

CONRAD

Le transistor

L'avantage particulier de ce kit de montage radio est que le circuit se monte sur une platine enfichable, entièrement sans fer à souder. Afin de mieux comprendre la technologie des circuits, il est recommandé de diviser la structure en plusieurs petites étapes. Les composants ont chacun leur propre fonction et peuvent également être testés par petites étapes. Vous entendrez ainsi rapidement le résultat. La radio sera progressivement complétée et perfectionnée. Cela explique la fonction des différents composants. Au final, chacun pourra construire sa propre radio ou développer des variantes allant au-delà du présent manuel. Le résultat est une petite radio à ondes moyennes, complète et puissante, installée dans son propre boîtier. Il existe également d'innombrables variantes de circuits, qui permettent d'expérimenter.

Découvrez de nouvelles expériences sur notre site web : <http://www.elo-web.de>

Nous vous souhaitons beaucoup de succès et de plaisir durant l'assemblage de la radio !

Sommaire

TOC

Composants

Platine enfichable
Haut-parleur 8 Ω
2 m de câble
Logement des piles avec câbles de
raccordement
Condensateur variable 280 pF
Axe de rallonge et bouton rotatif
Borne à vis
Bobine 220 μ H (noire)
2 bobines 47 μ H (bleues)
Récepteur IC TA7642

Transistor NPN BC547B
Résistance 100 Ω (marron, noir, marron)
Résistance 620 Ω (bleu, rouge, marron)
Résistance 820 Ω (gris, rouge, marron)
Résistance 1 k Ω (marron, noir, rouge)
Résistance 10 k Ω (marron, noir, orange)
Résistance 100 k Ω (marron, noir, jaune)
3 condensateurs céramiques 100 nF (104)
2 condensateurs électrolytiques (Elko) 47 μ F

Le haut-parleur

Prenez le haut-parleur en main et examinez-le de près. La membrane est installée à l'avant. Vous pouvez légèrement l'enfoncer avec précaution vers l'intérieur. Si vous tapotez avec le doigt sur la membrane, cela produit un son. Cela montre le principe du haut-parleur : Une oscillation de la membrane génère des sons.

Un aimant puissant est installé au dos. Le boîtier abrite une bobine enroulée, dont les deux raccords sont reliés aux contacts et aux câbles soudés.

La membrane peut donc ainsi être déplacée par le courant électrique.

Le kit d'apprentissage contient un logement des piles pour une pile ronde. Insérez une pile 1,5 V. Réunissez un court instant les extrémités des câbles et les extrémités des câbles du haut-parleur. Cela produit de la friture. Le mouvement de la membrane est difficile à voir, mais est perceptible du bout des doigts. Selon le sens de raccordement, le courant enfonce la membrane vers l'intérieur ou l'extérieur.

Le haut-parleur a une résistance de 8 ohms (Ω). Une batterie neuve 1,5 volts peut réellement avoir une tension d'environ 1,6 volts. Un courant de 0,2 A circule alors. La puissance absorbée est de 0,32 W, donc encore en dessous de la valeur limite autorisée. La puissance absorbée au cours des expériences suivantes sera nettement inférieure, mais quelques milliwatts suffisent déjà pour que le haut-parleur atteigne un bon volume.

La platine enfichable

La radio complète se monte, étape par étape, sur la platine enfichable expérimentale.

Au début, la platine peut reposer sur la table. La transformation du circuit est ainsi particulièrement confortable. Par la suite, la platine devra être collée dans le boîtier.

L'insertion des composants nécessite l'application d'une force relativement élevée. Les câbles de raccordement peuvent donc facilement se plier. Il est essentiel que les câbles soient introduits avec précision par le haut. Une pince à épiler ou une petite pince peuvent ici s'avérer utiles. Dans la mesure du possible, saisissez un câble juste au-dessus du tableau de connexions et l'enfoncer à la verticale. Il est également possible d'insérer, sans les plier, les câbles de raccordement sensibles, comme les extrémités étamées du logement des piles et du haut-parleur.

Retirez la pile puis raccordez le logement des piles sur la platine enfichable au haut-parleur. Le schéma montre les connexions internes. L'insertion de la pile produit la friture évoquée plus haut. Après un court test, retirez à nouveau la batterie du logement des piles afin de l'économiser pour les expériences suivantes.

Le fil de connexion isolé est employé pour la connexion des composants. De petits morceaux sont requis pour les connexions internes, le long reste sera utilisé plus tard pour l'antenne du récepteur de la radio.

À l'aide d'une pince ou, à la rigueur, à l'aide d'une vieille paire de ciseaux, découpez des morceaux assortis puis dénudez les extrémités sur une longueur d'environ 5 mm. Pour dénuder les extrémités des câbles, il s'avère utile d'entailler l'isolation sur tout son pourtour à l'aide d'une lame tranchante. Attention ! Il faut alors veiller à ne pas entailler le câble, il risquerait sinon de facilement casser à cet endroit.

Encore une astuce pour faciliter le travail avec le tableau de connexions : Découpez les extrémités des câbles en biais afin que les pointes acérées entrent plus facilement dans les contacts. Cette astuce s'avère également utile pour les résistances et les condensateurs et empêche que les câbles de raccordement ne se plient facilement lors de leur introduction.

Construisez un interrupteur à partir de 2 morceaux de câble. Chaque actionnement génère alors un bruit. Placez le haut-parleur sur l'embouchure du son du boîtier. Il fonctionne alors comme une caisse de résonance ou une enceinte de haut-parleur. Le volume du bruit augmente.

Deux autres câbles courts supplémentaires doivent être installés comme décharge de traction afin de protéger les câbles de raccordement souples du logement des piles et du haut-parleur. Les deux câbles doivent toujours être reliés afin que les raccords ne soient pas soumis à une usure excessive. Pour éteindre l'appareil, retirez la pile de son logement.

Le transistor

Les transistors sont des composants conçus pour l'amplification de courants faibles. Le transistor NPN BC547B est employé comme amplificateur de haut-parleur. Les raccords du transistor s'appellent émetteur (E), base (B) et collecteur (C). Le raccord de base se situe au milieu. Lorsque vous pouvez lire l'étiquette et que les raccords pointent vers le bas, l'émetteur se trouve sur la droite. Le symbole de commutation identifie la base par une barre et l'émetteur par une flèche. Lors du montage, respectez les raccords. La face plate imprimée pointe vers le haut en direction de la ligne plus.

Installez un interrupteur à fil entre la base et le collecteur. Lorsque l'interrupteur est ouvert, aucun courant ne traverse le transistor et le haut-parleur. L'insertion de la batterie ne produit donc aucun bruit. Vous n'entendez un déclic qu'après avoir activé un courant de base en actionnant l'interrupteur. Attention ! La base doit uniquement être court-circuitée contre le collecteur, mais en aucun cas contre la borne plus de la pile.

Courant de base

Cherchez la résistance de $10\text{ k}\Omega$. La résistance comporte des anneaux de couleur. Marron, noir et orange correspondent à $10\ 000\ \Omega$. Le quatrième anneau (or) correspond à la classe de tolérance de 5 %.

On emploie les résistances pour réduire un courant. En tel cas, la résistance fournit un courant de base de seulement 0,1 mA environ. Le transistor amplifie 300 fois ce petit courant jusqu'à 30 mA environ. Un interrupteur est installé entre la base et l'émetteur du transistor. Lorsque cet interrupteur est fermé, le courant de base est détourné. Le courant collecteur ne circule donc plus non plus. L'ouverture et la fermeture du contact peuvent également produire un bruit.

Un condensateur de liaison

Le condensateur électrolytique à 47 microfarads (μF) est conçu pour le couplage de l'amplificateur NF sur l'étage à haute fréquence. Un condensateur se compose de deux surfaces métalliques et d'une couche isolante. Si l'on applique une tension électrique, un champ de force électrique se forme entre les plaques du condensateur, où l'énergie est stockée. La capacité d'un condensateur s'exprime en farads (F).

Le condensateur électrolytique (Elko) a une capacité de 47 μF (0,000047 F).

La tension doit uniquement être appliquée dans une seule direction. Le cas contraire, un courant de fuite traverse le circuit et détruit le composant après un certain temps. La borne moins est repérée par une bande blanche et son câble de raccordement plus court. Le symbole de commutation affiche la borne moins sous forme de barre pleine.

Installez une deuxième résistance avec 1 $\text{k}\Omega$ (marron, noir, rouge) dans le circuit de sorte que le condensateur électrolytique soit constamment chargé. Il est uniquement déchargé lorsque l'interrupteur est fermé. Chaque ouverture ou fermeture du commutateur génère un bruit.

Le circuit intégré

Nous allons maintenant examiner la partie la plus importante de cette radio, un circuit intégré (CI) du type TA7642. Le circuit intégré comprend un boîtier en plastique identique à celui du transistor et est également muni de trois raccords. Lors du montage, observez l'autre sens. La face plate imprimée pointe vers la face moins de la platine.

Pour mieux comprendre la fonction du circuit intégré de la radio, il suffit de penser à un amplificateur, similaire à un transistor. En réalité, le circuit intégré abrite de nombreux transistors, résistances et condensateurs. Le raccord du milieu correspond à l'entrée de l'amplificateur.

Une autre résistance de 100 k Ω (marron, noir, jaune) permet, comme la résistance de base du transistor, de laisser circuler un faible courant d'entrée. Ce courant peut alors être amplifié ou atténué par de faibles signaux radio. Les modulations sont amplifiées et deviennent audibles.

Posez votre doigt sur l'entrée. Vous entendez probablement entendu un ronflement, un bruit de fond ou de la friture. L'actionnement d'un interrupteur de la pièce devrait être audible sous forme d'un déclin. Le circuit est donc déjà un récepteur haute fréquence rudimentaire, toutefois déjà en mesure d'absorber les interférences radio.

Un filtre passe-bas à basse fréquence

Installez un condensateur en disque céramique de 100 nF (impression 104). Ce condensateur n'a pas de polarité et peut être utilisé dans tous les sens. Il est maintenant intégré en tant que filtre passe-bas et permet d'atténuer les signaux à haute fréquence (HF) sur la sortie du circuit intégré du récepteur et de conserver les signaux dans la plage audible (BF, basse fréquence). La démodulation à l'intérieur du circuit intégré du récepteur fournit le signal BF, modulé au signal HF d'une station. Bien que l'appareil soit loin d'être terminé, vous pouvez maintenant déjà, avec un peu de chance, écouter la radio. Si une station puissante est installée près de chez vous, la qualité du signal pourrait déjà être suffisante pour une réception. Votre corps agit comme une antenne. Un long fil métallique est toutefois tout aussi efficace. Placez le haut-parleur sur les embouchures du son du boîtier de la radio, qui sert ainsi d'enceinte de haut-parleur.

Le volume augmente et la sonorité est plus chaleureuse. La platine enfichable devra, par la suite, être collée dans le boîtier. Mais pour l'instant, il est encore plus pratique d'effectuer les essais sur la table tant que le boîtier est encore ouvert.

La bobine de réception

La petite bobine avec 220 microhenries (μH ; enveloppe noire) comporte un fil en cuivre mince, qui est enroulé sur un corps de bobine en ferrite et connecté aux deux câbles de raccordement. La bobine est recouverte d'une enveloppe en plastique.

Installez cette bobine à l'entrée du récepteur. Elle permet de filtrer les signaux BF et de n'acheminer que les signaux HF jusqu'à l'entrée. La réception est alors moins sensible aux interférences. La bobine fonctionne ici comme un filtre. Un autre condensateur de 100 nF est employé comme condensateur de liaison et achemine les signaux HF jusqu'à l'entrée, sans dériver le courant continu d'entrée. Ici aussi, un contact avec le bout du doigt peut remplacer une antenne. La réception de votre station locale à ondes moyennes est maintenant encore plus claire.

Assemblage du boîtier

Jusqu'à présent, toutes les expériences ont été réalisées sur une structure ouverte. Maintenant, nous allons intégrer tous les composants au boîtier. Nous nous rapprochons donc d'une véritable radio. La stabilité et la maniabilité sont améliorées. Les expériences et les changements sont encore possibles, car le boîtier s'ouvre facilement grâce à sa fermeture magnétique.

Installez le haut-parleur en le glissant dans la fente prévue à cet effet. Les raccords doivent pointer vers le bas afin que les câbles de la platine soient le plus court possible. Le haut-parleur est correctement fixé dans la fente prévue à cet effet. Vous pouvez cependant également ajouter une goutte de colle ou utiliser un pistolet à colle chaude.

Installez l'axe de rallonge sur le condensateur variable puis vissez-le à fond avec la vis de 2,5 mm de long. Évitez de tourner à fond l'axe de rallonge et employez une pince pour tenir l'axe. Le condensateur variable se monte, par la suite, à l'aide de deux petites vis et des rondelles assorties dans le boîtier.

Le condensateur variable comporte un côté à ondes moyennes avec deux fois 280 pF et un côté FM avec deux fois 20 pF. Il y a, en plus, pour chaque segment, un petit condensateur ajustable avec environ 20 pF, qui peut être ajusté à l'aide d'un tournevis.

Côté ondes moyennes, les deux potentiomètres sont équipés de leur propre drapeau de raccordement. Avec le raccordement à la terre au milieu, vous avez, au total, cinq raccords sur ce côté. Le condensateur variable est relié à la platine enfichable à l'aide d'une double borne à vis. Utilisez le raccordement de terre et les deux raccords de droite (condensateur variable et potentiomètre) à visser ensemble.

La position de montage de la platine enfichable doit être précise. Sur la face inférieure, la platine est munie d'un film adhésif double face. Effectuez un test en vissant à fond les raccords du condensateur variable puis en insérant la borne à vis au bon emplacement. Si tout convient, décollez le film protecteur de la face adhésive puis appuyez fermement la platine sur son emplacement. Par rapport aux expériences précédentes, tous les composants doivent maintenant être disposés légèrement différemment. Pour des raisons liées à l'encombrement, la pile se fixe sur la droite. Comme le logement des piles n'est pas fixé dans le boîtier, les câbles de raccordement de la pile profitent d'une décharge de traction. Comme la position du haut-parleur est immuable, les câbles en sa direction ne doivent pas être protégés.

Le circuit oscillant

Jusqu'à présent, le récepteur était équipé d'un simple filtre qui couvrait efficacement toute la plage des ondes moyennes. Nous allons maintenant devoir séparer les différentes fréquences. Une bobine et un condensateur agissent ensemble comme un circuit oscillant et extraient le signal de la fréquence de résonance. Pour que la fréquence soit réglable, le condensateur variable est utilisé avec 280 pF. La fréquence la plus basse s'élève à environ 640 kHz avec la bobine fournie de 220 μ H. Une rotation vers la droite réduit la capacité et syntonise les fréquences supérieures à 1 600 kHz. Employez le fil de connexion restant comme antenne. Vous pouvez, notamment en soirée, capter plusieurs stations.

Déparasitage HF

Un autre condensateur de 100 nF (impression 104) améliore la résistance aux interférences. Installez-le entre l'émetteur et le collecteur du transistor BF. Cela permet de filtrer les traces du signal HF amplifié qui pourraient provoquer des interférences. La réception devient encore plus claire.

L'antenne à cadre

Le câble restant devrait encore avoir une longueur d'environ 180 cm. Construisez une boucle de câble aussi grande que possible comme antenne à partir du câble restant. La boucle branchée en série avec la bobine du circuit oscillant et forme, en liaison avec cette dernière et le condensateur, un circuit oscillant. Tournez lentement le bouton d'accord jusqu'à ce que votre station locale soit audible. En guise de test, vous pouvez également actionner un interrupteur. Son signal d'émission a une large bande et devrait être perceptible comme un dé clic sortant du haut-parleur. En soirée, vous pouvez écouter plusieurs stations européennes. L'antenne à cadre offre une plus grande puissance du signal que l'antenne filaire et est également moins sensible aux interférences provoquées par l'environnement domestique. Il en résulte une nette amélioration de la réception à distance. La boucle de câble a une action directionnelle claire. Une rotation de la boucle permet d'augmenter le volume de votre station ou de masquer une station gênante.

Prise de bobine

Le kit d'apprentissage comprend également deux bobines avec l'inductance inférieure 47 μH (enveloppe bleue).

Branchez l'une de ces bobines en série avec la bobine de circuit oscillant existante. L'inductance totale augmente et passe ainsi à env. 267 μH , la fréquence de réception inférieure diminue à env. 580 kHz. Cela provoque simultanément une prise de la bobine du circuit oscillant. Si l'on applique l'entrée du circuit intégré du récepteur sur cette prise, l'atténuation du circuit oscillant diminue. Cela augmente le potentiel de résonance et la sélectivité. Avec une syntonisation encore plus précise, il sera possible de capter encore plus de stations dans la soirée.

Adaptation améliorée

La seconde bobine avec 47 μH (enveloppe bleu) est maintenant également branchée en série avec la bobine de circuit oscillant. Vous obtenez ainsi une bobine avec deux prises et, au total, env. 314 μH . La syntonisation peut maintenant être réduite à 540 kHz. Dans la plupart des cas, le meilleur ajustement du circuit intégré du récepteur s'obtient avec une prise supérieure. Lorsqu'une station surpuissante est audible à proximité d'autres stations, la prise inférieure peut s'avérer judicieuse. Inversement, vous pouvez souvent mieux découpler les signaux faibles en dessous de 700 kHz à l'extrémité supérieure du circuit oscillant. Expérimentez avec différents couplages.

Découplage

Plus le récepteur est sensible, plus le danger d'interférence en cas d'asservissement accidentel de l'amplificateur BF sur l'entrée du récepteur. L'une des possibilités, qui permet de réaccoupler les signaux à l'entrée, est l'alimentation électrique. Si la pile n'est plus neuve, son impédance interne augmente. Cela peut produire des bruits désagréables. La meilleure solution pour remédier à ce problème est découplage avec un grand condensateur. Tourner un autre condensateur électrolytique de 47 μF entre les deux raccords d'alimentation. Vous pouvez ainsi améliorer la résistance aux interférences.

Filtre RC

Un découplage encore meilleur entre l'amplificateur BF et l'étage HF peut être obtenu à l'aide d'un filtre RC (résistance R + condensateur C). À cet effet, la résistance assortie de $100\ \Omega$ (marron, noir, marron) doit être insérée dans la ligne d'alimentation. Si votre récepteur était, jusqu'à présent, encore sensible aux dysfonctionnements, le maillon RC avec $100\ \Omega$ et $47\ \mu\text{F}$ constitue une amélioration. S'il n'y a aucune différence, vous savez au moins que le récepteur fonctionnera encore relativement bien, même avec une pile faible.

Fréquences plus élevées

Si vous écoutez de préférence les fréquences dans la plage supérieure des ondes moyennes au-delà de 1000 kHz, il est recommandé de réduire l'inductance de la bobine. Retirez la grande bobine avec 220 μH et employez uniquement les deux bobines 47 μH avec prise au milieu. La radio peut maintenant être syntonisée à 4 000 kHz et atteint ainsi la plage inférieure des ondes courtes. En soirée, vous pouvez écouter des stations intéressantes sur la gamme 75 m.

Une meilleure amplification

Remettez en place la bobine 220 μH afin de capter toute la plage d'ondes moyennes.

Principalement en soirée, vous pouvez écouter plusieurs stations européennes. La sensibilité de la radio dépend, dans une large mesure, de la taille de la boucle d'antenne.

Un autre facteur important est l'atténuation du circuit oscillant par les pertes inévitables dans la résistance bobinée et le noyau en ferrite. Plus les pertes d'énergie HF sont élevées, plus le volume et la sélectivité diminuent. Le circuit intégré de récepteur TA7642 offre cependant une régénération active. Cela signifie qu'une partie du signal HF amplifié est réaccouplé au circuit oscillant afin de compenser de telles pertes.

L'amplification du TA7642 et ainsi également la régénération peuvent, dans certaines limites, être réglées via le courant de service. La puissance de réception diminue donc légèrement lorsque l'autonomie de la pile diminue. Inversement, l'amplification peut être augmentée en employant une résistance de sortie inférieure. Remplacez la résistance 1 k Ω par une résistance 820 Ω (gris, rouge, marron). Une amplification supérieure est possible avec la résistance 620 Ω (bleu, rouge, marron). Attention : Lorsque l'amplification est trop élevée, le circuit commence à auto-osciller. Vous entendrez alors un sifflement d'interférences puissant. En tel cas, employez à nouveau une résistance supérieure.

Une meilleure sélectivité

Une sensibilité et une sélectivité accrues s'obtiennent en modifiant le circuit. La résistance $100\text{ k}\Omega$ doit maintenant être installée avec le condensateur de liaison sur l'extrémité « froide » du circuit oscillant. La résistance ne contribue ainsi plus à l'atténuation du circuit oscillant. C'est la raison pour laquelle l'amplification globale et la sensibilité du récepteur augmentent. Testez également différentes prises de bobine. Le schéma des connexions décrit le raccordement à l'extrémité supérieure du circuit oscillant.

Réglage de l'échelle

La radio est maintenant entièrement assemblée. Seule l'échelle doit encore être ajustée. Dans la mesure du possible, les chiffres imprimés doivent correspondre avec précision à la fréquence réglée. « 55 » correspond à 550 kHz, « 160 » à 1 600 kHz.

Pour le réglage à l'extrémité supérieure de l'échelle, employer le potentiomètre correspondant sur le condensateur électrolytique. Recherchez une station populaire à l'extrémité de la gamme et réglez le potentiomètre en veillant à ce que l'échelle coïncide exactement avec cet emplacement. À l'extrémité inférieure de la gamme, le réglage peut être effectué en modifiant l'inductance des bobines du circuit oscillant. Cela est possible lorsque toutes les trois bobines sont rapprochées les unes des autres sur la platine enfichable. Le couplage magnétique et l'interaction mutuelle modifient légèrement l'inductance. En guise d'essai, vous pouvez inverser la polarité des plus petites bobines avec 47 μH , modifiant l'inductance de plusieurs pour cent.

Un réglage précis est possible en modifiant légèrement la distance entre les bobines. Le réglage à l'extrémité inférieure a légèrement décalé la limite supérieure de la gamme. Répétez donc le réglage avec le potentiomètre.

Au cours de la première approche, le bouton rotatif a été installé en veillant à ce que la butée gauche et la butée droite se trouvent sur une ligne horizontale. Si le réglage ne se conclut pas par un succès, vous pouvez installer le bouton légèrement de travers afin d'améliorer la précision. Vous devez ici faire preuve de doigté.

L'inductance de la bobine complète du circuit oscillant dépend également légèrement de la taille et de la pose de l'antenne à cadre. Si vous augmentez encore davantage la taille de l'antenne pour améliorer la réception, la fréquence de réception se décale légèrement vers le bas. Effectuez alors un nouveau réglage.

Chers clients !

Ce produit a été fabriqué en conformité avec les directives européennes applicables et porte le marquage CE. L'utilisation conforme est décrite dans la notice jointe.

En cas d'une autre utilisation ou d'une modification du produit, vous êtes seul responsable de la conformité avec les règles applicables. Assemblez donc les circuits en respectant à la lettre les informations dans la notice. Le produit ne doit pas être cédé sans la présente notice.

Le symbole de la poubelle barrée d'une croix indique que ce produit ne pas être mis au rebut avec les ordures ménagères, mais recyclé avec les déchets électroniques. Votre mairie vous renseigne à propos du point de collecte gratuit le plus proche.

Mentions légales

© 2011 Franzis Verlag GmbH, D-85540 Haar près de Munich, www.elo-web.de

Produit pour le compte de la société Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Str. 1, D-92240 Hirschau

Auteur : Burkhard Kainka · Art & Design, mise en page : www.ideehoch2.de · ISBN 978-3-645-10090-8

Tous droits réservés, y compris les droits de reproduction photomécanique et l'enregistrement sur les supports électroniques. La création et la diffusion de copies sur papier, sur support de données ou sur Internet, en particulier au format PDF, sont interdites sans l'autorisation expresse de l'éditeur et feront l'objet de poursuites en justice en cas de non-respect.

La plupart des désignations du matériel et des logiciels, ainsi que les raisons sociales et logos mentionnés dans cet ouvrage sont généralement également des marques déposées et doivent être considérés comme tels. Pour les désignations, l'éditeur reprend principalement l'orthographe du fabricant.

Tous les circuits et programmes présentés dans cet ouvrage ont été développés, contrôlés et testés avec le plus grand soin. L'ouvrage et le logiciel peuvent toutefois comporter des erreurs. Conformément aux dispositions légales, l'éditeur et l'auteur assument la responsabilité en cas de préméditation ou de négligence grossière. Par ailleurs, l'éditeur et l'auteur n'assument la responsabilité que conformément à la loi sur la responsabilité produit en raison d'une violation de la vie, du corps ou de la santé ou en cas de violation fautive d'obligations contractuelles essentielles. Les demandes de dommages-intérêts en cas de violation d'obligations contractuelles essentielles sont limitées au sinistre typique prévisible à moins que la responsabilité ne soit engagée conformément à la loi sur la responsabilité produit.

Legende Bilder

1,5V	1,5 V
LS	LS
B	B
C	C
E	E
BC547B	BC547B
10k	10 k
47 μ	47 μ
100k	100 k
1k	1 k
TA7642	TA7642
Finger	Doigt
100n	100 n
220 μ H	220 μ H
Antenne	Antenne
280p	280 p
IC	IC
100R	100R
820R	820R