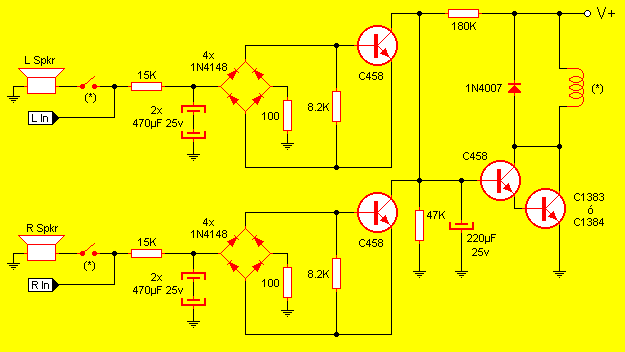
**Circuito a analizar**



**Funcionamiento**

Este es un circuito de protección de un amplificador de audio, para evitar el fallo total de los parlantes.

Por medio de un relé mecánico este circuito desconecta ambos parlantes simultáneamente si una tensión superior a lo normal se presenta en una o ambas vías de salida. Hasta el primer transistor C458 ambos canales son idénticos, por lo que se describirá uno solo.

La resistencia de 15K limita la corriente que ingresa al puente de diodos, el cual rectifica la alterna propia de una salida de audio. La resistencia de 100Ω pone a tierra la carga de cada canal.

El transistor C458 se comporta como una llave que cortocircuita cuando se presenta una anomalía en las salidas de audio. Este transistor carga el capacitor de 220µF y acciona el 3er. transistor C458 el cual a su vez acciona al transistor C1383 ó C1384 el cual actúa como driver de corriente para poder mover la bobina del relé (marcado con asterisco). Este relé accionará las llaves en serie con los parlantes de cada canal, las cuales están en su posición normalmente cerradas (sin corriente en el relé, las llaves cierran circuito dejando los parlantes conectados a las salidas).

De tal manera que este sistema de protección actuará desconectando los parlantes en caso de circular corriente por el relé.

Luego el diodo 1N4007 impide que, en caso de quitar corriente de la bobina, la tensión de rebote dañe el transistor.

**Condiciones de funcionamiento:**

* El circuito se alimenta de 12V
* El sistema no consume más de 100mA
* La bobina del relé será de 12V.
* Consideramos que se encuentra en un ambiente estático.
* La temperatura ambiente máxima se considera de 40 °C.

**Análisis por estrés**

Para este análisis se usó como referencia para el cálculo el MIL-HDBK-217F

Parámetros utilizados en cada componente:

Resistencias:

Capacitores:

Transistores:

Diodos:

Relé:

Donde:

* Λb :base failure rate
* πT :Temperature Factor
* πA: Application Factor
* πR: Power Rating Factor
* πS: Voltage Stress Factor
* πQ: Quality Factor
* πE: Enviroment Factor
* πC: Contact construction Factor
* πR: Resistance Factor (usado en resistencias)
* πCV : capacitance factor
* πcyc: Cycling Factor
* πL: Load Stress Factor
* πF: Application and Construccion Factor
* λp: Cantidad de fallas en un millón de horas

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **dispositivo** | **λb** | **πT** | **πA** | **πR** | **πS** | **πQ** | **πE** | **πC** | **πR2** | **πCV** | **Πcyc** | **πL** | **πF** | **λp indiv.** |
| tr. C458 | 0,00074 | 8,1 | 0,7 | 0,55 | 0,21 | 5,5 | 1 |  |  |  |  |  |  | 0,002665382 |
| tr C1383 | 0,00074 | 8,1 | 0,7 | 1 | 0,21 | 5,5 | 1 |  |  |  |  |  |  | 0,004846149 |
| 1N4148 | 0,0038 | 46,4 |  |  | 0,054 | 5,5 | 1 | 1 |  |  |  |  |  | 0,05236704 |
| 1nN4007 | 0,0038 | 32 |  |  | 0,054 | 5,5 | 1 | 1 |  |  |  |  |  | 0,0361152 |
| R15k | 0,00031 |  |  |  |  | 15 | 1 |  | 1 |  |  |  |  | 0,00465 |
| R100 | 0,00026 |  |  |  |  | 15 | 1 |  | 1 |  |  |  |  | 0,0039 |
| R8K2 | 0,00045 |  |  |  |  | 15 | 1 |  | 1 |  |  |  |  | 0,00675 |
| R180k | 0,00025 |  |  |  |  | 15 | 1 |  | 1,1 |  |  |  |  | 0,004125 |
| R47k | 0,00025 |  |  |  |  | 15 | 1 |  | 1 |  |  |  |  | 0,00375 |
| cap 470μF | 0,13 |  |  |  |  | 10 | 1 |  |  | 1,02 |  |  |  | 1,326 |
| cap 220μF | 0,068 |  |  |  |  | 10 | 1 |  |  | 0,89 |  |  |  | 0,6052 |
| Relé 12v | 0,0065 |  |  |  |  | 1,5 | 2 | 1,5 |  |  | 1 | 1,02 | 6 | 0,17901 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | total= | 2,229378771 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| dispositivo | λb | πT | πA | πR | πS | πQ | πE | πC | πR | πCV | Πcyc | πL | πF | λp indiv. |
| tr. C458 | 0,00074 | 8,1 | 0,7 | 0,55 | 0,21 | 5,5 | 1 |  |  |  |  |  |  | 0,00266538 |
| tr C1383 | 0,00074 | 8,1 | 0,7 | 1 | 0,21 | 5,5 | 1 |  |  |  |  |  |  | 0,00484615 |
| 1N4148 | 0,0038 | 46,4 |  |  | 0,054 | 5,5 | 1 | 1 |  |  |  |  |  | 0,05236704 |
| 1nN4007 | 0,0038 | 32 |  |  | 0,054 | 5,5 | 1 | 1 |  |  |  |  |  | 0,0361152 |
| R15k | 0,00031 |  |  |  |  | 15 | 1 |  | 1 |  |  |  |  | 0,00465 |
| R100 | 0,00026 |  |  |  |  | 15 | 1 |  | 1 |  |  |  |  | 0,0039 |
| R8K2 | 0,00045 |  |  |  |  | 15 | 1 |  | 1 |  |  |  |  | 0,00675 |
| R180k | 0,00025 |  |  |  |  | 15 | 1 |  | 1,1 |  |  |  |  | 0,004125 |
| R47k | 0,00025 |  |  |  |  | 15 | 1 |  | 1 |  |  |  |  | 0,00375 |
| cap 470μF | 0,13 |  |  |  |  | 10 | 1 |  |  | 1,02 |  |  |  | 1,326 |
| cap 220μF | 0,068 |  |  |  |  | 10 | 1 |  |  | 0,89 |  |  |  | 0,6052 |
| Relé 12v | 0,0065 |  |  |  |  | 1,5 | 2 | 1,5 |  |  | 1 | 1,02 | 6 | 0,17901 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2,22937877 |

Conociendo los valores de λp, se obtiene el tiempo medio de falla para cada componente y para el sistema completo:





El valor final es 448555,64

**Análisis por cuenta de partes**

En este método se analiza el ámbito de aplicación y la calidad del componente, el resultado final tendrá en cuenta todos los componentes del sistema.

La fórmula general es:

Donde

: Probabilidad de falla del equipo.

: Tasa de falla de parte genérica.

: Factor de calidad de parte genérica.

: Cantidad de partes genéricas.

: Cantidad de distintas partes genéricas.

Resistencias:

Diodos:

Transistores:

Capacitores:

Relé:

Resultado final:

+

**Análisis de modo de falla:**

En este método se analizan los posibles modos en que puede fallar el dispositivo y cuál será el impacto en el circuito. Se utiliza para esto el MIL-HDBK-338.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **componente** | **modo de falla** | **probabilidad de modo (**α) | **λ** | **λ modo falla** |
| Cap 470 | short | 0,53 | 1,326 | 0,70278 |
|  | open | 0,35 | 1,326 | 0,4641 |
|  | electrolyte leak | 0,1 | 1,326 | 0,1326 |
|  | decrease incapacitance | 0,02 | 1,326 | 0,02652 |
| Cap 470 | short | 0,53 | 1,326 | 0,70278 |
|  | open | 0,35 | 1,326 | 0,4641 |
|  | electrolyte leak | 0,1 | 1,326 | 0,1326 |
|  | decrease incapacitance | 0,02 | 1,326 | 0,02652 |
| cap 220 | short | 0,53 | 0,6052 | 0,320756 |
|  | open | 0,35 | 0,6052 | 0,21182 |
|  | electrolyte leak | 0,1 | 0,6052 | 0,06052 |
|  | decrease incapacitance | 0,02 | 0,6052 | 0,012104 |
| tr. C458 | short | 0,73 | 0,00266538 | 0,001945729 |
|  | open | 0,27 | 0,00266538 | 0,000719653 |
| tr C1383 | short | 0,73 | 0,00484615 | 0,003537689 |
|  | open | 0,27 | 0,00484615 | 0,00130846 |
| 1N4148 | short | 0,51 | 0,05236704 | 0,02670719 |
|  | open | 0,29 | 0,05236704 | 0,015186442 |
|  | change of value | 0,2 | 0,05236704 | 0,010473408 |
| 1nN4007 | short | 0,51 | 0,0361152 | 0,018418752 |
|  | open | 0,29 | 0,0361152 | 0,010473408 |
|  | change of value | 0,2 | 0,0361152 | 0,00722304 |
| R15k | change of value | 0,66 | 0,00465 | 0,003069 |
|  | open | 0,31 | 0,00465 | 0,0014415 |
|  | short | 0,03 | 0,00465 | 0,0001395 |
| R100 | change of value | 0,66 | 0,0039 | 0,002574 |
|  | open | 0,31 | 0,0039 | 0,001209 |
|  | short | 0,03 | 0,0039 | 0,000117 |
| R8K2 | change of value | 0,66 | 0,00675 | 0,004455 |
|  | open | 0,31 | 0,00675 | 0,0020925 |
|  | short | 0,03 | 0,00675 | 0,0002025 |
| R180k | change of value | 0,66 | 0,004125 | 0,0027225 |
|  | open | 0,31 | 0,004125 | 0,00127875 |
|  | short | 0,03 | 0,004125 | 0,00012375 |
| R47k | change of value | 0,66 | 0,00375 | 0,002475 |
|  | open | 0,31 | 0,00375 | 0,0011625 |
|  | short | 0,03 | 0,00375 | 0,0001125 |
| REL | fails to trip | 0,55 | 0,17901 | 0,0984555 |
|  | spurous trip | 0,26 | 0,17901 | 0,0465426 |
|  | short | 0,19 | 0,17901 | 0,0340119 |

**Árbol de fallas:**

Se toma como misión del sistema la protección de los parlantes, por lo cual, se analizara las fallas teniendo en cuenta si el relé está permanentemente energizado o si no es excitado en ningún momento aunque exista una condición en la que debe funcionar.

Contactos relé abiertos

Relé en posición abierta

Falla relé clavado mecánicamente

Avería del relé en posición abierta.

Falla transistor 1383 energizando el relé.

Falla transistor c458 energizando al 1383

Avería del transistor 1383 cerrado

Falla de componentes enviando señal errónea al circuito

Avería del transistor c458 cerrado

Falla de transistores c458 de canales de audio

Falla de componentes enviando señal errónea al circuito

Avería del transistor c458 en canales de audio cerrado

Relé desactivado permanentemente.

Relé en posición cerrada

Falla de alimentación

Avería del relé en posición cerrada

Falla transistor 1383 en energizar el relé

Falla transistor c458 en energizar al 1383

Avería del transistor 1383 circuito abierto.

Falla de componentes que no permiten el envío de señal al circuito

Avería del transistor c458 circuito abierto.

Falla transistores c458 en canales de audio abiertos

Falla de componentes que no permiten el envío de señal al circuito

Avería de transistores c458 de canales de audio circuito abierto.

**Análisis crítico de los modos de falla:**

Para este análisis evaluamos el sistema teniendo en cuenta como peor consecuencia el que no funcione correctamente el relé, ya que sería una perdida en la misión del circuito, que es proteger parlantes.



Severidad:

**Categoría I:** Catastrófico  
◦Una falla que puede causar la pérdida total del sistema.

**Categoría II:** Importante  
◦Una falla que puede causar lesiones graves, importantes daños materiales o daños en el sistema principal que traduzca en la pérdida de la misión.

**Categoría III:** Marginal  
◦Puede causar lesiones leves, de menor importancia, daños materiales, que se traducirían en un retraso o pérdida de disponibilidad del sistema.

**Categoría IV:** Menor  
◦Falla mínima que solo provocaría

Probabilidad de ocurrencia:

**Nivel A:** Frecuente  
◦Probabilidad Superior a 0,20

**Nivel B:** Razonablemente Probable  
◦Probabilidad Mayor a 0,10 y menor a 0,20

**Nivel C:** Ocasional  
◦Probabilidad Mayor a 0,01 y menor a 0,10

**Nivel D:** Remota  
◦Probabilidad Mayor a 0,001 y menor a 0,01

**Nivel E:** Improbable  
◦Probabilidad menor a 0,001

**Matriz de criticidad:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | Nivel  A | Cap470  Cap220 |  |  |  |
| Nivel  B |  |  |  |  |
| Nivel  C |  | 1N4148 | RELÉ  1nN4007 |  |
| Nivel  D | R100  R8K2  R180k  R47k | tr. C458  tr C1383  R15k |  |  |
| Nivel  A |  |  |  |  |
|  | Categoría  IV | Categoría  III | Categoría  II | Categoría  I |
|  |  | SEVERIDAD | | | |