrown	75	pinkwhiteblue
5	grey	43	transparentbrown	76	orangewhiteblue
6	red	44	beigebrown	77	transparentwhiteblue
7	violet			78	beigewhiteblue
8	pink	45	redgrey		
9	orange	46	violetgrey	79	greywhitebrown
10	transparent	47	pinkgrey	80	redwhitebrown
11	beige	48	orangegrey	81	violetwhitebrown
		49	transparentgrey	82	pinkwhitebrown
12	blackwhite	50	beigegrey	83	orangewhitebrown
13	bluewhite			84	transparentwhitebrown
14	brownwhite	51	orangered	85	beigewhitebrown
15	greywhite	52	transparentred		
16	redwhite	53	beigered	86	redwhitegrey
17	violetwhite			87	violetwhitegrey
18	pinkwhite	54	pinkviolet	88	pinkwhitegrey
19	orangewhite	55	orangeviolet	89	orangewhitegrey
20	transparentwhite	56	transparentviolet	90	transparentwhitegrey
21	beigewhite	57	beigeviolet	91	beigewhitegrey
22	blueblack	58	transparentpink	92	bluwhitered
23	brownblack	59	beigepink	93	brownwhitered
24	greyblack			94	violetwhitered
25	redblack	60	transparentorange	95	pinkwhitered
26	violetblack	61	beigeorange	96	orangewhitered
27	pinkblack				
28	orangeblack	62	bluewhiteblack	97	brownwhiteviolet
29	transparentblack	63	brownwhiteblack	98	orangewhiteviolet
30	beigebblack	64	greywhiteblack		
		65	redwhiteblack	99	brownblackblue
31	brownblue	66	violetwhiteblack	100	greyblackblue
32	greyblue	67	pinkwhiteblack	101	redblueblack
33	redblue	68	orangewhiteblack		
34	pinkblue	69	transparentwhiteblack		
35	orangeblue	70	beigewhiteblack		
36	transparentblue				
37	beigebblue				

Core marking

Colour code according to DIN 47100 (layer stranding) with colour repetition/without colour repetition

Core coding and the colour of the insulating covers are executed in accordance with DIN 47002 and DIN IEC60304 (in conformity with Harmonization Document HD 402 52).

The configuration of the cores or pairs of cores is in accordance with the tables shown below. In order to improve identification and also for safety reasons, the **brighter colour (the first colour)** is specified as the basic colour and the **darker colour (second colour)** as the **top colour**.

The colour combination consists of 10 basic colours. As from Core No. 11, marking is accomplished by means of one or two coloured rings, with a ring width of 2 to 3 mm. Ring spacing is approx. 7 mm.

Counting procedure: Counting of cores starts at the innermost layer, proceeding through all layers sequentially and analogously to the outside.

Colour code according to DIN 47100 with colour repetition as from the 45th core

Core No.	Core colour	Core No.	Core colour	Core No.	Core colour	Core No.	Core colour
1	white	17	whitegrea	33	greenred	49	grey
2	brown	18	greybrown	34	yellowred	50	pink
3	green	19	whitepink	35	greenblack	51	blue
4	yellow	20	pinkbrown	36	yellowblack	52	red
5	grey	21	whiteblue	37	greyblue	53	black
6	pink	22	brownblue	38	pinkblue	54	violet
7	blue	23	whitered	39	greyred	55	greypink
8	red	24	brownred	40	pinkred	56	redblue
9	black	25	whiteblack	41	greyblack	57	whitegreen
10	violet	26	brownblack	42	pinkblack	58	browngreen
11	greypink	27	greycgreen	43	blueblack	59	whiteyellow
12	redblue	28	yellowgrey	44	redblack	60	yellowbrown
13	whitegreen	29	pinkgreen	45	white	61	whitegrey
14	browngreen	30	yellowpink	46	brown		
15	whiteyellow	31	greenblue	47	green		
16	yellowbrown	32	yellowblue	48	yellow		

Colour code according to DIN 47100 without colour repetition

Core No.	Core colour	Core No.	Core colour	Core No.	Core colour	Core No.	Core colour
1	white	17	whitegrey	33	greenred	49	whitegreenblack
2	brown	18	greybrown	34	yellowred	50	greenbrownblack
3	green	19	whitepink	35	greenblack	51	whiteyellowblack
4	yellow	20	pinkbrown	36	yellowblack	52	yellowbrownblack
5	grey	21	whiteblue	37	greyblue	53	whitegreyblack
6	pink	22	brownblue	38	pinkblue	54	greybrownblack
7	blue	23	whitered	39	greyred	55	whitepinkblack
8	red	24	brownred	40	pinkred	56	pinkbrownblack
9	black	25	whiteblack	41	greyblack	57	whiteblueblack
10	violet	26	brown-black	42	pinkblack	58	brownblueblack
11	greypink	27	greycgreen	43	blueblack	59	whiteredblack
12	redblue	28	yellowgrey	44	redblack	60	brownredblack
13	whitegreen	29	pinkgreen	45	whitebrownblack	61	blackwhite
14	brrowngreen	30	yellowpink	46	yellowgreenblack		
15	whiteyellow	31	greenblue	47	greypinkblack		
16	yellowbrown	32	yellowblue	48	blueredblack		

Please note: Always state from the 45th core whether this is to be with or without colour repetition!

Core marking

Colour code according to DIN 47100 (twisted pairs) with colour repetition

Core marking and the colours of the insulating cover are executed in accordance with DIN 47002 and DIN IEC 60304 (in conformity with Harmonization Document HD 402 S2).

Configuration of the cores or core pairs is effected in accordance with the tables shown below.

To improve identification and also for safety reasons, the **brighter colour (the first colour)** is defined as the **basic colour** and the **darker colour (second colour)** as the **top colour**.

The colour combination consists of 10 basic colours. As from Core No. 11, marking is accomplished by means of one or two coloured rings, with a ring width of 2 to 10 mm.

Ring spacing is approx. 7 mm.

Counting procedure: Counting starts at the outermost layer and proceeds consecutively and in the same direction inward through all the layers.

Pair number			Pair colours	
			a-core	b-core
1	23	45	white	brown
2	24	46	green	yellow
3	25	47	grey	pink
4	26	48	blue	red
5	27	49	black	violet
6	28	50	greypink	redblue
7	29	51	whitegreen	browngreen
8	30	52	whiteyellow	yellowbrown
9	31	53	whitegray	greybrown
10	32	54	whitepink	pinkbrown
11	33	55	whiteblue	brownblue
12	34	56	whitered	brownred
13	35	57	whiteblack	brownblack
14	36	58	greengreen	yellowgrey
15	37	59	pinkgreen	yellowpink
16	38	60	greenblue	yellowblue
17	39	61	greenred	yellowred
18	40		greenblack	yellowblack
19	41		greenblue	pinkblue
20	42		greyred	pinkred
21	43		greyblack	pinkblack
22	44		blueblack	redblack

Please note: From the 45th core onward, please always state whether with or without colour repetition!

Stranded conductor structure

Copper stranded conductor structure according to DIN VDE 0295 and IEC 60228

Stranded conductor structure according to DIN VDE 0295 has been defined in conformity with IEC 60228 for conductor class 2 column 1, conductor class 5 column 3 and conductor. Class 6 Column 4 as from 0.5 mm². The diameters of the individual wires of each conductor must not exceed the maximum value stated for each nominal cross-section, see table below.

Cross section	Multi-wire round-section conductor VDE 0295 class 2 ²⁾ column 1	Multi-wire flexible strands Standard structure column 2	Fine-wired flexible strands VDE 0295 class 5 ¹⁾ column 3	Ultra-fine-wired flexible strands			
				VDE 0295 class 6 ¹⁾ column 4	Standard structure		
					column 5	column 6	column 7
0,035		7 x 0,08					
0,05						14 x 0,07	26 x 0,05
0,08							40 x 0,05
0,09					7 x 0,124	24 x 0,07*	
0,14			18 x 0,10	18 x 0,10	18 x 0,10	36 x 0,07	72 x 0,05
0,25			14 x 0,15	32 x 0,10	32 x 0,10	65 x 0,07	128 x 0,05
0,34		7 x 0,25	19 x 0,15	42 x 0,10	42 x 0,10	88 x 0,07	174 x 0,05
0,38		7 x 0,27	12 x 0,20	21 x 0,15	48 x 0,10	100 x 0,07	194 x 0,05
0,5	7 x 0,30	7 x 0,30	16 x 0,20	28 x 0,15	64 x 0,10	131 x 0,07	256 x 0,05
0,75	7 x 0,37	7 x 0,37	24 x 0,20	42 x 0,15	96 x 0,10	195 x 0,07	384 x 0,05
1,0	7 x 0,43	7 x 0,43	32 x 0,20	56 x 0,15	128 x 0,10	260 x 0,07	512 x 0,05
1,5	7 x 0,52	7 x 0,52	30 x 0,25	84 x 0,15	192 x 0,10	392 x 0,07	768 x 0,05
2,5	7 x 0,67	19 x 0,41	50 x 0,25	140 x 0,15	320 x 0,10	651 x 0,07	1280 x 0,05
4	7 x 0,85	19 x 0,52	56 x 0,30	224 x 0,15	512 x 0,10	1040 x 0,07	
6	7 x 1,05	19 x 0,64	84 x 0,30	192 x 0,20	768 x 0,10	1560 x 0,07	
10	7 x 1,35	49 x 0,51	80 x 0,40	320 x 0,20	1280 x 0,10	2600 x 0,07	
16	7 x 1,70	49 x 0,65	128 x 0,40	512 x 0,20	2048 x 0,10	4116 x 0,07	
25	7 x 2,13	84 x 0,62	200 x 0,40	800 x 0,20	3200 x 0,10	6370 x 0,07	
35	7 x 2,52	133 x 0,58	280 x 0,40	1120 x 0,20	4410 x 0,10	9100 x 0,07	
50	19 x 1,83	133 x 0,69	400 x 0,40	705 x 0,30			
70	19 x 2,17	189 x 0,69	356 x 0,50	990 x 0,30		Maximum permissible largest individual wire Ø	
95	19 x 2,52	259 x 0,69	485 x 0,50	1340 x 0,30			
120	37 x 2,03	336 x 0,67	614 x 0,50	1690 x 0,30		Nominal wire-Ø mm	Maximum value for individual wire-Ø mm
150	37 x 2,27	392 x 0,69	765 x 0,50	2123 x 0,30			
185	37 x 2,52	494 x 0,69	944 x 0,50	1470 x 0,40		0,2	0,21
240	61 x 2,24	627 x 0,70	1225 x 0,50	1905 x 0,40		0,25	0,26
300	61 x 2,50	790 x 0,70	1530 x 0,50	2385 x 0,40		0,3	0,31
400	61 x 2,89		2034 x 0,50			0,4	0,41
500	61 x 3,23		1768 x 0,60			0,5	0,51
630	91 x 2,97		2228 x 0,60			0,6	0,61

* Alternative 19 x 0,08

Note:

¹⁾ DIN VDE 0295, in conformity with IEC 60228, specifies only the maximum individual-wire diameter for Conductor Class 5 and Conductor Class 6.

The number of wires is in no case binding.

²⁾ For Conductor Class 2, however, the minimum number of individual wires in the round-section conductor and not the individual-wire diameter applies.

The required maximum values for conductor resistance in each conductor at 20° C are definitive. The respective nominal cross-section for the specified maximum values must not be exceeded.

Explanatory notes on ultra-fine-wired stranded conductors, Class 6

Column 4 Standard flexible structure as per DIN VDE
Column 5 High flexibility
Column 6 Ultra-high flexibility
Column 7 Extreme flexibility

Wires and stranded conductors

Desina®

Property	Requirement	Guideline figure
Shielded power cables: Servo cables, frequency converters, etc.	orange	RAL 2003
Encoder cables: Linear and rotary transmitters, analog sensors, etc.	green	RAL 6018
Field bus: Hybrid field-bus cables (see D_spec. 3)	violet 4 x 1,5 mm ² Cu, 2 x POF	RAL 4001
Switched peripherals, sensor systems: Pneumatic and hydraulic valves, proximity switches, pressure switches, etc.	yellow 4 x 0,34 mm ²	RAL 1021
Power cables: Equipment power supply, three-phase motors	black	RAL 9005
Control cables: 24V supply	grey	RAL 7040

AWG wires and stranded conductors

AWG No.	AWG-structure n x AWG	Cable structure n x wire-Ø mm	Conductor cross-section mm ²	Outer conductor Ø mm	Conductor resistance Ω/km	Conductor weight kg/km
36	solid	solid	0,013	0,127	1460,0	0,116
36	7/44	7 x 0,05	0,014	0,152	1271,0	0,125
34	solid	solid	0,020	0,160	918,0	0,178
34	7/42	7 x 0,064	0,022	0,192	777,0	0,196
32	solid	solid	0,032	0,203	571,0	0,284
32	7/40	7 x 0,078	0,034	0,203	538,0	0,302
32	19/44	19 x 0,05	0,037	0,229	448,0	0,329
30	solid	solid	0,051	0,254	365,0	0,450
30	7/38	7 x 0,102	0,057	0,305	339,0	0,507
30	19/42	19 x 0,064	0,061	0,305	286,7	0,543
28	solid	solid	0,080	0,330	232,0	0,710
28	7/36	7 x 0,127	0,087	0,381	213,0	0,774
28	19/40	19 x 0,078	0,091	0,406	186,0	0,810
27	7/35	7 x 0,142	0,111	0,457	179,0	0,988
26	solid	solid	0,128	0,404	143,0	1,14
26	10/36	10 x 0,127	0,127	0,533	137,0	1,13
26	19/38	19 x 0,102	0,155	0,508	113,0	1,38
26	7/34	7 x 0,160	0,141	0,483	122,0	1,25

Wires and stranded conductors

AWG wires and stranded conductors

AWG No.	AWG-structure n x AWG	Cable structure n x wire-Ø mm	Conductor cross-section mm ²	Outer conductor Ø mm	Conductor resistance Ω/km	Conductor weight kg/km
24	solid	solid	0,205	0,511	89,4	1,82
24	7/32	7 x 0,203	0,227	0,610	76,4	2,02
24	10/34	10 x 0,160	0,201	0,582	85,6	1,79
24	19/36	19 x 0,127	0,241	0,610	69,2	2,14
24	41/40	41 x 0,078	0,196	0,582	84,0	1,74
22	solid	solid	0,324	0,643	55,3	2,88
22	7/30	7 x 0,254	0,355	0,762	48,4	3,16
22	19/34	19 x 0,160	0,382	0,787	45,1	3,40
22	26/36	26 x 0,127	0,330	0,762	52,3	2,94
20	solid	solid	0,519	0,813	34,6	4,61
20	7/28	7 x 0,320	0,562	0,965	33,8	5,00
20	10/30	10 x 0,254	0,507	0,889	33,9	4,51
20	19/32	19 x 0,203	0,615	0,940	28,3	5,47
20	26/34	26 x 0,160	0,523	0,914	33,0	4,65
20	41/36	41 x 0,127	0,520	0,914	32,9	4,63
18	solid	solid	0,823	1,020	21,8	7,32
18	7/26	7 x 0,404	0,897	1,219	19,2	7,98
18	16/30	16 x 0,254	0,811	1,194	21,3	7,22
18	19/30	19 x 0,254	0,963	1,245	17,9	8,57
18	41/34	41 x 0,160	0,824	1,194	20,9	7,33
18	65/36	65 x 0,127	0,823	1,194	21,0	7,32
16	solid	solid	1,310	1,290	13,7	11,66
16	7/24	7 x 0,511	1,440	1,524	12,0	12,81
16	65/34	65 x 0,160	1,310	1,499	13,2	11,65
16	26/30	26 x 0,254	1,317	1,499	13,1	11,72
16	19/29	19 x 0,287	1,229	1,473	14,0	10,94
16	105/36	105 x 0,127	1,330	1,499	13,1	11,84
14	solid	solid	2,080	1,630	8,6	18,51
14	7/22	7 x 0,643	2,238	1,854	7,6	19,92
14	19/27	19 x 0,361	1,945	1,854	8,9	17,31
14	41/30	41 x 0,254	2,078	1,854	8,3	18,49
14	105/34	105 x 0,160	2,111	1,854	8,2	18,79
12	solid	solid	3,310	2,050	5,4	29,46
12	7/20	7 x 0,813	3,630	2,438	4,8	32,30
12	19/25	19 x 0,455	3,090	2,369	5,6	27,50
12	65/30	65 x 0,254	3,292	2,413	5,7	29,29
12	165/34	165 x 0,60	3,316	2,413	5,2	29,51
10	solid	solid	5,260	2,590	3,4	46,81
10	37/26	37 x 0,404	4,740	2,921	3,6	42,18
10	49/27	49 x 0,363	5,068	2,946	3,6	45,10
10	105/30	105 x 0,254	5,317	2,946	3,2	47,32
8	49/25	49 x 0,455	7,963	3,734	2,2	70,87
8	133/29	133 x 0,287	8,604	3,734	2,0	76,57
8	655/36	655 x 0,127	8,297	3,734	2,0	73,84

Wires and stranded conductors

AWG wires and stranded conductors

AWG No.	AWG-structure n x AWG	Cable structure n x wire-Ø mm	Conductor cross-section mm ²	Outer conductor Ø mm	Conductor resistance Ω/km	Conductor weight kg/km
4	133/25	133 x 0,455	21,625	5,898	0,80	192,46
4	259/27	259 x 0,363	26,804	5,898	0,66	238,55
4	1666/36	1666 x 0,127	21,104	5,898	0,82	187,82
2	133/23	133 x 0,574	34,416	7,417	0,50	306,30
2	259/26	259 x 0,404	33,201	7,417	0,52	295,49
2	665/30	665 x 0,254	33,696	7,417	0,52	299,89
2	2646/36	2646 x 0,127	33,518	7,417	0,52	298,31
1	133/22	133 x 0,643	43,187	8,331	0,40	384,37
1	259/2	259 x 0,455	42,112	8,331	0,41	374,80
1	817/30	817 x 0,254	41,397	8,331	0,42	368,43
1	2109/34	2109 x 0,160	42,403	8,331	0,41	377,39
1/0	133/21	133 x 0,724	54,750	9,347	0,31	487,28
1/0	259/24	259 x 0,511	53,116	9,347	0,32	472,73
2/0	133/20	133 x 0,813	69,043	10,516	0,25	614,48
2/0	259/23	259 x 0,574	67,021	10,516	0,25	596,49
3/0	259/22	259 x 0,643	84,102	11,786	0,20	748,51
3/0	427/24	427 x 0,511	87,570	11,786	0,19	779,37
4/0	259/21	259 x 0,724	106,626	13,259	0,16	948,97
4/0	427/23	427 x 0,574	110,494	13,259	0,15	983,39

AWG wires (solid conductors)

AWG No.	Wire Ø mm	AWG No.	Wire Ø mm	AWG No.	Wire Ø mm
44	0,050	26	0,404	10	2,588
41	0,070	25	0,455	9	2,906
40	0,079	24	0,511	8	3,268
39	0,089	23	0,574	7	3,665
38	0,102	22	0,643	6	4,115
37	0,114	21	0,724	5	4,620
36	0,127	20	0,813	4	5,189
35	0,142	19	0,912	3	5,827
34	0,160	18	1,024	2	6,543
33	0,180	17	1,151	1	7,348
32	0,203	16	1,290	1/0	8,252
31	0,226	15	1,450	2/0	9,266
30	0,254	14	1,628	3/0	10,404
29	0,287	13	1,829	4/0	11,684
28	0,320	12	2,052		
27	0,363	11	2,304		

Conductor resistance data

Conductor resistance data according to VDE 0295 and IEC 60228

Conductor resistance data for cables and insulated cables for high-voltage systems are executed in accordance with DIN VDE 0295 in conformity with IEC 60228, depending on conductor class, as from 0.5 mm². The resistance of each conductor at 20° C must not exceed the maximum specified for the particular nominal cross-section. Adherence to the maximum values for conductor resistance is verified by means of an ohmmeter applied to the conductor or of the finished cable. Measurement is performed in accordance with DIN VDE 0472, Part 501.

This does not apply to conductors in telecommunications cables.

Conductor dimensions	High-voltage cables						Welding cable	
	Cu conductors				Al conductors		Cu conductors	
	consisting of tin-plated wires		consisting of bright wires		consisting of bright wires		consisting of bright wires	consisting of tin-plated wires
Nominal cross-section mm ²	Class 1 Class 2 Ω/km	Class 5 Class 6 Ω/km	Class 1 Class 2 Ω/km	Class 5 Class 6 Ω/km	Class 1 Ω/km	Class 2 Ω/km	Ω/km	Ω/km
0,05	–	~380,0	–	~360,0	–	–	–	–
0,08	–	~240,0	–	~230,0	–	–	–	–
0,09	–	~230,0	–	~215,0	–	–	–	–
0,14	–	~140,0	–	~138,0	–	–	–	–
0,22	–	~96,8	–	~95,0	–	–	–	–
0,25	–	~79,3	–	~77,8	–	–	–	–
0,34	–	~57,1	–	~56,0	–	–	–	–
0,5	36,7	40,1	36,0	39,0	–	–	–	–
0,75	24,8	26,7	24,5	26,0	–	–	–	–
1,0	18,2	20,0	18,1	19,5	–	–	–	–
1,5	12,2	13,7	12,1	13,3	–	–	–	–
2,5	7,56	8,21	7,41	7,98	–	–	–	–
4,0	4,70	5,09	4,61	4,95	–	–	–	–
6,0	3,11	3,39	3,08	3,30	–	–	–	–
10,0	1,84	1,95	1,83	1,91	–	–	–	–
16,0	1,16	1,24	1,15	1,21	–	1,91 ²⁾	1,16	1,19
25,0	0,734	0,795	0,727 ¹⁾	0,780	1,20	1,20	0,758	0,780
35,0	0,529	0,565	0,524 ¹⁾	0,554	0,868	0,868	0,536	0,552
50,0	0,391	0,393	0,387 ¹⁾	0,386	0,641	0,641	0,379	0,390
70,0	0,270	0,277	0,268 ¹⁾	0,272	0,443	0,443	0,268	0,276
95,0	0,195	0,210	0,193 ¹⁾	0,206	0,320	0,320	0,198	0,204
120,0	0,154	0,164	0,153 ¹⁾	0,161	0,253	0,253	0,155	0,159
150,0	0,126	0,132	0,124 ¹⁾	0,129	0,206	0,206	0,125	0,129
185,0	0,100	0,108	0,0991	0,106	0,164	0,164	0,102	0,105
240,0	0,0762	0,0817	0,0754	0,0801	0,125	0,125	–	–
300,0	0,0607	0,0654	0,0601	0,0641	0,100	0,100	–	–
400,0	0,0475	0,0495	0,0470	0,0486	–	0,0778	–	–
500,0	0,0369	0,0391	0,0366	0,0384	–	0,0605	–	–
630,0	0,0286	0,0292	0,0283	0,0287	–	0,0469	–	–

¹⁾ applies to mineral insulated Class 1 cables

²⁾ applies only to conductors with reduced cross-section for NAYCWY 4 x 25/16

Explanatory notes

Class 1 - for single-wire conductors

Class 2 - for multi-wire conductors

Class 5 - for fine-wired conductors

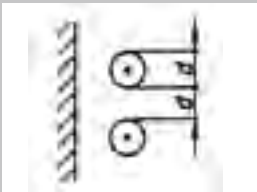
Class 6 - for ultra-fine-wired conductors

Current-carrying capacity

Basic table

Table 1:

Current-carrying capacity of cables with rated voltage up to 1000 V at ambient temperature +30° C with reference to VDE

	A Single core cable - rubber insulated - PVC insulated - TPE insulated - heat resistant	B Multicore cables and cords for home- and portable apparatus - rubber insulated - PVC insulated - TPE insulated		C Multicore cables and cords, excl. home- and portable apparatus - rubber insulated, - PVC insulated - TPE insulated, - heat resistant	D Multicore heavy duty rubber cables min 0,6/1 kV Single core special rubber cables 0,6/1 kV or 1,8/3 kV	
Method of installation						
Number of current carrying conductors	1	2	3	2 or 3	3	1
Nominal cross section in mm ²	Current rating in A					
0,08 ¹⁾	1,5	–	–	1	–	–
0,14 ¹⁾	3	–	–	2	–	–
0,25 ¹⁾	5	–	–	4	–	–
0,34 ¹⁾	8	–	–	6	–	–
0,5	12 ²⁾	3	3	9 ¹⁾	–	–
0,75	15	6	6	12	–	–
1	19	10	10	15	–	–
1,5	24	16	16	18	23	30
2,5	32	25	20	26	30	41
4	42	32	25	34	41	55
6	54	40	–	44	53	70
10	73	63	–	61	74	98
16	98	–	–	82	99	132
25	129	–	–	108	131	176
35	158	–	–	135	162	218
50	198	–	–	168	202	276
70	245	–	–	207	250	347
95	292	–	–	250	301	416
120	344	–	–	292	–	488
150	391	–	–	335	–	566
185	448	–	–	382	–	644
240	528	–	–	453	–	775
300	608	–	–	523	–	898
400	726	–	–	–	–	–
500	830	–	–	–	–	–
Current carrying capacity	DIN VDE 0298-4, 2003-08	DIN VDE 0298-4, 2003-08		DIN VDE 0298-4, 2003-08	DIN VDE 0298-4, 2003-08	

The table as shown deviates from the version in the standard. Please under all circumstances take the conversion factors into account.

Conversion factors for

Divergent environment factors see Table 2

Multi-core cables see Table 3

Accumulation see Table 4

¹⁾ For smaller cross-sections current carrying capacity according to VDE 0891 part 1.²⁾ According VDE 0100 part 523 extended range, which is not accounted by VDE 0298.

Current-carrying capacity

Reduction table

Table 2: Conversion factors

for divergent ambient temperatures according to VDE 0298 (Table 5 applies in the case of cables with enhanced temperature-resistance)

Ambient temperature °C	Permissible/recommended operating temperature			
	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
Conversion factors applicable to the current-carrying capacity data in table 1				
10	1,29	1,22	1,18	1,15
15	1,22	1,17	1,14	1,12
20	1,15	1,12	1,10	1,08
25	1,08	1,06	1,05	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,91	0,94	0,95	0,96
40	0,82	0,87	0,89	0,91
45	0,71	0,79	0,84	0,87
50	0,58	0,71	0,77	0,82
55	0,41	0,61	0,71	0,76
60	–	0,50	0,63	0,71
65	–	0,35	0,55	0,65
70	–	–	0,45	0,58
75	–	–	0,32	0,50
80	–	–	–	0,41
85	–	–	–	0,29

Table 3: Conversion factors

for multi-core cables with conductor cross-sections up to 10 mm² (according to VDE 0298)

Number of loaded cores	Conversion factors
5	0,75
7	0,65
10	0,55
14	0,50
19	0,45
24	0,40
40	0,35
61	0,30

Table 4: Conversion factors

for accumulation according to VDE 0298

Arrangement	Number of multi-core cables or number of AC or three-phase circuits consisting of single-core cables (2 or 3 live conductors)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Bundled directly on wall, floor, in electrical installation trunking or duct, on or in wall	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,48	0,45	0,43	0,41	0,39	0,38
Single-layer on wall or floor, with contact	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Single-layer on wall or floor, with intermediate space equal to cable diameter	1,00	0,94	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Single-layer under ceiling with contact	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Single-layer under ceiling with intermediate space equal to cable diameter	0,95	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85

Current-carrying capacity

Reduction table

Table 5: Conversion factors

for current-carrying capacity of cables with enhanced temperature-resistance according to VDE 0298

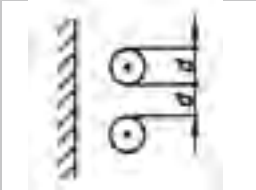
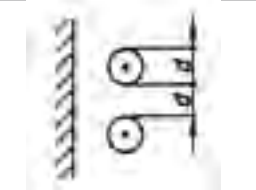
Insulating material	Enhanced temperature-resistance, PVC		Silicone SIR	
Products	Individual cores	Cable	Individual cores	Cable
Number of loaded cores	1	2 or 3	1	2 or 3
Installation type				
Ambient temperature in °C				
50	1,00		1,00	
55	0,94		1,00	
60	0,87		1,00	
65	0,79		1,00	
70	0,71		1,00	
75	0,61		1,00	
80	0,50		1,00	
85	0,35		1,00	
90	–		1,00	
95	–		1,00	
100	–		1,00	
105	–		1,00	
110	–		1,00	
115	–		1,00	
120	–		1,00	
125	–		1,00	
130	–		1,00	
135	–		1,00	
140	–		1,00	
145	–		1,00	
150	–		1,00	
155	–		0,91	
160	–		0,82	
165	–		0,71	
170	–		0,58	
175	–		0,41	

Table 6: Conversion factors

for wound cables (according to VDE 0298)

Number of layers on coil/drum	1	2	3	4	5
Conversion factors	0,80	0,61	0,49	0,42	0,38

Current-carrying capacity

Current-carrying capacity for flexible cables (not shown in the previous tables!)

Permissible current-loading for insulated high-voltage cables with copper conductors at ambient temperatures up to 25° C according to DIN VDE 0100, 0812 and 0890. These figures are intended as guide figures. The DIN VDE provisions are definitive and mandatory.

Current-loading and fuse in Ampere (A) up to 25° C

Nominal cross-section	Group 1 One or more multi-core cables, single-core cables installed in trunking, e.g. H07V-U		Group 2 Multi-core cables, e.g. sheath cables, flat-webbed cables, mobile cables		Group 3 Single-core cables installed open in air, with cables installed with an intermediate space of not less than cable diameter, and single-core wiring in switchgear and distribution installations	
	Current-loading A	Fuse A	Current-loading A	Fuse A	Current-loading A	Fuse A
0,08	2,5		0,5	–	–	–
0,14	6,0		1,5	–	6,0	–
0,25	8,5		2,5	–	8,5	–
0,34	9		3,5	–	10	–
0,50	10		5	–	12	–
0,75	11		13	10	16	16
1	12	10	16	16	20	20
1,5	16	16	20	20	25	25
2,5	21	20	27	25	34	35
4	27	25	36	35	45	50
6	35	35	47	50	57	63
10	48	50	65	63	78	80
16	65	63	87	80	104	100
25	88	80	115	100	137	125
35	110	100	143	125	168	160
50	140	125	178	160	210	200
70	175	160	220	224	260	250
95	210	210	265	250	310	310
120	250	250	310	300	365	355
150	–	–	355	355	415	425
185	–	–	405	355	475	425
240	–	–	480	425	560	500
300	–	–	555	500	645	600
400	–	–	–	–	770	630
500	–	–	–	–	890	850

Permissible long-term loading of insulated cables at ambient temperature higher than + 25 °C

Ambient temperature °C	Permissible continuous load rating in % of the figures in the above table		
	Plastic insulation %	Rubber insulation %	Cables with 100° C limit temperature %
from 25 to 30	94	92	100
> 30 to 35	88	85	100
> 35 to 40	82	75	100
> 40 to 45	75	65	100
> 45 to 50	67	53	100
> 50 to 55	58	38	100
> 55 to 65	–	–	100
> 65 to 70	–	–	92
> 70 to 75	–	–	85
> 75 to 80	–	–	75
> 80 to 85	–	–	65
> 85 to 90	–	–	53
> 90 to 95	–	–	38

Properties

Properties* of insulating and sheath materials

	Designation			elektrical					thermal					
	VDE des.	Code	Material	Density g/cm^3	Electr. strength kV/mm	Specific insulation resistance $\Omega \text{ cm } 20^\circ\text{C}$	Dielectr. coefficient $50 \text{ Hz } / 20^\circ\text{C}$	Tangent of loss angle $\tan \delta$	Service temperature		Meltingpoint $^\circ\text{C}$	Burning behav.	Oxygen LOI (% O_2)	Heating value $\text{Ho MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$
									contin. $^\circ\text{C}$	short $^\circ\text{C}$				
Thermoplastics	Y	PVC	Polyvinyl chloride mixtures	1,35 - 1,5	25	$10^{13}\text{-}10^{15}$	3,6 - 6	4×10^{-2} bis 1×10^{-1}	-30 +70	+100	> 140	selfextinguishing	23 - 42	17 - 25
	Y w	PVC	temperature resistance to 90°C	1,30 - 1,5	25	$10^{12}\text{-}10^{15}$	4 - 6,5		-20 +90	+120	> 140		23 - 42	16 - 22
	Yw	PVC	temperature resistance to 105°C	1,30 - 1,5	25	$10^{12}\text{-}10^{15}$	4,5 - 6,5		-20 +105	+120	> 140		24 - 42	16 - 20
	Yk	PVC	low temperature resistance	1,20 - 1,4	25	$10^{12}\text{-}10^{15}$	4,5 - 6,5		-40 +70	+100	> 140		24 - 42	17 - 24
	2Y	LDPE	PE (low density)	0,92 - 0,94	70	10^{17}	2,3	2×10^{-4}	-50 +70	+100	105-110	combustible	≤ 22	42 - 44
	2Y	HDPE	PE (high density)	0,94 - 0,98	85	10^{17}	2,3	3×10^{-4}	-50 +100	+120	130		≤ 22	42 - 44
	2X	VPE	Cross-linked polyethylene	0,92	50	$10^{12}\text{-}10^{16}$	4 - 6	2×10^{-3}	-35 +90	+100	-		≤ 22	42 - 44
	O2Y		Polyethylene foam	~0,65	30	10^{17}	~1,55	5×10^{-4}	-40 +70	+100	105		18 - 30	42 - 44
	3Y	PS	Polystyrene	1,05	30	10^{16}	2,5	1×10^{-4}	-50 +80	+100	> 120		≤ 22	40 - 43
	4Y	PA	Polyamide	1,02 - 1,1	30	10^{15}	4	2×10^{-2} bis 1×10^{-3}	-60 +105	+125	210		≤ 22	27 - 31
	9Y	PP	Polypropylene	0,91	75	10^{16}	2,3 - 2,4	4×10^{-2}	-10 +100	+140	160		≤ 22	42 - 44
	11Y	PUR	Polyurethan	1,15 - 1,2	20	$10^{10}\text{-}10^{12}$	4 - 7	23×10^{-2}	-55 +80	+100	150		20 - 26	20 - 26
	TPE-E (12Y/13Y)		Polyester elastomer	1,2 - 1,4	40	$>10^{10}$	3,7 - 5,1	18×10^{-2}	-50 +100	+140	190		≤ 29	20 - 25
	TPE-O (18Y)		Polyolefin elastomer	0,89 - 1,0	30	$>10^{14}$	2,7 - 3,6	18×10^{-2}	-50 +100	+130	150		≤ 25	23 - 28
Elastomers	G	NR SBR	Natural rubber styrene-butadiene rubber mixtures	0,5 - 1,7	20	$10^{12}\text{-}10^{15}$	3 - 5	$1,9 \times 10^{-2}$	-65 +60	+120	-	low flammability	≤ 22	21 - 25
	2G	SIR	Silicone rubber	1,2 - 1,3	20	10^{15}	3 - 4	6×10^{-3}	-60 +180	+260	-	combustible	25 - 35	17 - 19
	3G	EPR	Ethylene-propylene mixed polymer mixtures	1,3 - 1,55	20	10^{14}	3 - 3,8	$3,4 \times 10^{-3}$	-30 +90	+160	-	combustible	≤ 22	21 - 25
	4G	EVA	Ethylene-vinyl acetate copolymer mixture	1,3 - 1,5	30	10^{12}	5 - 6,5	2×10^{-2}	-30 +125	+200	-	combustible	≤ 22	19 - 23
	5G	CR	Polychloroprene mixtures	1,4 - 1,65	20	10^{10}	6 - 8,5	5×10^{-2}	-40 +100	+140	-	selfextinguishing	30 - 35	14 - 19
	6G	CSM	Chlorosulfonated polyethylene mixtures	1,3 - 1,6	25	10^{12}	6 - 9	$2,8 \times 10^{-2}$	-30 +80	+140	+160	selfextinguishing	30 - 35	19 - 23
Hightemp. materials	10Y	PVDF	Polyvinylidene fluoride Kynar [®] / Dyflor [®]	1,7 - 1,9	20	10^{14}	9 - 7	$1,4 \times 10^{-2}$	-40 +135	+160	> 170	non-combustible	40 - 45	15
	7Y	ETFE	Ethylentetrafluor-ethylene Tefzel [®]	1,6 - 1,8	36	10^{16}	2,6	8×10^{-4}	-100 +150	+180	> 265		30 - 35	14
	6Y	FEP	Fluorinated ethylene propylene	2,0 - 2,3	25	10^{18}	2,1	3×10^{-4}	-100 +205	+230	> 225		> 95	5
	5YX	PFA	Perfluoralkoxy	2,0 - 2,3	25	10^{18}	2,1	3×10^{-4}	-190 +260	+280	> 290		> 95	5
	5Y	PTFE	Polytetrafluorethylene	2,0 - 2,3	20	10^{18}	2,1	3×10^{-4}	-190 +260	+300	> 325		> 95	5
Halogen-free mixtures	H	non cr. linked	Halogen-free polymer mixture	1,4 - 1,6	25	$10^{12}\text{-}10^{14}$	3,4 - 5	$\sim 10^{-3}$	-30 +70	+100	> 130	selfextinguishing	≤ 40	17 - 22
	HX	Cross-linked	Halogen-free polymer mixture	1,4 - 1,6	25	$10^{13}\text{-}10^{14}$	3,4 - 5	$10^{-2}\text{-}10^{-3}$	-30 +90	+150	-		≤ 40	16 - 25

*Properties apply to unprocessed material

Properties

Properties* of insulating and sheath materials

	Designation			thermal			mechanical					free from halogens	Weathering			
	VDE des.	Code	Material	Thermal conductivity W · K ⁻¹ · m ⁻¹	corrosive gases in case of fire	Radiation resist. max. Mrad	Tensile strength N/mm ²	Breaking strain %	Shore-hardness	Abrasion performance	Water absorption %	halogen free	Weathering resist.	Low temp. performance		
Thermoplastics	Y	PVC	Polyvinyl chloride mixtures	0,17	Hydrogen chloride	80	10 - 25	130 - 350	70 - 95 (A)	average	0,4	no	moderate, good in black	mod.-good		
	Y w	PVC	temperature resistance to 90 C°													
	Yw	PVC	temperature resistance to 105 C°													
	Yk	PVC	low temperature resistance											very good		
	2Y	LDPE	PE (low density)	0,3	no	100	10 - 20	400 - 600	43 - 50 (D)	average	0,1	yes		good		
	2Y	HDPE	PE (high density)	0,4	no		20 - 30	500 - 1000	60 - 63 (D)	good						
	2X	VPE	Cross-linked polyethylene	0,3	no		12,5 - 20	300 - 400	40 - 45 (D)	average			good	good		
	O2Y		Polyethylene foam	0,25	no		8 - 12	350 - 450	–	–	–	restrict. ¹⁾	–	yes	mod. good	moderately good
	3Y	PS	Polystyrene	0,25	no	80	55 - 65	300 - 400	35 - 50 (D)	good	0,4	good				
	4Y	PA	Polyamide	0,23	no	10	50 - 60	50 - 170	–	very good	1,0 - 1,5	good	good			
	9Y	PP	Polypropylene	0,19	no	10	20 - 35	300	55 - 60 (D)	average	0,1	moderate	very good		very good	
	11Y	PUR	Polyurethan	0,25	no	100 (500)	30 - 45	500 - 700	70 - 100 (A)	very good	1,5					
	TPE-E (12Y/13Y)		Polyester elastomer	0,5	no	10	30	> 300	85 (A) 70 (D)	good						
	TPE-O (18Y)		Polyolefin Elastomer	1,5	no	10	20		55 (A) 70 (D)							
Elastomers	G	NR SBR	Natural rubber styrene-butadiene rubber mixtures	–	no	100	5 - 10	300 - 600	60 - 70 (A)	mod.	1,0	no	moderate	very good		
	2G	SIR	Silicone rubber	0,22	no	50		300 - 600	40 - 80 (A)				good			
	3G	EPR	Ethylene-propylene mixed polymer mixtures	–	no	200		200 - 400	65 - 85 (A)			yes	very good	good		
	4G	EVA	Ethylene-vinyl acetate copolymer mixture	–	no	100	8 - 12	250 - 350	70 - 80 (A)	good						
	5G	CR	Polychloroprene mixtures	–	Hydrogen chloride	50	10 - 20	400 - 700	55 - 70 (A)	average	1,0	no	very good	moderately good		
	6G	CSM	Chlorosulfonated polyethylene mixtures	–		50		350 - 600	60 - 70 (A)		1,5			moderate		
Hightemp. materials	10Y	PVDF	Polyvinylidene fluoride Kynar® / Dyflor®	0,17	Hydrogen fluoride	10	50 - 80	150	75 - 80 (D)	very good	0,01			no	very good	very good
	7Y	ETFE	Ethylentetrafluorethylen Tefzel®	0,24	yes	10	40 - 50	150	70 - 75 (D)		0,02					
	6Y	FEP	Fluorinated ethylene propylene	0,26	yes	1	15 - 25	250	55 - 60 (D)		0,01					
	5YX	PFA	Perfluoralkoxy	0,21	yes	0,1	25 - 30	250	55 - 60 (D)							
	5Y	PTFE	Polytetrafluorethylene	0,26	yes	0,1	80	50	55 - 60 (D)							
Halogen-free mixtures	H	non cr. linked	Halogen-free polymer mixture	0,17	no	100	8 - 13	150 - 250	65 - 95 (A)	average	0,2 - 1,5	yes	moderate, good in black	average		
	HX	Cross-linked	Halogen-free polymer mixture	0,20	no	200		150 - 250								

*Properties apply to unprocessed material ¹⁾ Propellants, for example, may consist of or contain fluorinated chlorinated hydrocarbons (HCFCs) ²⁾ depending on mixture group

Chemical Resistance

Resistance to organic substances

Substance										
	Concentration in %	Temp. up to in C°	PVC	PE	PUR	H	Silicone	Neoprene rubber	Teflon	PETP
Acetic acid	20		O	O		–			+	+
Acetone		20	–		O			O		
Aniline		50	–							
Benzene		50	–		–		–			
Brake fluid		100	O		–					
Butane		20	+				O			
Butter		50	+		O		+		+	
Carbon tetrachloride	100	20	+		–		–			
Chlorobenzene		30	–		–		–			
Chloroprene		20	–		–		–			
Citric acid			+			O	+	+	+	+
Cutting oil			O		+	–	+	O	+	
Diesel oil			–		+	–	O		+	O
Diethylene glycol		20	O		+		–			
Engine oil		120	+	–		–		+		+
Ethyl alcohol	100	20	–	+	O	–	+	+	+	+
Ethylene chloride		50	–		O					
Ethylene glycol		100	O		–	+				
Formic acid	30	20	–	+	–			+	+	–
Freon		20	–		O		–			
Gasoline		50	–	–	+	–	O	–	+	+
Gearbox oil		100	+		O		O			O
Glacial acetic acid	20	50	–		–		+		+	+
Glycerin any	any	50	+		+		+			
Hydraulic fluid		20	–		O*	–	–		+	
Isopropyl alcohol	100	20	–	+	O*		O	O	+	+
Kerosene		20			+					
Lactic acid	10		–		–		–		+	O
Machine lubricating oil		20	O		O	–	+	O	+	O
Methanol		20	–		–		+			+
Methyl alcohol	100		O	+	O	O		O	+	+
Methylene chloride		20	–		–		–			O
Mineral oil					O*					+
Olive oil		50	+	+	+		+		+	–
Oxalic acid (cold sat.)	cold sat.	20	+ O		O		O	+		
Paraffin oil					+					
Succinic acid, aqu.	cold sat.	20	+						+	
Tar acid		20	+		–					
Tartaric acid, aqu.			+			O	+	+	+	+
Toluene							–			O
Trichloroethylene	100	20	+				+			
Vegetable oils			+	+	+	–		O	+	O
Vegetable fats			+	+	+	–		O	+	O

+ resistant
 O moderately resistant
 – not resistant
 * must be checked in each individual case

any = any concentration
 cold sat. = cold saturated
 aqu. = aqueous

This information is provided on the basis of our knowledge and of our many years of experience.
 We must point out, however, that no liability can be accepted for any of the information provided here.
 In many cases, ultimate assessment is possible only under practical conditions of use.

Chemical Resistance

Resistance to organic substances

Substance										
	Concentra- tion in %	Temp. up to in C°	PVC	PE	PUR	H	Silicone	Neoprene rubber	Teflon	PETP
Aluminum salts	any	20	+				O			+
Alums	cold sat.	20	+			O	O	–	+	+
Ammonia, aqu.	10	20	+			+	–	+	+	+
Ammonium acetate, aqu.	any	20	+					+		+
Ammonium carbonate, aqu.	any	20	+						+	+
Ammonium chloride, aqu.	any	20	+			+			+	+
Barium salts	any	20	+		+	+	O	+	+	+
Boric acid	100	20	+	+	O	O	+	+	+	+
Calcium chloride, aqu.	cold sat.	20	+		+	O	O		+	+
Calcium chloride, aqu.	10-40	20				+				
Calcium nitrate, aqu.	cold sat.	20	+		+		O		+	+
Chromium salts, aqu.	cold sat.	20	+							+
Copper salts	cold sat.	20	+		+	+	O	+	+	+
Detergent solutions	2	100	–		–		–			+
Hydrochloric acid	conc.	20	–	+	–	–	–	–	+	O
Hydrogen peroxide, aqu.		20	+		O		+	+	+	+
Hydrogen sulfide		20	–		–	–	–	–	–	+
Magnesium salts	cold sat.	20	+		+	O	O			+
Mercury	100	20	+	+	+	+	+	+	+	+
Mercury salts	cold sat.	20	+	+	+	O	+	+	+	+
Nickel salts, aqu.	cold sat.	20	+		+	+	O	+	+	+
Nitric acid	30	20	–	–	–	–	–	–	+	O
Nitrobenzene	100	50	–			–				
Phosphoric acid	50	20	+		+	–		O		+
Potassium carbonate, aqu.		20	+		+			+	+	+
Potassium chlorate, aqu.	cold sat.	20	+		O		O		+	+
Potassium chloride, aqu.	cold sat.	20	+	+	+	–		+		+
Potassium dichromate, aqu.		20	+	+				+	+	+
Potassium iodide, aqu.		20	+		+		O	+	+	+
Potassium nitrate, aqu.	cold sat.	20	+	+	+	+	O	+	+	+
Pot. permanganate, aqu.		20	O		+	–			+	+
Potassium sulfate, aqu.		20	+		+	+	O	+	+	+
Sodium bicarbonate, aqu.		20	+		O	O		+	+	+
Sodium bisulfate, aqu.		20	+		+	–		+	+	+
Sodium chloride, aqu.		20	+		+	+	O	+	+	+
Sodium hydroxide soln.	50	50	+							+
Sodium thiosulfate, aqu.		20	+		+	O		+	+	+
Seawater		20	+		+	+	O	+	+	+
Silver salts, aqu.		20	+		+	+	O	+	+	+
Sulfur dioxide		20	+	O	–		–	–	+	O
Sulfurous water		20	+		+				+	+
Sulfuric acid	50	50	+							+
Tin (II) chloride		20	+				O	+	+	+
Water (dist.)		20	+							+
Zinc salts, aqu.		20	+		–	O		+	+	+

+ resistant
O moderately resistant
– not resistant
* must be checked in each individual case

any = any concentration
cold sat. = cold saturated
aqu. = aqueous

This information is provided on the basis of our knowledge and of our many years of experience.
We must point out, however, that no liability can be accepted for any of the information provided here.
In many cases, ultimate assessment is possible only under practical conditions of use.

Bending radii

Minimum permissible bending radii acc. to DIN VDE 0298 part 3

Cable type	Rated voltage up to 0.6/1 kV				Rated voltage above 0.6/1 kV
Cables for fixed installation	Outer diameter of cable or thickness of flat cable in mm				
	up to 10	above 10 up to 25	above 25		
Fixed installation	4 d	4 d	4 d		6 d
Single-bended installation	1 d	2 d	3 d		4 d
Flexible cables	Outer diameter of cables or thickness of flat cables in mm				
	up to 8	above 8 up to 12	above 12 up to 20	above 20	
Fixed installation	3 d	3 d	4 d	4 d	6 d
Freely movable	3 d	4 d	5 d	5 d	10 d
Cable entry/gland	3 d	4 d	5 d	5 d	10 d
Mechanical restraint ¹⁾ as for cable-drum mode	5 d	5 d	5 d	6 d	12 d
Festoon mode	3 d	4 d	5 d	5 d	10 d
Drag-chain mode	4 d	4 d	5 d	5 d	10 d
Roller reversing	7,5 d	7,5 d	7,5 d	7,5 d	15 d

Notes:

d = Outer diameter of cable or thickness of flat cable.

¹⁾ Suitability for this application must be assured by means of special structural features.

Please consult manufacturer in the case of cable types suitable for multiple application types.

Basic electrical-engineering formulas

Cross-section and diameter calculation of flexible leads

$$A = d^2 \cdot 0,785 \cdot n$$

A = lead cross-section in mm²

Z = lead diameter in mm

n = number of individual wires

d = individual wire-Ø in mm

$$Z = \sqrt{1,34 \cdot n \cdot d}$$

Conductor resistance

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

$$R = \frac{L}{\kappa \cdot S}$$

R = electrical resistance in Ω

G = electrical conductivity in S

S = conductor cross-section in mm²

L = length of conductor in m

ρ = specific resistance (Rho)

κ = conductivity (Kappa)

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

$$\rho = \frac{1}{\kappa}$$

Example

given
required

L = 800 m, R = 100 Ω , S = 0,15 mm²

κ = Conductivity

Calculation route

$$\kappa = \frac{L}{R \cdot S} = \frac{800 \text{ m}}{100 \Omega \cdot 0,15 \text{ mm}^2} = 53,3 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$$

Ohm's Law

$$I = \frac{U}{R}$$

I = electrical current in A

U = electrical voltage in V

R = electrical resistance in Ω

Example

U = 220 V ; R = 980 Ω

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ V}}{980 \Omega}$$

I = 0,22 A

Characteristic wave impedance

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Z = characteristic wave impedance in Ω

L = inductance in H

C = capacity in F

For coaxial cables

$$Z = \frac{60}{\epsilon_r} \cdot \ln \frac{D}{d}$$

ϵ_r = dielectric constant

ln = natural logarithm

D = Ø above dielectric

d = Ø of inner conductor

Effective capacitance conductor/mass

$$C = \frac{\epsilon_r \cdot 10^3}{18 \cdot \ln \frac{D}{d}}$$

C = capacity in pF/m

ϵ_r = dielectric constant

D = Ø above dielectric

d = Ø of inner conductor

ln = natural logarithm

Resistance/Temperature

$$R_W = R_K (1 + \alpha \cdot \Delta u)$$

R_K = cold resistance at +20°C in Ω

R_W = hot resistance in Ω

ΔR = change in resistance in Ω

Δu = temperature changes in °C

α = temperature coefficient

$$R_W = R_K + \Delta R$$

$$\Delta R = \alpha \cdot R_K \cdot \Delta u$$

$$\Delta u = \frac{R_W - R_K}{R_K \cdot \alpha}$$

Cu = 0,0039 1/°C

Alu = 0,00467 1/°C

Example

Δu = 70 °C

R_K = 100 Ω

α = 0,0039 1/°C

$R_W = R_K \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta u)$

$R_W = 100 \Omega (1 + 0,0039 \cdot 70)$

$R_W = 127,3 \Omega$

Installation in series of ...

Resistors

$$R_g = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Capacitors

$$\frac{1}{L_g} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots$$

Inductances

$$L_g = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$$

Installation in parallel of ...

Resistors

$$\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Two Resistors

$$R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Capacitors

$$C_g = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

Inductances

$$\frac{1}{L_g} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots$$

Powers of ten

10 ¹²	Tera	T	1 000 000 000 000
10 ⁹	Giga	G	1 000 000 000
10 ⁶	Mega	M	1 000 000
10 ³	kilo	k	1 000
10 ²	hekto	h	100
10 ¹	deka	da	10
10 ⁰			1
10 ⁻¹	dezi	d	0,1
10 ⁻²	centi	c	0,01
10 ⁻³	milli	m	0,001
10 ⁻⁶	mikro	μ	0,000 001
10 ⁻⁹	nano	n	0,000 000 001
10 ⁻¹²	piko	p	0,000 000 000 001

Basic electrical-engineering formulas

Voltage drop (power engineering)

Symbol	Designation and unit	Formula
u	voltage drop in V	

at given current

- for AC	$u = \frac{2 \cdot I \cdot l}{\kappa \cdot q}$
- for single-phase AC	$u = \frac{2 \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot l}{\kappa \cdot q}$
- for three-phase current	$u = \frac{1,732 \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot l}{\kappa \cdot q}$

at given power

- for AC	$u = \frac{2 \cdot I \cdot P}{\kappa \cdot q \cdot U}$
- for single-phase AC	$u = \frac{2 \cdot I \cdot P}{\kappa \cdot q \cdot U}$
- for three-phase current	$u = \frac{I \cdot P}{\kappa \cdot q \cdot U}$

I	operating current in A
l	single length of power cable in m
κ (Kappa)	conductivity of conductor (m/Ω · mm²) (κ-Cu-conductor: 56, κ-Al-conductor: 33)
u	voltage drop in Volt (V)
U	operating voltage in V (V)
P	power in Watt (W)
q	conductor cross-section in mm²

Rated voltage

(continuous rated voltage is expressed by statement of two AC values U_0/U in V)

U_0/U	= conductor earth/conductor line-to-line voltage
U_0	voltage between conductor and Earth or metallic sheath (screening, reinforcement, concentric conductor)
U	voltage between the outer conductors
U_0	U/3 for three-phase moments
U_0	U/2 for single-phase and AC moments
U_0/U_0	one outer conductor earthed, for single-phase and AC moments

Mathematical symbols

=	equal to	<	smaller than	sin	sine
≠	not equal to	>	greater than	cos	cosine
~	proportional to	≤	smaller than or equal to	tan	tangent
≈	appr. equal to	≥	greater than or equal to	cot	cotangent
Σ	sum, total	∞	infinite	∩	intersection
Δ	difference	∏ (3,14)		U	set union

Conductor cross-section (power engineering)

Symbol	Designation and unit	Formula
q	conductor cross-section in mm²	

at given current

- for DC and single-phase AC	$q = \frac{2 \cdot I \cdot l}{\kappa \cdot u}$
- for three-phase current	$q = \frac{1,732 \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot l}{\kappa \cdot u}$

at given power

- for DC and single-phase AC	$q = \frac{2 \cdot I \cdot P}{\kappa \cdot u \cdot U}$
- for three-phase current	$u = \frac{I \cdot P}{\kappa \cdot u \cdot U}$

I	operating current in A
l	single length of power cable in m
κ (Kappa)	conductivity of conductor (m/Ω · mm²) (κ-Cu-conductor: 56, κ-Al-conductor: 33)
u	voltage drop in Volt (V)
U	operating voltage in V (V)
P	power in Watt (W)
q	conductor cross-section in mm²

Electrical energy

Abbreviation	Designation	Symbol	Formula
W	electr. energy	Ws	$W = P \cdot t$
P	electr. power	W	$W = \frac{U^2 \cdot t}{R}$
t	time (duration)	S	
I	current	A	
U	voltage	V	$W = I^2 \cdot R \cdot t$
R	resistance	Ω	$W = U \cdot I \cdot t$

Example	given	t = 0,05 s, U = 220 V, I = 0,25 A
	required	electrical energy Ws (wattseconds)
Calculation route	$W = U \cdot I \cdot t$ $W = 220 \text{ V} \cdot 0,25 \text{ A} \cdot 0,05 \text{ s} = 2,25 \text{ W s}$	

Determination of fire load

Determination of fire load

e.g. KAWEFLEX® 4220-SK-C-PUR 4 G 10

Formula:

(cable weight - Cu weight) x Heating Value of most unfavourable material

Example:

Total weight: 656,0 kg/km
- Cu weight: - 464,0 kg/km
Plastic = 212,0 kg/km

Heating Value Hu for PELON® = 25 kJ/g
Heating Value Hu for PU = 25 - 29 kJ/g (normal to flame resistant)
PUR average is assumed at 27 kJ/g equating to 27.000 kJ/kg

Calculation:

27.000 kJ/kg x 212,0 kg/km = 5.724.000,0 kJ/km = 5.724,0 MJ/km
there results from this the value:
5.724 MJ/km = 1.591,27 kWh/km (old units)

Fire load is = 1,59 kWh/m

Heating Values in kJ/kg:	PVC	15,3 kJ/g
	PE	46,5 kJ/g
	PP	46,0 kJ/g
	PELON®	25,0 kJ/g
	PUR	25,0 - 29,0 kJ/g

Conversion:	1 MJ/m²	equating to	0,278 kWh/m²
	1 kWh/m²	equating to	3,6 MJ/m²
	1 Wh/m²	equating to	3,6 kJ/m²

British and US dimensions

Dimensions are normally stated in the USA in AWG numbers (AWG = American Wire Gauge).
These AWG numbers accord with the British B&S numbers (BS = Brown&Sharp).

AWG No.	Cross-section mm ²	Diameter mm	Conductor resistance Ω/km
1000 MCM*	507	25,4	0,035
750	380	22,0	0,047
600	304	19,7	0,059
500	254	20,7	0,07
400	203	18,9	0,09
350	178	17,3	0,10
300	152	16,0	0,12
250	127	14,6	0,14
4/0	107,20	11,68	0,18
3/0	85,00	10,40	0,23
2/0	67,50	9,27	0,29
0	53,40	8,25	0,37
1	42,40	7,35	0,47
2	33,60	6,54	0,57
3	26,70	5,83	0,71
4	21,20	5,19	0,91
5	16,80	4,62	1,12
6	13,30	4,11	1,44
7	10,60	3,67	1,78
8	8,366	3,26	2,36
9	6,63	2,91	2,77
10	5,26	2,59	3,64
11	4,15	2,30	4,44
12	3,30	2,05	5,41
13	2,62	1,83	7,02
14	2,08	1,63	8,79
15	1,65	1,45	11,20
16	1,31	1,29	14,70
17	1,04	1,15	17,80
18	0,8230	1,0240	23,0
19	0,6530	0,9120	28,3
20	0,5190	0,8120	34,5
21	0,4120	0,7230	44,0
22	0,3250	0,6440	54,8
23	0,2590	0,5730	70,1
24	0,2050	0,5110	89,2
25	0,1630	0,4550	111,0
26	0,1280	0,4050	146,0
27	0,1020	0,3610	176,0
28	0,0804	0,3210	232,0
29	0,0646	0,2860	282,0
30	0,0503	0,2550	350,0
31	0,0400	0,2270	446,0
32	0,0320	0,2020	578,0
33	0,0252	0,1800	710,0
34	0,0200	0,1600	899,0
35	0,0161	0,1430	1125,0
36	0,0123	0,1270	1426,0
37	0,0100	0,1130	1800,0
38	0,00795	0,1010	2255,0
39	0,00632	0,0897	2860,0
40	0,00487	0,079	3802
42	0,00317	0,064	5842
44	0,00203	0,051	9123

4/0 can also be written: 0000; 1 mil = 0,001 inch = 0,0254 mm

*Dimensions stated in MCM (circular mils) for larger cross-sections

1 CM = 1 Circ. Mil. = 0,0005067 mm²

1 MCM = 1000 Circ. Mils = 0,5067 mm²

British and US dimensions

Mass		Force	
1 grain	= 64,8 mg	1 lb	= 4,448 N
1 dram	= 1,77 g	1 brit. Ton	= 9954 N
1 oz (ounce)	= 28,35 g	1 pdl (poundal)	= 0,1383 N
1 lb (pound)	= 0,4536 Kg	1 kp	= 9,81 N
1 stone	= 6,35 Kg	1 N	= 1,02 kp
1 qu (quart)	= 12,7 Kg	Energy	
1 US-cwt (hundred-weight)	= 45,36 Kg	1 hp x h	= 1,0139 PS x h
1 US ton (short ton)	= 0,907 t		= 2,684 x 100000 J
1 brit ton (long ton)	= 1,016 t		= 746 W x h
Length		1 BTU (brit.therm. unit)	= 1055 Joule
1 mil	= 0,0254 mm	Power	
1 in (inch)	= 25,4 mm	1 PS	= 0,736 kW
1 ft (foot)	= 0,3048 m	1 kW	= 1,36 PS
1 yd (yard)	= 0,9144 m	1 hp	= 0,7457 kW
1 ch (chain)	= 20,1 m	1 kW	= 1,31 hp
1 mm	= 0,039370 in	Weight per unit of length	
1 m	= 39,370079 in	1 lb/mile	= 0,282 kg/m
1 mile (Landmeile)	= 1,609 km	1 lb/yard	= 0,496 kg/m
1 mile (Seemeile)	= 1,852 km	1 lb/foot	= 1,488 kg/m
Area		Pressure	
1 CM (circ.mil)	= 0,507x0,001 mm ²	1 psi(lb/sq.)	= 68,95 mbar
1 MCM	= 0,5067 mm	1 lb/sq. ft.	= 0,478 mbar
1 sq. inch	= 645,16 mm ²	1 pdl/sq. ft.	= 1,489 N/m ²
Temperature		1 in Hg	= 33,86 mbar
F (Fahrenheit)	= (1,8xC) + 32°	1 ft H2O	= 2,491 mbar
C (Celsius)	= 0,5556 x (F - 32°)	1 in H2O	= 2,491 mbar
Speed/Velocity		1 N/mm ²	= 10 bar
1 mile/h	= 1,609 km/h	1 kp/mm ²	= 1422 psi
1 Knoten	= 1,852 km/h	1 at	= 1 kp/cm ²
Volume		1 Torr	= 1 mm Hg
1 cu. Inch	= 16,387 cm ³	1 bar	= 0,1 H Pa
1 cu. Foot	= 28,3167 dm ³	1 Pa	= 1 N/m ²
1 cu. Yard	= 0,764551 m ³	Density	
1 gallon (US)	= 3,78540 l	1 lb/cu. ft.	= 16,02 kg/m ³
1 gallon (brit.)	= 4,546 l	1 lb/su. In.	= 27,68 t/m ³
1 quart (US)	= 0,946 l	Weight	
1 barrel (US)	= 158,98 l	1 ounce (oz)	= 28,35 p
1 m ³	= 35,3148 cu.ft.	1 pound (lb)	= 0,4536 kp
1 dm ³	= 61,0239 cu. in.	1 quarter	= 12,7 kp
Elektrical units		1 hundredweight (centweight, cwt)	= 50,802 kp
1 ohm/1000 yd	= 1,0936 /km	1 kp	= 2,2046 lbs.
1 ohm/1000 ft	= 3,28 /km		= 35,274 oz.
1 µF/mile	= 0,62 µF/km		
1 megohm/mile	= 1,61 M/km		
1 µF/foot	= 3,28 pF/m		
1 decibel/mile	= 71,5 mN/m		

Copper calculation

The price of copper

Cables are marketed at day copper prices (DEL). The DEL is the stock-market quotation for German Electrolytic Copper for conductor purposes, i.e., 99.5 % pure copper. The DEL is stated in Euro per 100 kg. It can be found in the Business section of the daily newspapers, under the heading „Commodities Market“.

Example: DEL 161,40 signifies:
100 kg copper (Cu) costs 161,40 Euro

1% purchasing costs must be added to the day's quotation for cables.

The copper basis

A portion of the price of copper is already contained in the list price of a large proportion of cables. It, too, is stated in Euro per 100 kg.

- Euro 150,00 /100 kg for most cables
- Euro 100,00 /100 kg for telephone cables
- Euro 000,00 /100 kg for e.g. earthing cables (e.g. NYY power cables), i.e., hollow price

Copper weight

The copper index is the „copper weight“ of a cable (it is stated for every item in the catalogue).

Example: KAWEFLEX® 3130 4 G 1,5 mm²
Copper weight as per catalogue 60 kg/km

The copper contained in 1 km of cable therefore weights 60 kg.

Formula for calculation of copper surcharge

Copper weight (kg/km) x (DEL + 1% purchasing costs – copper basis): 100 = copper surcharge in Euro/km

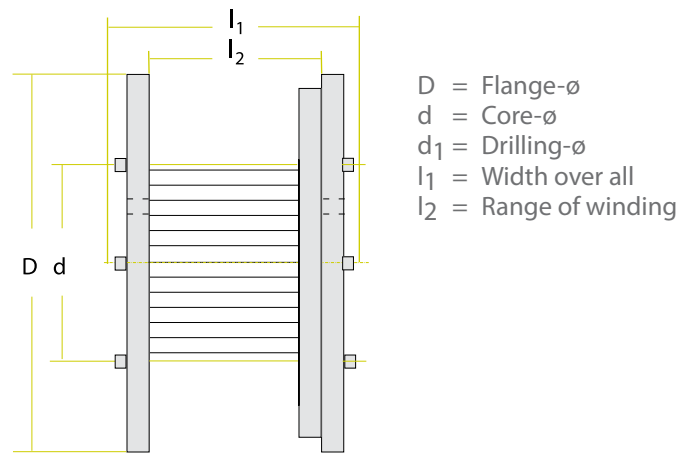
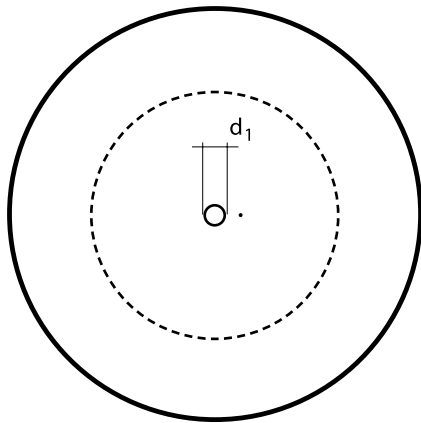
Example: KAWEFLEX® 3130 4 G 1,5 mm²
DEL 400,0 Euro/100 kg
Cu base 150,00 Euro/100 kg
Cu weight 60 kg/km

$60 \text{ kg/km} \times (400,00 + 4,0 - 150,00) : 100 = 152,4 \text{ Euro/km}$

Assuming a DEL quotation of Euro 400,00, this amount would be the copper surcharge for 1 km of KAWEFLEX® 3130 4 G 1,5 mm². The copper surcharge is normally shown separately on all invoices.

KTG Cable Drums

Dimensions, weights and capacities



Cable drums plastic

Drum Normalsize	Flange- $\emptyset$ mm	Core- $\emptyset$ mm	Width over all l_1 mm	Range of winding l_2 mm	Drum unloaded weight ca. kg	Maxim. Load-bearing capacity kg
050/7	500	150	456	404	4	100
070	710	355	510	400	15	250
080	800	400	510	400	16	350
090	900	450	680	560	23	400
100	1000	500	704	560	32	500

Cable drums wood (Standard)

Drum Normalsize	Flange- $\emptyset$ mm	Core- $\emptyset$ mm	Width over all l_1 mm	Range of winding l_2 mm	Drum unloaded weight ca. kg	Maxim. Load-bearing capacity kg
051	500	150	470	410	8	100
071	710	355	520	400	25	250
081	800	400	520	400	31	400
091	900	450	690	560	47	750
101	1000	500	710	560	71	900
121	1250	630	890	670	144	1700
141	1400	710	890	670	175	2000
161	1600	800	1100	850	280	3000
181	1800	1000	1100	840	380	4000
201	2000	1250	1350	1045	550	5000
221	2240	1400	1450	1140	710	6000
250	2500	1400	1450	1140	875	7500
251	2500	1600	1450	1130	900	7500
281	2800	1800	1635	1280	1175	10000

Cable lengths (m) according to KTG (Part 1)

Cable-Ø mm	071 07	081 08	091 09	101 10	121 12	141 14	161 16/8	181 18/10	201 20/12	221 22/14	250 25/14	251 25/16	281 28/18	
6	2024	2755												6
7	1481	2340												7
8	1064	1463	2731											8
9	892	1152	2202	2866							Kd = core · Ø of Drum D = cable · Ø			9
10	677	980	1768	2349										10
11	564	761	1404	1912										11
12	468	643	1206	1540										12
13	385	542	1032	1339	2727									13
14	364	454	881	1159	2255	2967								14
15	297	430	749	1000	1991	2479								15
16	239	358	632	860	1756	2205								16
17	228	294	603	736	1545	1959								17
18	218	281	505	705	1355	1737								18
19	172	228	485	599	1184	1535	2722							19
20	165	219	402	576	1139	1352	2435	2831						20
21	159	211	387	485	991	1304	2172	2527						21
22	122	167	315	468	856	1145	1931	2248						22
23	117	161	304	389	827	999	1869	2172	2953					23
24	113	156	294	377	709	967	1657	1927	2608					24
25	110	151	285	365	688	839	1608	1867	2522					25
26	80	116	228	299	688	814	1419	1650	2218					26
27	78	113	221	290	567	700	1244	1450	2150	2861				27
28	76	109	215	282	550	681	1211	1409	1879	2777				28
29	73	106	209	226	462	663	1180	1371	1826	2450				29
30	71	103	162	220	450	564	1028	1197	1583	2383				30
31		76	157	214	438	550	1003	1166	1540	2089				31
32		74	153	209	428	537	866	1009	1500	2035	2978	2491		32
33		72	150	204	352	451	846	985	1289	1984	2908	2428		33
34			146	158	344	441	828	962	1257	1726	2605	2134		34
35			108	154	336	431	707	824	1227	1685	2547	2083	2890	35
36			105	151	329	422	692	806	1041	1646	2271	2035	2822	36
37			103	148	265	348	678	788	1017	1418	2223	1774	2759	37
38				144	259	341	664	772	994	1386	1969	1735	2432	38
39				107	254	334	560	653	972	1356	1930	1697	2379	39
40				105	249	327	549	640	812	1328	1892	1466	2329	40
41				102	244	264	539	627	795	1130	1664	1435	2036	41
42				100	190	259	529	615	779	1107	1633	1406	1995	42
43					187	254	437	511	763	1085	1603	1199	1956	43
44					183	249	430	502	749	1064	1574	1175	1693	44
45					180	245	422	492	611	890	1373	1153	1661	45
46					177	240	415	484	600	874	1349	1131	1630	46
47					174	187	408	475	589	858	1326	1110	1600	47
48					129	184	330	386	578	842	1144	931	1367	48
49					127	181	325	380	568	828	1125	914	1343	49
50					125	178	319	373	558	678	1107	898	1320	50
51					123	175	314	367	442	666	1089	883	1298	51
52					121	172	310	361	435	655	1072	869	1276	52
53						170	305	356	428	644	912	713	1073	53
54						126	239	280	421	634	898	701	1055	54
55						124	235	276	414	624	885	690	1039	55
56						122	232	271	408	614	872	679	1022	56
57						121	228	267	401	488	860	668	1006	57
58						119	225	263	304	480	719	658	991	58
59						117	222	260	300	473	709	649	815	59
60							219	256	295	466	699	639	803	60
61							216	252	291	460	689	609	791	61
62							161	190	287	453	680	501	780	62
63							159	187	282	447	671	494	769	63
64							157	184	279	441	663	487	759	64
65							155	182	275	335	541	481	748	65
66							153	180	271	330	534	474	739	66
67							151	177	267	326	528	468	589	67
68								175	264	321	521	462	581	68
69								173	186	317	515	456	574	69
70								171	184	313	509	450	566	70
71								168	182	309	503	343	559	71
72								166	179	305	497	338	552	72
73								164	177	301	491	334	545	73
74								162	175	298	486	330	539	74

Registered Trademarks

® registered trademarks of TKD KABEL GmbH

ALINDUFLEX®
DATATRONIC®
KAWEFLEX®
KAWEFLEX® Allround
PAARTRONIC®
PELON®
TEKAPLUS®

Further registered trademarks of other companies:

HYPALON®	(DuPont)
KAPTON®	(DuPont)
KEVLAR®	(DuPont)
NEOPRENE®	(DuPont)
TEFLON®	(DuPont)
TEFZEL®	(DuPont)
THERMI-POINT®	(AMP)
MAXI-THERMI-POINT®	(AMP)
KYNAR®	(Atofina)
STYROFLEX®	(BASF)
DYFLOR®	(Degussa)
INTERBUS-S®	(Phoenix Contact)
SUCCOnet P®	(Klöckner-Möller)
MODULINK P®	(Weidmüller)
VariNet-P®	(Pepperl+Fuchs)
INTERBUS-P®	(Phoenix Contact)
SINCE®	(SIEMENS)
F.I.P®	(F.I.P. Nutzergruppe)
PROFIBUS®	(PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.)
Profinet®	(PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.)
Thinwire (net)®	(Digital Equipment Corporation)
DeviceNet™	(Open Device Vendors Association, ODVA)
ETHERNET®	(Xerox)
SIMATIC®	(SIEMENS)
SafetyBUS p®	(Pilz)
DESINA®	German Machine Tool Builders Association VDW
CORDAFLEX®	(Prysmian Cables + sytems)
RONDOfLEX®	(Prysmian Cables + sytems)
SPREADERFLEX®	(Prysmian Cables + sytems)
BASKETHEAVYFLEX®	(Prysmian Cables + sytems)

Printed cable markings

Short date code with reference to DIN EN 60062

Our modern INKJET printer enables us to print any text required on a cable. Character height and the spacing of character groups are selectable without restriction. Company logos can also be printed on cables. Programming of an EPROM is necessary for this purpose, however.

The printing of the production date on a cable is also good practice. We add the date of production, encoded in accordance with DIN EN 60062, to the printed data, as a standard procedure.

Year	Code	Year	Code
2010	A	2016	H
2011	B	2017	I
2012	C		
2013	D		
2014	E		
2015	F		

Month	Code	Month	Code
January	1	July	7
February	2	August	8
March	3	September	9
April	4	October	O
May	5	November	N
June	6	December	D

Example: „D1“ signifies date of production January 2013

font size: 1/3 of the cable diameter, at least 3 mm
printing: per INKJET

Recommendations for installation of cables in drag-chain applications

Basic cable-handling recommendations

- Tensile and torsional forces must never be applied to cables. The only exception occurs in the case of cables which are designed and manufactured to withstand such loads.
Plug-type connections must always be disconnected by pulling on the plug, and never by pulling on the cable.
- Cables must never kinked. Bending to a radius tighter than the minimum bending radius stated in our data sheets is not permissible.
The same also applies to storage of cables. Please note the core diameter of cable drums and rings.
- Cables should not be exposed to large temperature fluctuations and extremes of weather. Avoid outdoor storage wherever possible.
- Cables must always be rolled off of drums or cable rings. Pulling off in loops (over the drum side) causes kinks, which may result in failures.
- Cables which have suffered mechanical damage as a result of pressure, jamming or crushing must be withdrawn from use.

Selection and installation recommendations for cables in drag-chain applications

There are many more factors to be taken into account in the case of installation of cables in drag-chain applications. The importance of an energy-supply system in complex machinery installations generally only becomes clear when a problem or a failure occurs. Costly downtimes and losses of production are inevitable without careful and informed selection and correct installation of drag-chains and the appurtenant drag-chain-capable cables.

The correct cables are available in the corresponding sections of our catalogue. If you do not find what you need, please ask us. We are at your disposal at any time for advice and assistance in the selection of the most suitable types for your application. The best solution: Make use of our know-how and experience as early as the development and design phases. Together, we'll find the best solutions for your drag cable.

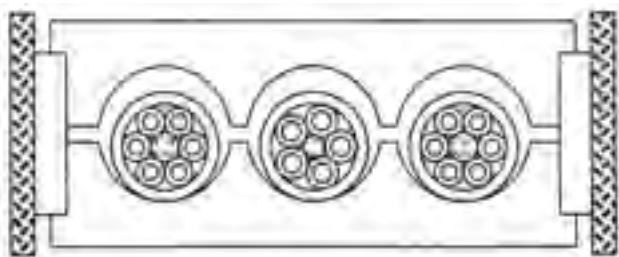
Installation of cables into drag-chain applications must be performed with the greatest care. The following recommendations for installation are based on our many years of practical experience with drag-chain cables, and also on joint research and interchange of experience with chain manufacturers and a large range of users of mobile drag-chain applications.

1. The cables must be selected extremely carefully. Always use only cables which are suitable for your needs in your drag-chain applications.
2. Single-layer cables should be preferred over multi-layer designs. Where a large number of cores is necessary, they should, if possible, be distributed to a number of single-layer cables. This makes it possible to achieve smaller bending radii and a higher number of bending cycles.
3. The cable with the largest outer diameter is definitive for dimensioning of the minimum bending radius of the chain system. Note the minimum bending radius for continuous reversing bending stated in our data sheets.
4. Twist-free installation, with no tensile load being exerted on the cables, is of the greatest importance! Cables must always be rolled off of cable rings and cable drums. They must never be lifted off in loops „over the side“ (danger of kinks). We recommend that cables be laid out before installation or, even better, hung up. This permits the cables' intrinsic or residual twist to „relax“ out. Axial twisting of the cables must be avoided under all circumstances. Only then the cable should be installed in the laid-out drag-chain. The completed chain should then be installed in the machine.

Caution: As a result of production techniques, the data printed on the cable runs in a slight spiral around the cable. It must therefore never be used as an indicator of twist-free alignment of the cable!

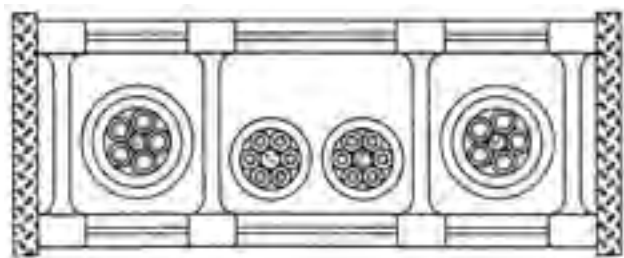
5. The cables must not cross in the energy-supply chain and must not lay one on top of the other. Forced restraint in the chain must be avoided, i.e., the cables must be able to move freely, both vertically and horizontally and, in particular, at and around the bending radius. The total cross-section of the chain, or of the web or guide plate should be filled not more than 80 to 85 % with cables.

The cables must neither be fixed nor tied together in the chain.

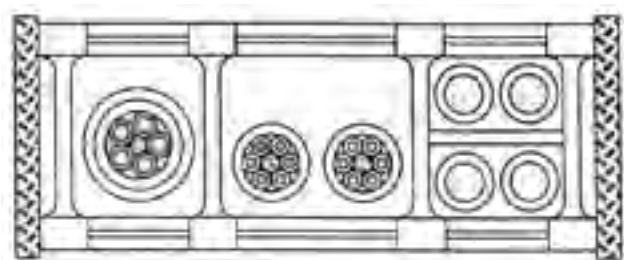


Recommendations for installation of cables in drag-chain applications

6. Distribution of weight in the drag-chain should be as symmetrical as possible.
The heavier cables should be installed on the outside, the lighter cables to the inside.



7. The use of chains with subdivided chambers or webs is recommendable in the case of chains consisting of cable with greatly differing diameters.
This is not absolutely necessary in the case of differences in diameter of up to $\pm 20\%$.
Dividing bars should be installed between the layers of multi-layer cable arrangements.



8. Before fixing cables to a fixed point, it is advisable to operate the energy-supply chain system for around 10 to 20 cycles, in order to relax the cables and bring them into a neutral position. Cable lengths should be readjusted after the first around 24 hours of operating time, if possible.
9. It is recommendable to replace all the cables after failure of a power-supply chain. Otherwise, reduced service-life may occur, as a result of possible overstretching of the cables.
10. Cables should be fixed or guided at both ends, with a minimum distance of 30-fold the cable diameter from the end point of bending movement.

There are various types of fixing; all have their pros and cons. Ultimately, the designer must decide which type of fixing produces the most advantages for his particular application. We recommend:

Cables with high flexibility/low intrinsic stiffness: Clamping on the driver side and at the fixed point.

Cables in vertically installed drag-chain applications: Clamping on the driver side and at the fixed point.

In case of travel paths within the self-supporting range of the power-chain: Clamping on the driver side and at the fixed point.

In case of greater travel paths, with the exception of cables with high flexibility/low intrinsic stiffness: Clamping on the driver side, guide at the fixed point.

Clamping should be applied across a large area over the outer sheath. This means that the core assembly (cable center) must not be crushed; shifting of the cable should nonetheless no longer be possible. Crushing of cores significantly shortens the service-life of cables.

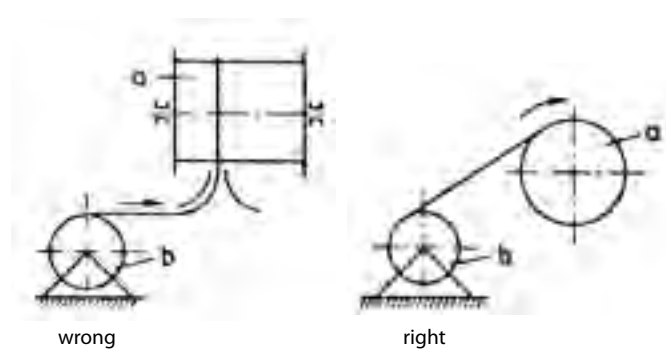
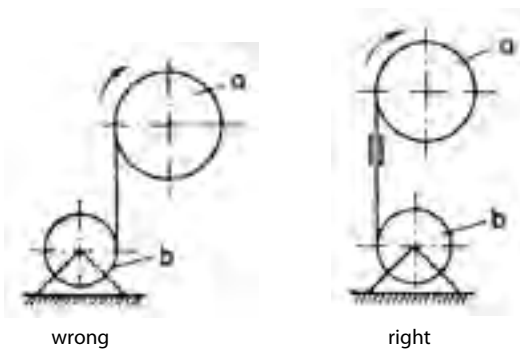
The term „guide“ used here signifies that the cable should be able to move backwards and forwards, but not to the sides.

You need more information? Just call us, we'll be pleased to help.

Assembly details

for reeling cables, trailing cables and tough rubber cables suitable for reeling

1. Move the shipping reel to the deployment site using a cable trolley or truck. Roll the reel only in exceptional situations.
Roll the reel in the direction of the arrow printed on the reel.
2. Where possible, before laying on the working reel, lay out the cable at full length, using cable-laying rollers when feasible.
Pull of the cable only from top.
3. If there is not enough space to lay out the cable at full length, proceed as follows: Position the supply and the equipment reel as far apart as possible. Pull the cable off the supply reel only from top.
When transferring, do not allow the cable to lie in a S-shape or fall in a different plane (see illustration).
4. For ready-made cables, first attach the termination to the equipment reel (slip-ring-body) twist-free, clamp on the cable, wind it onto the equipment reel and then connect it twist-free to the power feed and attach it.
Do not allow the terminations to drag over the floor.
5. Where the cables are supplied without terminations, attach the terminations after winding
6. At least two cables turns should remain on the equipment reel when the device is fully extended
7. If the power feed is:
 - a) underground in the middle of the track, wrap one or two cable turns around an equalising ring behind the entry funnel. Then clamp down and connect the cable.
 - b) above-ground at the end of the track, the cable section off the reel should be at least 40 times the cable diameter in front of the mounting clamp at the feed point when the installation is in its end position, or wrap one or two cable turns around an equalising ring and then clamp down and connect the cable.
8. Protect the cable from external damage during mounting and operation.



Transferring cable to the working reel (a) from the supply reel (b)

Center feeder point installation

Crossover systems at e.g. Quay cranes are a popular system to increase the travel distance of heavy electrical powered equipment. The crossover of a center feeder point is a "change of direction". The cable life time will be reduced if the following recommendations will not be considered at the installation.

1. **Fix installed stress bearing reel**
2 ½ cable turns should be wound around the fixed stress relief drum to ensure sufficient contact areas for adequate stress relief caused by the reeling operation at the cable. The minimum bending radius of the entry and the reel is calculated with 6x cable diameter.
2. **Cable fixing in the center feeder**
The basic intention is spreading the tensile forces on the cable over a sufficiently large cable jacket area to avoid cable damages or premature failure at the anchoring point. Therefore the cable has to be clamped after the 2 ½ winds to ensure a proper stress relief of the cable at the stress bearing reel. See figure 1

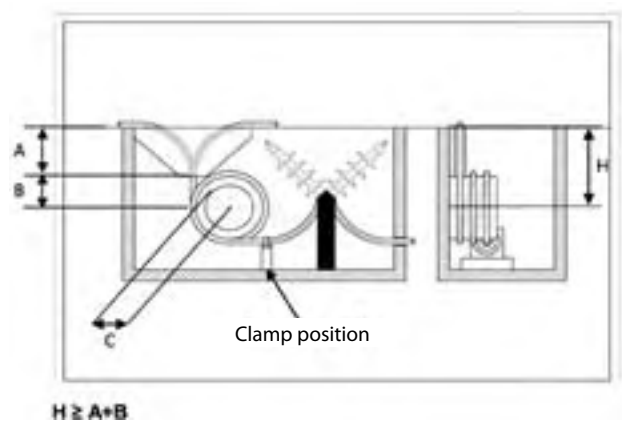


Figure 1

Cross speed m/min	A	B	C
< 100	12 x D	6 x D	6 x D
> 100 and < 200	12 x D	12 x D	12 x D

A = radius entry bell
B = relief section
C = radius stress bearing reel

D = Cable diameter
H = Height center stress bearing reel to cable tray/slot/ground

Assembly details

For cables on mobile cable supports tough rubber cables suitable for reeling

1. Inspect the cable supports:

for proper movement, no skewing over the travel distance; easy running of the deflection pulleys; the groove width of the deflection pulleys must be at least 12% greater than the cable diameter.

2. Move the shipping reel to the deployment site using a cable trolley or truck. Roll the reel only in exceptional situations.

Roll the reel in the direction of the arrow printed on the reel.

3. Wind the deployment lengths on the installation reel twist-free. Do **not** pull off the cable over the reel flange, **use a winding apparatus**.

Observe the bending diameter when performing this task.

For cables of up to 21.5 mm in diameter, bending diameter = 10 x cable diameter.

For cables greater than 21.5 mm in diameter, bending diameter = 12.5 x cable diameter (VDE 0100)

4. Do not pull off the cable onto installation in a loose coil or stretched.

Mount the installation reel on the installation at the end of the cable support so that the cable can be pulled off from top of the reel. The reel should always be at the opposite end from the side to be installed.

5. Install the new cable either using a pulling rope or the cable to be removed (connect them using a cable stocking) over the top of the cable support and position the deflecting pulley at the bottom attachment point on the cable support.

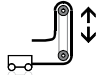
Make sure that the cable cannot become twisted or kinked.

6. Adjust the cable so that it hangs loosely in the middle position of the cable support.

7. Where possible, move the device along its path several times slowly before fixing the cables in place and then attach them using broad clamps – **avoid oval pinching**.

8. Lay each length individually.

Operational areas for drumable lines

Cable Guidance Systems	Reel						
Stress	simple	high	extreme				
FESTOONFLEX PUR-HF	+	O	–	++	O	++	–
TROMMELFLEX (K) NSHTÖU	++	+	O	++	O	+	–
CORDAFLEX (SMK) (N)SHTÖU-J	+	++	++	+	++	–	++
TROMMELFLEX PUR-HF	+	++	++	+	++	+	++

++ main use

+ suitable

O partly suitable – after consultation

– not suitable