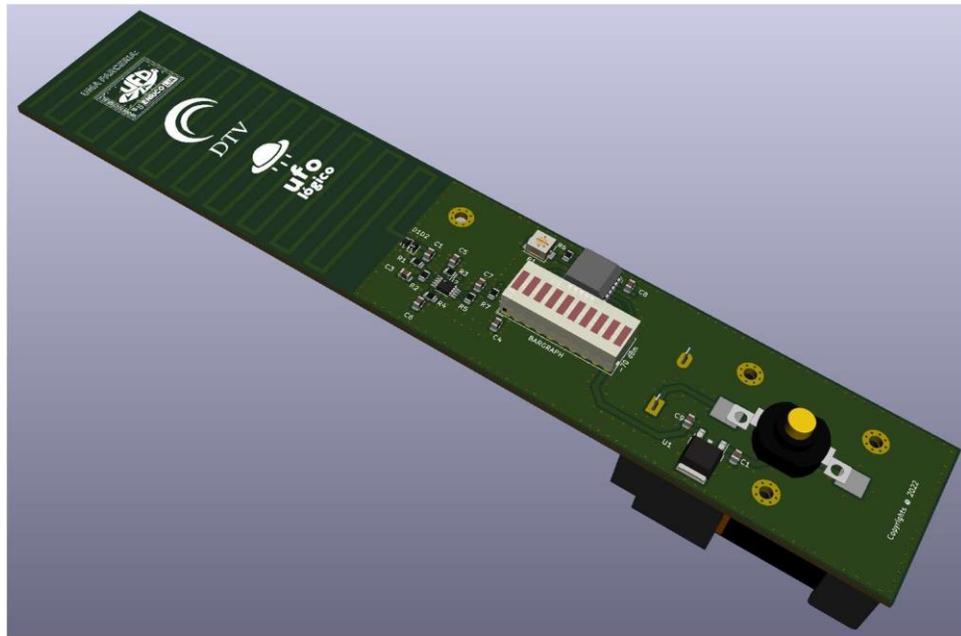


20 DE OUTUBRO, 2022



# UFO DETECTOR EL-1

DETECTOR DE OVNI'S PARA AUXÍLIO EM PESQUISAS DE CAMPO

enricolia@gmail.com

# Índice

---

<b>Descrição .....</b>	<b>2</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>2</b>
<b>Motivação.....</b>	<b>3</b>
<b>Segurança.....</b>	<b>5</b>
<b>Projeto.....</b>	<b>6</b>
<b>Antena.....</b>	<b>14</b>
<b>Leitura e equivalência entre sinais .....</b>	<b>19</b>
<b>Lista de componentes (E-BOM) .....</b>	<b>21</b>
<b>Uso em campo.....</b>	<b>22</b>
<b>Aspecto final do protótipo.....</b>	<b>26</b>
<b>Glossário .....</b>	<b>27</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>28</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>29</b>
<b>Arquivos do projeto.....</b>	<b>30</b>

# UFO DETECTOR EL-1

## Descrição

Este é o manual técnico de funcionamento e operação do detector de OVNI, modelo EL-1, protótipo executado pelo autor Enrico Lia. Tem por intuito esclarecer aspectos técnicos, e características relevantes para sua utilização no auxílio de pesquisas ufológicas de campo a todos colegas ufólogos e interessados que o queiram usá-lo e por ventura possam a ajudá-lo a aprimorá-lo.

## Introdução

A ideia do detector de OVNI surgiu de um desejo antigo em realizar um dispositivo que pudesse ajudar nas pesquisas ufológicas de campo e teria que ser justificado através de evidências tendo um circuito que efetivamente pudesse detectar e quantificar níveis de energia. Para tal desejo e impulsionando uma motivação, surgiu a parceria informal e descontraída entre os colaboradores dos grupos Ufológico, DTV e Ufovia. Portanto, o logo em "silkscreen" que se apresenta na placa de circuito impresso do detector de OVNI é uma homenagem à parceria e um pontapé inicial com possibilidades futuras de novos desenvolvimentos.

O detector de OVNI é um dispositivo que detecta energia do campo eletromagnético induzido em sua antena, ou seja, sinais de RF (Rádio Frequência), possuindo uma largura de banda indo de 100 MHz até aproximadamente 2.5 GHz.

Seu princípio de funcionamento se baseia na recepção de sinais de RF através da antena que se encontra na placa de circuito impresso e do coração do dispositivo, o circuito integrado controlador/detector logarítmico, componente AD8313 da companhia Analog Devices. O AD8313 é composto robusto para aplicação civil e militar, um amplificador logarítmico múltiplo estágio (oito estágios de 8 dB cada) que converte um sinal de RF detectado em sua entrada (-70 a 0 dBm @  $R_L=1\text{ M}\Omega$ ) a um sinal analógico DC equivalente em escala-dB (de 0.5 a 1.6 V com 18 mV/dB de inclinação) em sua saída.

O sinal DC equivalente proveniente da saída do AD8313, é então acoplado à entrada de outro circuito integrado, o componente LM3914 da companhia National Instruments, que "sente" os níveis analógicos de tensão DC provenientes do AD8313 e acende de maneira proporcional um display tipo bargraph composto por uma matriz de 10 LEDs.

Portanto, a informação da energia eletromagnética de RF recebida pela antena é transformada e quantificada de forma visual, através de 10 segmentos de LEDs. Calibrando o circuito, que se faz

através de resistores específicos, pode se obter um nível de recepção de sinais para cada LED que acende. Neste caso, seria o sinal recebido pela antena, que possui uma escala de detecção aproximadamente 60 a 65 dB, partindo de uma sensibilidade respectiva de aproximadamente -65 a -60 dBm até em torno de 0 dBm, e, portanto, dividido e quantificado em 10 LEDs, com uma precisão menor que 1dB dentro de uma escala de aproximadamente 65 dB. Isso tudo se traduz por um rápido e acurado detector de energia de RF.

## Motivação

O princípio de funcionamento do detector de OVNI é baseado nas observações e relatos de testemunhas ao redor do mundo que presenciaram ou sentiram efeitos físicos deixados durante os avistamentos de OVNI.

Um determinado número dos casos relatados reporta falha na rede doméstica de energia elétrica (blackout), parada de funcionamento de motor de carros e suas luzes, interferência em rádios, entre outros efeitos que sugerem a presença de um campo eletromagnético ou magnético muito intenso e que se propaga em uma larga banda de frequência. Um caso ufológico onde o efeito de campo eletromagnético induzido é documentado de maneira rica em detalhes, é a “Noite Oficial dos Ovnis” ocorrida em 1986, onde o 1º Tenente Aviador, Major Kleber Caldas Marinho, que estava pilotando um caça F-5E Tiger estando cerca de 10 Km de distância visual do OVNI reportou o seguinte fato descrito abaixo:

*“Os meus rádios de navegação selecionados em Santa Cruz já estavam fora de alcance. Em determinado momento, as agulhas do meu ADF deixaram de ficar sem rumo e indicaram a proa. A minha janela do DME, que estava com a flag, indicou 30 milhas fixas, sem qualquer razão para isso. O combustível já estava chegando no limite, devido ao grande consumo das velocidades supersônicas e eu tive que voltar. Menos de um minuto depois que aproei em Santa Cruz novamente, meu ADF voltou a ficar sem qualquer informação e a janela do meu instrumento DME fechou de novo, deixando de aparecer”<sup>1</sup>*

Portanto podemos observar que dois instrumentos de auxílio à navegação e pouso do caça F-5E foram afetados, quando não deveriam estar. Um dos instrumentos afetados foi o ADF, que é um localizador automático de direção e é um instrumento de rádio navegação aeronáutica que exibe de forma automática e continuamente o rumo relativo da aeronave para uma estação de rádio adequada. Os receptores ADF são normalmente sintonizados para NDBs (Radio Farol Não-Direcional) de aviação operando na banda entre 190 e 535 kHz. A maioria dos receptores ADF também pode receber estações de transmissão de AM entre 550 e 1600 kHz, embora sejam menos confiáveis para fins de navegação. O operador sintoniza o receptor ADF na frequência correta e verifica a identidade do farol ouvindo o sinal de código Morse transmitido pelo NDB. Em ADFs de aviação, a unidade move automaticamente um ponteiro semelhante a uma bússola para mostrar a direção do farol. O piloto pode usar este ponteiro para o alvo diretamente em direção ao farol, ou também pode usar a bússola magnética e calcular a direção do farol (o radial)

em que sua aeronave está localizada. Em condições normais em alta altitude de voo e longe da estação de rádio farol (Santa Cruz fora de alcance), o ADF teria de ficar sem rumo sem indicar deflexão em sua agulha.

O segundo instrumento afetado no F5-E durante a interceptação do OVNI, foi o DME indicando 30 milhas fixas, sendo que em condições normais deveria somente operar quando o caça se encontra próximo à base. O DME (Equipamento Medidor de Distância) é um equipamento de radio navegação que permite determinar a distância de uma aeronave em relação a um ponto rigorosamente localizado no terreno. O sistema, que opera numa frequência da gama UHF na faixa de 960 MHz a 1215 MHz, determina a distância entre a aeronave e a antena da estação DME através da emissão pela aeronave (o interrogador) de pares de pulsos numa frequência pré-determinada aos quais a estação, através do transponder, responde com pares de pulsos emitidos numa frequência diferente. A diferença de tempo entre a emissão da interrogação e a recepção da resposta do transponder é convertida em distância utilizando um algoritmo adequado. A distância é em geral apresentada em milhas náuticas (nm).

Como conclusão, podemos deduzir que através da observação nas falhas apresentadas por esses dois instrumentos durante o voo de interceptação dos OVNI, houve a presença de um campo eletromagnético muito intenso ( $\approx 219$  Mega Watt\*) e de larga banda ( $> 1.3$  GHz\*\*). Já em casos onde ocorre blackout ou falha motora, ocorre EMI (Interferência Eletromagnética). A EMI ocorre por causa da estreita relação entre a eletricidade e o magnetismo. Todo fluxo elétrico produz um pequeno campo magnético. Por outro lado, um campo eletromagnético em movimento produz uma corrente elétrica. Esses princípios permitem que motores elétricos e geradores funcionem. Altos níveis de EMI induzidos em motores ou transformadores pode ocasionar a parada de funcionamento dos mesmos. EMI também causa interferência em rádios SW, AM e FM.

Portanto através dessa observação, surgiu a ideia de se trabalhar com um circuito que fosse capaz de detectar e quantificar a energia eletromagnética induzida de forma visual, e precisa. Surgiu então a ideia de se construir um detector de OVNI para o auxílio em pesquisas de campo, que foi prototipado e designado como EL-1.

O detector de OVNI, em si, não é algo novo ou inovativo, pois esse tipo de circuito se encontra disponível em alguns sites de assuntos de eletrônica na internet e pode ser facilmente construído e adaptado com base nos dados presentes e recomendados pelos manuais dos componentes integrados (principalmente o AD8313 e LM3914). A antena, o circuito e seus componentes, assim como o layout da placa de circuito impresso foram uma adaptação das informações disponíveis.

Embora venha apresentado no silkscreen da placa de circuito impresso a expressão "copyrights 2022", a sua reprodução é livre e não possui propriedades intelectuais vinculadas ao autor, podendo ser reproduzido por qualquer pessoa habilitada para construí-lo. A responsabilidade de sua construção, funcionamento e segurança fica a caráter de quem deseja fazê-lo e, portanto, o autor se exime de tais responsabilidades de terceiros.

Os arquivos do projeto para a construção do detector de OVNI EL-1 se encontram disponíveis para download e tais informações estão descritas no final deste relatório.

Pelo fato do circuito do detector de OVNI EL-1 ainda carecer de melhorias para seu funcionamento e sujeito à futuras implementações; o autor pede aos usuários que forneçam feedback com relação ao seu funcionamento quando utilizado em pesquisas ufológicas de campo. Sugestões e comentários são bem vindos e encorajados, e devem ser feitos através do e-mail de contato do autor.

(\*) Considerado a frequência mais alta de operação, 1215 MHz, por ter a maior atenuação do sinal, o que corresponde por uma atenuação por espaço livre de 113.4 dB, antenas transmissora e receptora com ganho unitário (0 dBi) equidistantes entre si por 10 km, potência recebida no equipamento DME com nível de 0 dBm.

(\*\*) Banda de frequência de funcionamento entre os dois equipamentos, ADF e DME, afetados.

## Segurança

Sendo o circuito alimentado por uma bateria +9 V, e o circuito não possuir qualquer multiplicador de tensão; não há perigo de ocorrer choque elétrico quando operado em segurança longe de outros objetos conectados a outras fontes de energia.

**Observar a disposição para colocação da bateria de no seu suporte plástico de forma correta para que não ocorra inversão de polaridade, pois o circuito não possui proteção e, portanto, não é garantido o funcionamento após ocorrer danos irreversíveis, caso ocorra inversão de polaridade nos terminais da bateria.**

O autor recomenda retirar a bateria de +9 V de seu compartimento plástico, caso o dispositivo detector de OVNI não seja utilizado por muito tempo (>3 meses).

O autor não recomenda o uso do dispositivo em situações onde a umidade possa comprometer o funcionamento do mesmo ou pôr em risco a quem está operando. O dispositivo não é a prova de água. Em situações normais, os componentes apresentam boa tolerância com relação a temperatura, mas recomenda-se utiliza-lo dentro de 0 °C até +45 °C. O dispositivo também conta com um par de diodos tipos Zener dispostos em antiparalelo na entrada da antena, afim de limitar e ceifar tensões superiores  $\pm 70$  V, portanto uma medida de proteção ao circuito por qualquer sobrecarga que corresponda a uma tensão induzida à antena. Esses diodos não interferem no funcionamento ou sensibilidade da antena.

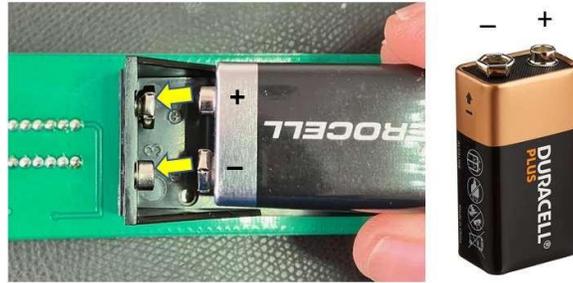


Fig. 0 – Disposição correta para colocação da bateria (atenção para não inverter os polos)

## Projeto

O projeto do detector de OVNI EL-1 é reportado abaixo, incluindo seu diagrama esquemático, layout, assim como o funcionamento e desempenho do circuito e antena. O projeto se inicia calculando seus parâmetros através de um diagrama de sistema e/ou blocos, e por fim, uma vez definido os componentes, o layout físico da placa de circuito impresso que irá abrigar os componentes montados em superfície é elaborado.

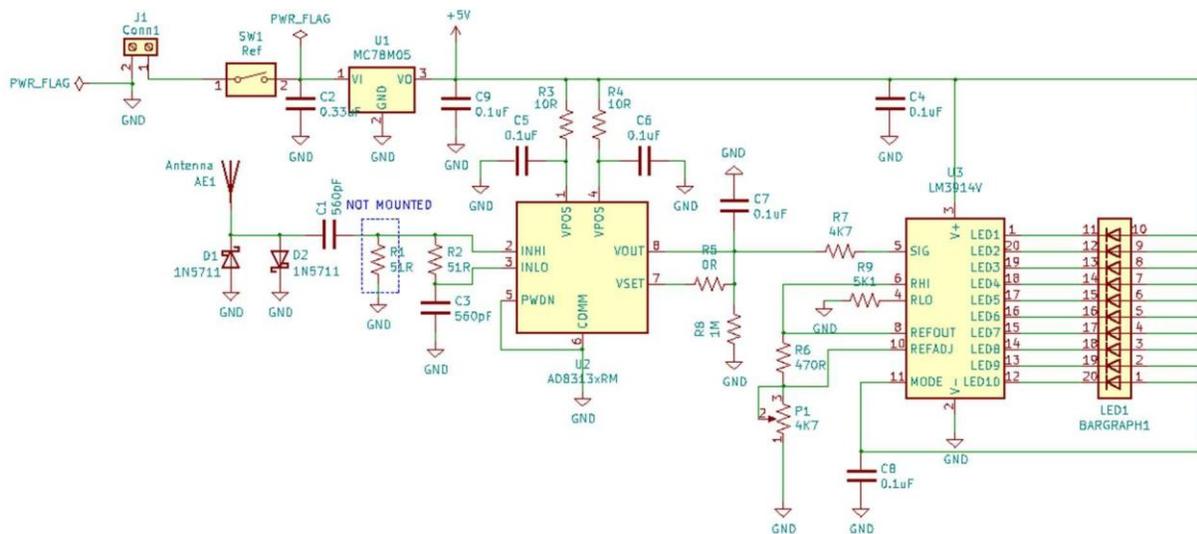


Fig. 1 – Diagrama esquemático do circuito

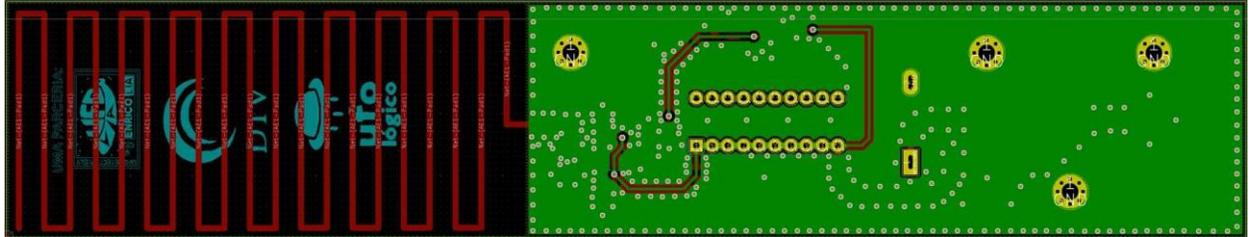
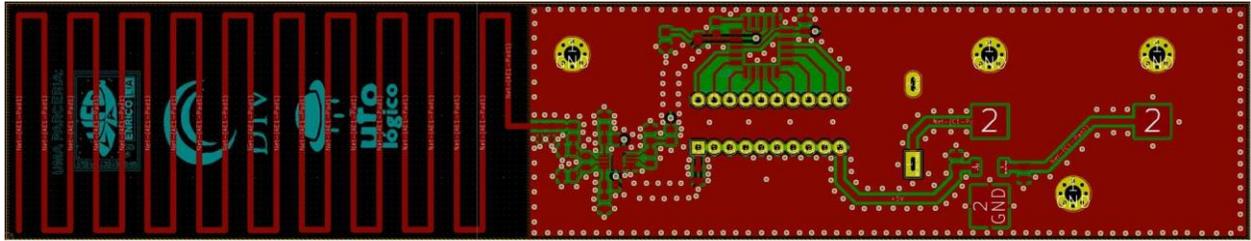


Fig. 2 – Layout (2D) do circuito impresso do circuito com os lados frente (acima) e verso (abaixo)

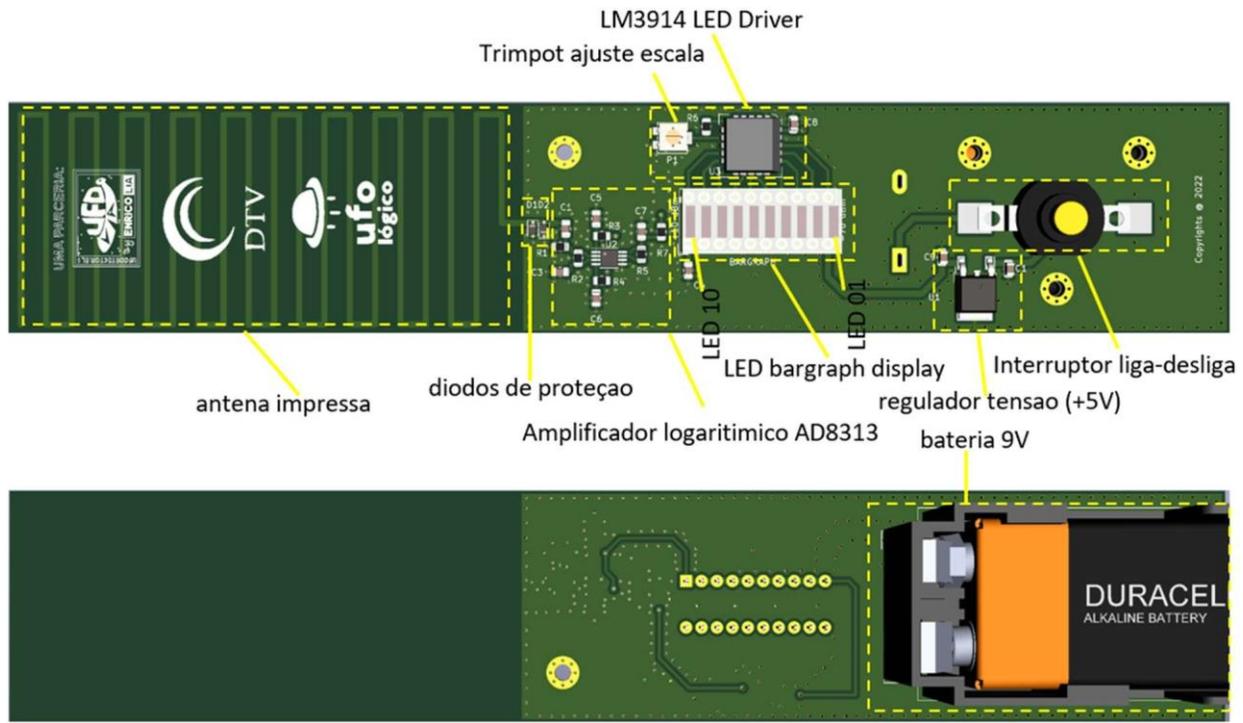


Fig. 3– Layout (3D) do circuito impresso do circuito e seus componentes, lados frente e verso

O componente AD8313 é o coração do circuito e seu diagrama em blocos assim como suas características são mostrados abaixo

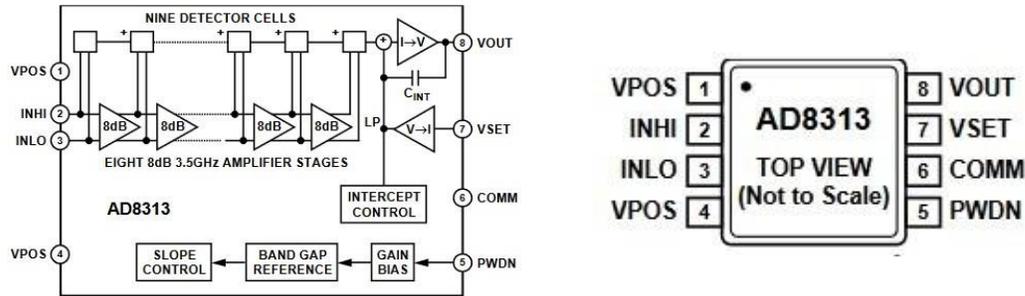


Fig. 4 – Diagrama em blocos do componente AD8313 e configuração de pinos

Características principais:

- Largura de banda de 0.1 GHz até 2.5 GHz (mínimo)
- Alto alcance dinâmico de 70 dB com precisão menor que  $\pm 3$  dB
- Alta precisão de  $\pm 1$  dB sobre 65 dB de alcance dinâmico (@ 1.9 GHz)
- Resposta rápida de 40 nS em toda escala
- Modo de controle com erro de saída
- Estável em temperatura e alimentação
- Alimentação de 2.7 V até 5.5 V
- Baixo consumo 40 nW @ 3.0 V
- Modo power-down 60 mW @ 3.0 V

Aplicações

- Controle de nível e monitoramento em amplificadores de potência para transmissores de RF
- Amplificador logarítmico para medida de nível de recepção (RSSI) para estações rádio base, link de rádio e radares

Descrição do AD8313

O AD8313 é um demodulador amplificador logarítmico multi-estágio completo que pode converter com precisão um sinal de RF em sua entrada para um valor equivalente em escala de decibéis em sua saída dc. O AD8313 mantém um alto grau de conformidade de log para frequências de sinal de 100 MHz a 2.5 GHz. A aplicação é simples, exigindo apenas uma única alimentação de 2.7 V a 5.5 V e a adição de uma dissociação adequada de entrada e oferta. Operando em 3V alimentação, seu consumo de 13.7 mA (para  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ) é de apenas 41 mW. Possui temperatura de operação de  $-40^\circ\text{C}$  até  $+85^\circ\text{C}$ .

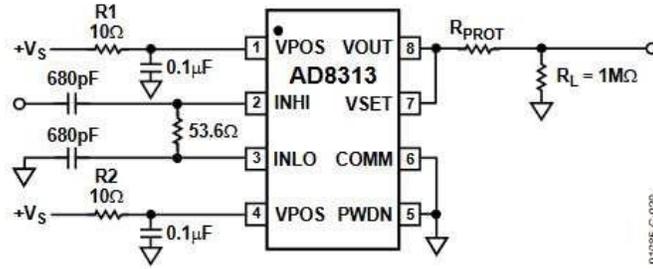


Fig. 5 – Configuração básica para modo de recepção (RSSI), versão banda larga

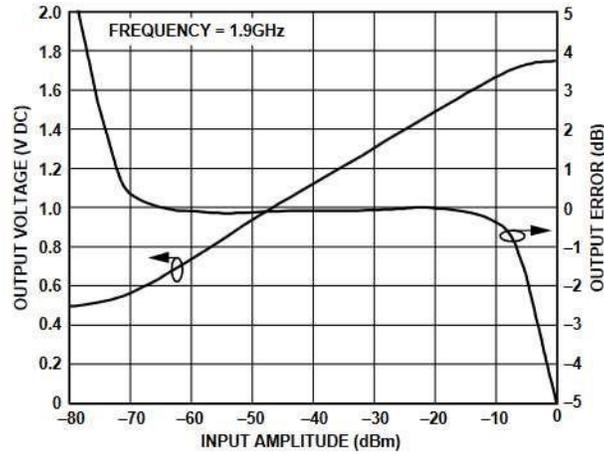


Fig. 6 - Resposta logarítmica (V DC) e erro (dB) versus nível de amplitude de entrada (dBm)

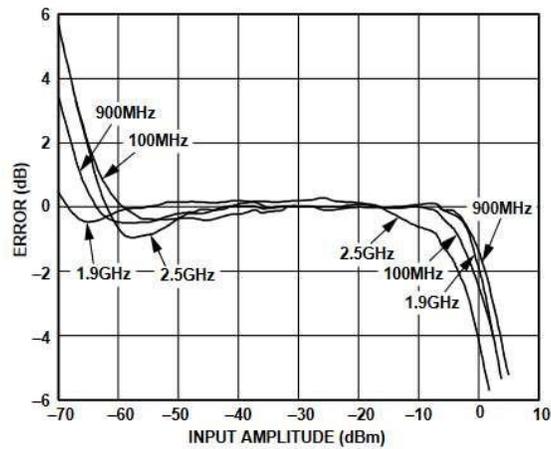


Fig. 7 - Erro de resposta (dB) versus nível de amplitude de entrada (dBm)

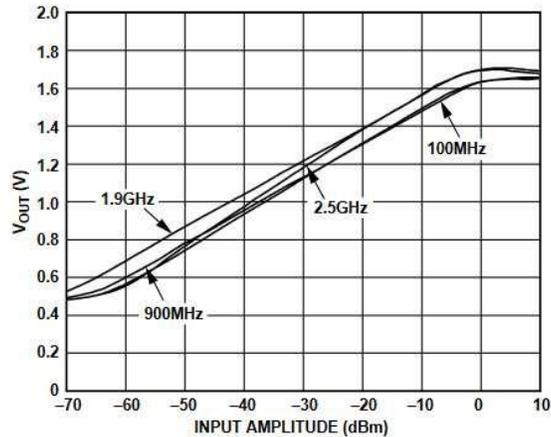


Fig. 8 – Saída (V DC) versus nível de amplitude de entrada (dBm) em diversas frequências

Através das Figuras 6 a 8 acima, podemos perceber que o erro na saída em dB é muito pequeno, sendo menor que 1dB dentro de um alcance em torno de 67 dB em diversas frequências e também temos uma resposta extremamente linear.

Além de seu uso como um dispositivo de medição de potência de RF (que é, como um amplificador logarítmico), o AD8313 também pode ser usado em aplicações do controlador interrompendo o caminho de realimentação de VOUT para VSET (Pino 7), que determina a inclinação da saída (nominalmente 18 mV/dB). Este pino se torna o ponto de ajuste entrada nos modos do controlador. Neste modo, a tensão V OUT permanece próximo ao zero (normalmente abaixo de 50 mV) até que o equivalente em decibéis da tensão VSET é alcançado na entrada, quando VOUT faz uma transição rápida para uma tensão próxima a VPOS. O logarítmico intercetação é posicionada nominalmente em  $-100$  dBm (re:  $50 \Omega$ ); isto é eficaz no modo log amp. e no modo controlador. Com os pinos 7 e 8 conectados em curto-circuito ( $R_{EKT} = 0\Omega$ ), o estado de tensão de saída no pino 8 pode ser descrito através da seguinte equação:

$$V_{OUT} = V_{SLOPE} * (P_{IN} + 100 \text{ dBm})$$

Onde PIN é a potência de entrada em dBm quanto a entrada é referida a  $50 \Omega$ . O  $V_{SLOPE}$ , que é a inclinação da curva de transferência entre entrada e saída, neste caso, é de 18 mV/dB. Podemos obter outras inclinações na curva de transferência, através da escolha de outros valores para a resistência ( $R_{EKT}$ ) entre os pinos 7 e 8, e temos a seguinte tabela com valores respectivos:

Tab. 1 – Valores para  $R_{EKT}$ , slope e VOUT

Frequency MHz	R <sub>EXT</sub> kΩ	Slope mV/dB	V <sub>OUT</sub> Swing for Pin -65 dBm to 0 dBm - V
100	0.953	20	0.44 to 1.74
900	2.00	20	0.58 to 1.88
1900	2.55	20	0.70 to 2.00
2500	0	20	0.54 to 1.84
100	29.4	50	1.10 to 4.35
900	32.4	50.4	1.46 to 4.74
1900	33.2	49.8	1.74 to 4.98
2500	26.7	49.7	1.34 to 4.57

O valor para a resistencia ( $R_{EKT}$ ) é calculada através da seguinte equação:

$$R_{EKT} = \frac{\text{Nova inclinação} - \text{Inclinação original}}{\text{Inclinação Original}} * 18 \text{ K}\Omega$$

Os valores para a Inclinação original, para uma frequência em particular, podem ser obtidos através da Tabela 1 e o resultado da tensão DC de saída (V<sub>OUT</sub>) é calculado por simplesmente inserir o valor da Nova Inclinação e o ponto de partida (Intercept) na seguinte equação:

$$V_{OUT} = V_{SLOPE} * (P_{IN} - \text{Intercept})$$

O sinal pode ser acoplado ao AD8313 de várias maneiras. Em todos os casos, não deve haver um caminho DC dos pinos de entrada para terra. Algumas das possibilidades incluem acoplamento de entrada dupla capacitores, um transformador, um balun de circuito impresso, acionamento direto de um acoplador direcional ou de banda estreita rede de correspondência de impedância. A Figura 9 mostra uma correspondência resistiva de banda larga simples. Um resistor de terminação de 53,6 Ω combina com a entrada interna impedância do AD8313 para fornecer uma entrada resistiva geral impedância de aproximadamente 50 Ω. É preferível colocar o resistor de terminação diretamente nos pinos de entrada, INHI para INLO, onde diminui os possíveis efeitos deletérios da DC tensões de compensação na extremidade inferior da faixa dinâmica. Em baixas frequências, isso pode não ser tão benéfico, pois requer capacitores de acoplamento maiores. Os dois acoplamentos de entrada de 560 pF capacitores definem a frequência de canto passa-alta da rede em 11.37 MHz. Na prática R<sub>MATCH</sub> = 51 Ω.

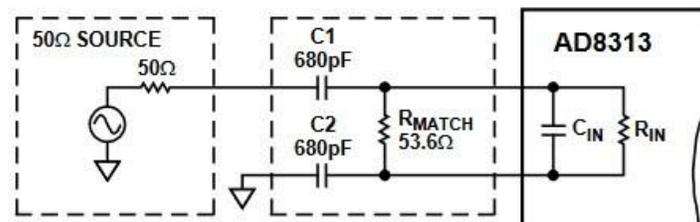


Fig. 9 - Acoplamento banda-larga

A frequência de corte passa-alta no ponto de 3 dB pode ser calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$F_{3\text{ dB}} = \frac{1}{2 * \pi * C * 50}$$

Onde

$$C = \frac{C1 * C2}{C1 + C2}$$

O segundo componente mais importante do circuito é o display driver LM3914 da companhia National Instruments e seu diagrama em blocos assim como suas características são mostrados abaixo na Figura 10.

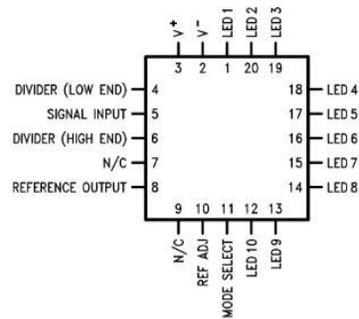
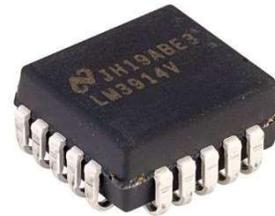
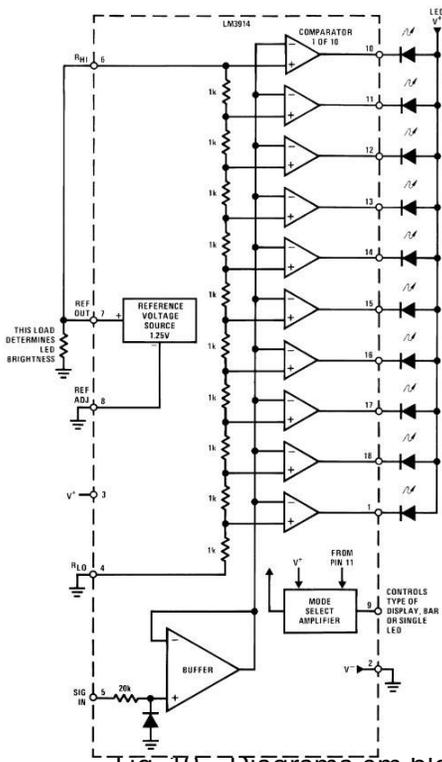


Fig. 10 - Diagrama em blocos e aspecto do componente LM3914

Características principais:

- Driver para LEDs, LCDs ou displays fluorescentes a vácuo
- Modo de seleção por barras ou ponto móvel
- Expansível até 100 passos
- Tensão interna de referência de 1.2 a 12 V
- Corrente de saída programável de 2 mA até 30 mA

O LM3914 é um circuito integrado que sente o nível analógico de tensão e alimenta 10 LEDs, através de uma escala linear. Um simples pino pode determinar o display de LEDs movendo-se como um ponto flutuante ou através de barras que se acendem. A alimentação dos LEDs dispensa o uso de resistências associadas. O circuito contém a sua própria referência ajustável e de forma acurada um divisor de tensão distribuído em 10-passos. O circuito integrado opera de 0 °C até +70 °C.

O diagrama de blocos simplificado do LM3914 apresenta na Fig. 10 dá uma ideia geral do funcionamento do circuito. Uma entrada alta buffer de impedância opera com sinais de terra a 12V e é protegido contra reversão e sobretensão sinais. O sinal é então aplicado a uma série de 10 comparadores; cada um deles é tendencioso para um diferente nível de comparação. No exemplo ilustrado na Fig. 11, a cadeia de resistores é conectada à tensão de referência interna de 1,25 V. Neste caso, para a cada 125mV que o sinal de entrada aumenta, um comparador acenderá outro LED indicador. Este resistor divisor pode ser conectado entre quaisquer 2 tensões, desde que sejam 1,5V abaixo de V+ e não menos que V-. Se uma tela de medidor de escala expandida é desejada, a tensão total do divisor pode ser tão pequena quanto 200mV. Escala expandida as exibições do medidor são mais precisas e os segmentos acendem uniformemente somente se o modo de barra for usado. A 50mV ou mais por etapa, o modo de ponto é utilizável

A referência é projetada para ser ajustável e desenvolve uma tensão nominal de 1.25 V entre REF OUT (pino 8) e Terminais REF ADJ (pino 10). A tensão de referência é aplicada através do resistor de programa R1 e, uma vez que a tensão é constante, uma corrente constante  $I_1$  então flui através do resistor de saída R2, dando uma tensão de saída conforme a equação abaixo:

$$V_{OUT} = V_{REF} * \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{ADJ} * R_2$$

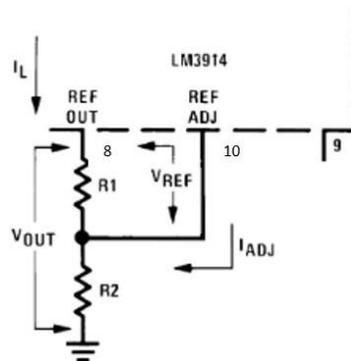


Fig. 11 – Tensão de referência interna do LM3914

Um recurso não completamente ilustrado pelo diagrama de blocos é o controle de brilho do LED. A corrente extraída de o pino de tensão de referência (pino 8) determina a corrente do LED. Aproximadamente 10 vezes esta corrente será desenhada através de cada LED aceso, e esta corrente será relativamente constante apesar da tensão de alimentação e temperatura mudanças.

Corrente extraída pelo divisor interno de 10 resistores, bem como pelo ajuste externo de corrente e tensão divisor deve ser incluído no cálculo da corrente do drive de LED. A capacidade de modular o brilho do LED com o tempo, ou em proporção à tensão de entrada e outros sinais pode levar a uma série de novos displays ou formas de indicar entrada sobretensões, alarmes, etc.

O terceiro componente importante no circuito é o display de LEDs de 10 segmentos, componente DC-10SURKWA da companhia Kingbright. Esse display possui 10 LEDs de diferentes cores, emitindo luz visível no comprimento de onda de 630 nm e com brilho máximo de 100 mcds, tensão de condução típica de 1.95 V com corrente de 20 mA.

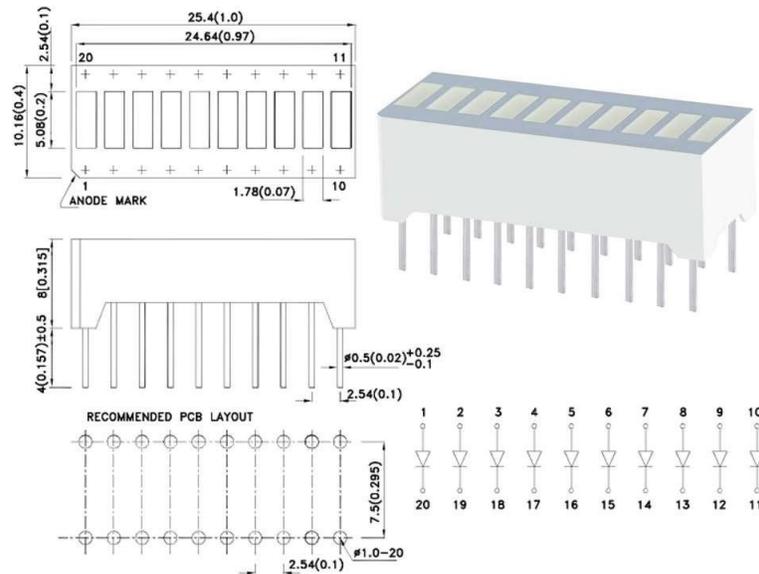


Fig. 12 – Display de LEDs de 10 segmentos

Os demais componentes tais como interruptor, porta-bateria, resistores e capacitores não são citados ao longo do texto, pois não possuem ajustes, e estão detalhados na lista de materiais eletrônicos (E-BOM).

## Antena

A antena de recepção de sinais eletromagnéticos de RF está desenhada na placa de circuito impresso tendo um formato em zig-zag (meander), como se pode observar na Figura 2, e feita com um traço de cobre de 1mm de largura e comprimento total em torno de 752.65 mm, sendo que a espessura é de 0.035 mm. A antena estando desenhada sobre uma placa de circuito impresso tem seu comprimento de onda elétrico modificado em função do material dielétrico, no caso utilizado FR-4 de espessura 1.20 mm com constante dielétrica de 4.5 e perda tangencial de 0.020 @ 1 GHz.

É interessante ressaltar que é muito difícil conceber uma antena demasiadamente compacta que seja eficiente em recepção e apresentando um bom (> 10 dB) coeficiente de perda por retorno

de maneira a cobrir toda uma larga banda (>1 a 2 GHz). Isso não ocorre na prática, porque antenas em sua essência ressonam somente em uma determinada frequência, e para se entender esse comportamento a outras frequências, requer modificações físicas que seriam não-práticas em termos de portabilidade. Com essa decisão tomada, sacrificamos a eficiência da antena, mas isto ainda não será um fator limitante na recepção de sinais pois temos um alcance dinâmico de mais de 65 dB através de mais de 2.5 GHz de banda e ganho da antena unitário que será visto mais à frente. Acredite, as antenas que temos dentro de nossos telefones celulares possuem um ganho e eficiência igual senão menor dos que os apresentados aqui.

Com intuito de checar o ganho e diagrama de irradiação da antena em nos três planos de corte (verticais e horizontal), e pela falta de um local (câmara anecoica) para medida de campo próximo ou distante, foi então executada uma simulação (2.5D) eletromagnética baseada no método dos momentos que através das variáveis introduzidas (dimensões da antena, perdas tangenciais e constante dielétrica) consegue de forma acurada nos fornece os diagramas de radiação da antena, assim como verificar seu comportamento através da perda por retorno e corrente na superfície. O software utilizado foi o ADS Momentum da companhia Keysight <sup>2</sup>.

O ganho simulado ficou em torno de 0 dBi nos três plano de corte e a melhor eficiência ficou em torno de 73 a 63%. Portanto os níveis recebidos pela antena podem ser interpretados sendo os mesmos na entrada do circuito AD8313 que resultam em sua saída a tensão DC equivalente conforme a Tabela 2.

Como é de se esperar, o resultado da simulação de uma antena desse tipo, utilizando o layout da placa de circuito impresso e inserindo suas características físicas e elétricas, nos resulta em um comportamento ressonante múltiplo ao longo da banda (2 GHz observados) mas em frequências determinadas. Para se considerar uma antena bem adaptada ao circuito, ou seja, com o melhor casamento de impedância, afim de se obter máxima recepção, a perda por retorno medida na entrada da antena deve de ser igual ou superior a 10 dB, no caso do gráfico da Figura 13 em direção a -10 dB para baixo.

Neste caso vemos claramente que a antena oferece boa recepção nas frequências específicas conforme os markers (m1 a m5) mostrados na Figura 13, sendo seu melhor desempenho em torno de 973.8 MHz.

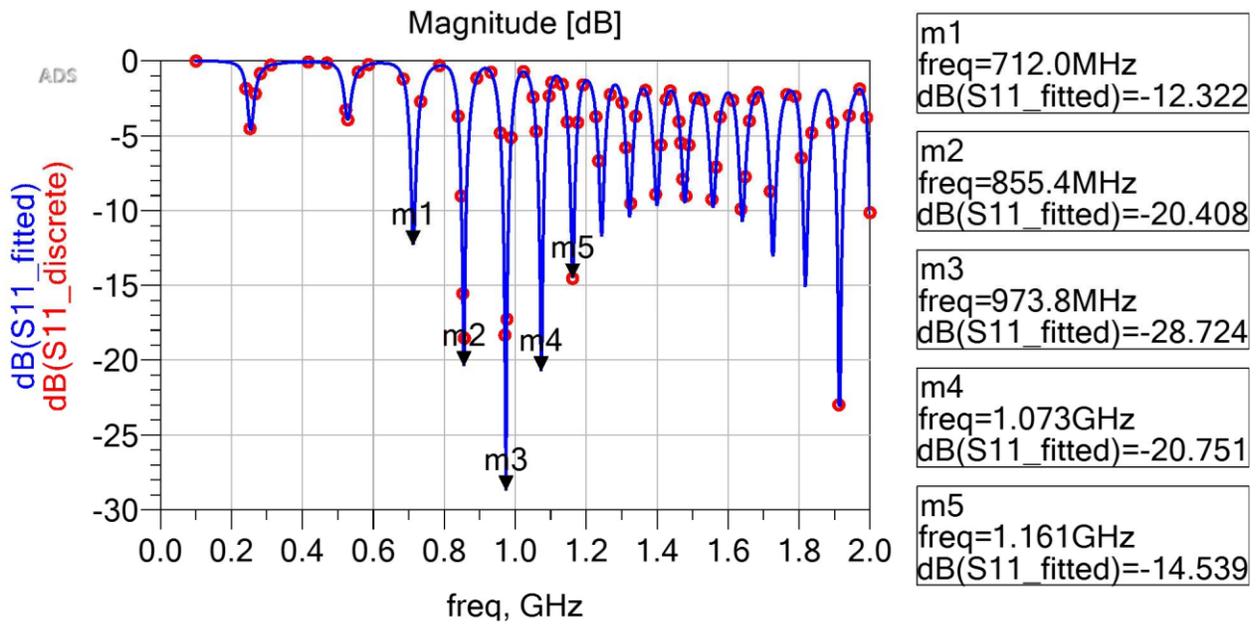


Fig. 13 – Simulação da perda por retorno (S11) em dB da antena

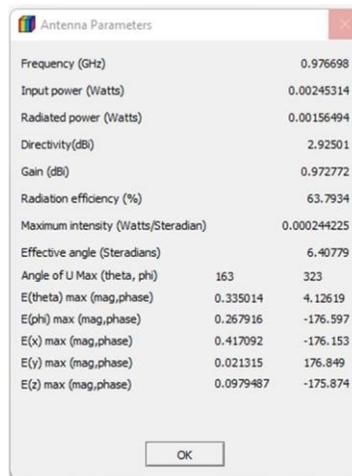


Fig. 14 – Resultado dos principais parâmetros da simulação da antena em 976.6 MHz

A Figura 14 nos mostra o resultado geral dos principais parâmetros da antena para a frequência de 976. MHz, a frequência mais próxima de onde a antena apresenta seu melhor casamento de impedância e por consequência melhor comportamento. Para as demais frequências de 0 a 2 GHz, temos a Figura 15 mostrando o ganho (dBi), diretividade (dBi), eficiência (%) e potência irradiada (W).

### Antenna Parameters vs Frequency

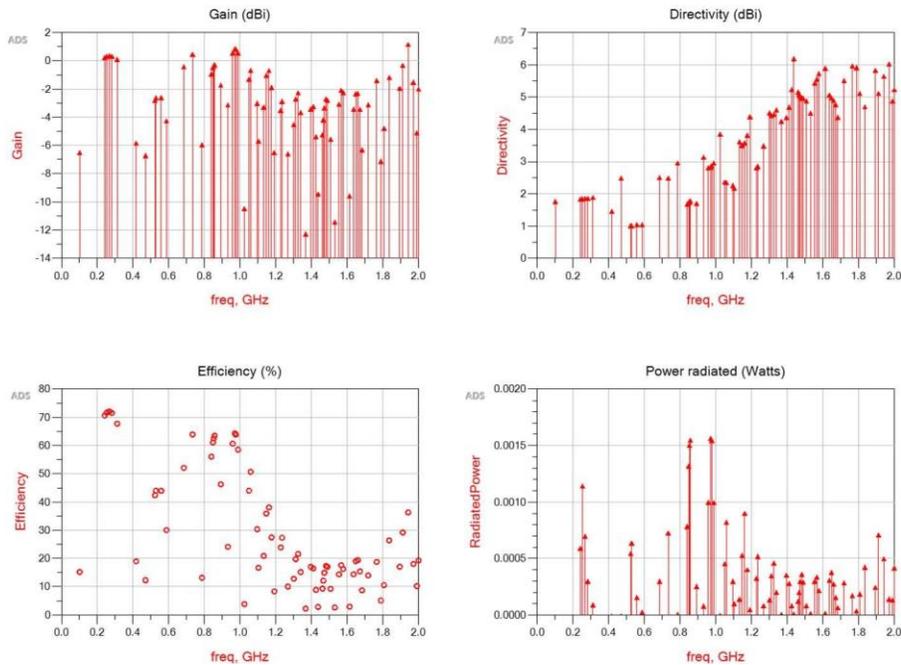


Fig. 15 – Resultado da simulação EM dos parâmetros ganho, diretividade, eficiência, e potência irradiada da simulação da antena de 0 a 2 GHz

Em termos de diagrama de irradiação, podemos imaginar que a antena irradia, neste caso recebe o sinal, em todas as direções (3D) com um determinado formato de acordo com seu ganho e diretividade. Apesar da irradiação ser tridimensional, o diagrama é comumente encontrado nos planos horizontal e vertical como vemos na Figura 16. Para traçar o diagrama horizontal da antena deve-se fixar as componentes do raio e o do ângulo  $\theta$  em  $\pi/2$  variar a componente  $\phi$  de 0 a  $2\pi$ , de acordo com a convenção mostrada na Figura 16 para as coordenadas esféricas. Já para o diagrama vertical deve se fixar um raio e variar a componente  $\theta$  de 0 a  $\pi$  com  $\phi$  fixo em  $\pi/2$  e também variar  $\theta$  de 0 a  $\pi$  para  $\phi$  fixo em  $-\pi/2$ . O campo elétrico irradiado sempre é paralelo ao eixo z.

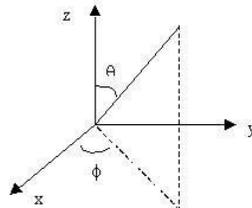


Fig. 16 – Sistema de coordenadas para observação em corte (2D) nos diagramas de radiação da antena

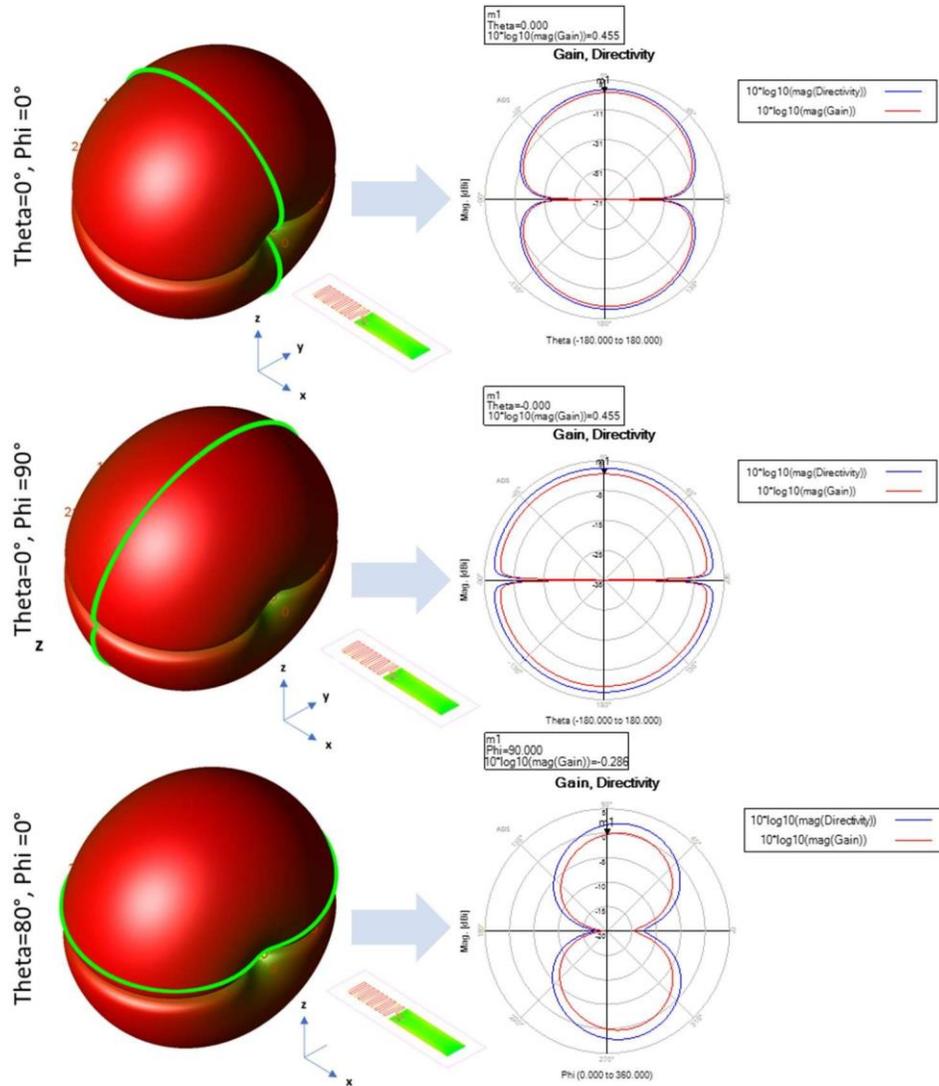


Fig. 17 – Diagramas de radiação em (3D) à esquerda, e (2D) à direita; referidos ao sistema de coordenadas da Figura 16 para 976.6 MHz. Os cortes no plano estão indicados pela linha verde

Através da Figura 17, podemos observar os diagramas de irradiação da antena em três ou duas dimensões, este último, fazendo-se cortes em três planos distintos conforme as coordenadas da Figura 16. Para a compreensão desse exercício, temos de imaginar a placa de circuito impresso com a antena desenhada na parte superior estando no centro do diagrama de irradiações (3D) mostrados na parte esquerda da figura 17. Podemos então observar, que para a frequência de 976.6 MHz, o ganho da antena está entre -0.28 e +0.45 dBi ao menos em dois planos distintos; e possuem um diagrama quase que omnidirecional, o que é uma vantagem para a nossa aplicação, traduzindo para um ganho uniforme e unitário em quase todas as direções. A grosso modo, para essa determinada frequência de recepção, o ganho sendo em torno de 0 dBi, podemos entender que os sinais recebidos pela antena serão os mesmos indicados na Tabela 1 sem adição ou subtração de ganho da antena.

## Leitura e equivalência entre sinais

Medido a tensão equivalente DC na saída do AD8313 com as entradas terminadas e com capacitor (sem efeito de sinal proveniente da antena), foi medido 0.52 V DC. Portanto isso corresponde a uma sensibilidade em torno de -65 dBm e está de acordo com a Figura 8, extraída da do manual técnico do componente. Com a configuração em RSSI (pinos 7 e 8 do AD8313 em curto), temos um slope de 18 mV/dB. Isso nos ajuda a construir a tabela abaixo.

Em termos de interpretação e quantificação dos sinais, temos a seguinte tabela abaixo.

Tab. 2 – Valores típicos para a banda de recepção em níveis absolutos (dBm) na entrada versus tensão na saída [V DC] do circuito integrado AD8313. Observe que o AD8313 possui em torno de 65 dB de alcance dinâmico (de -65 a 0 dBm) e, conseqüentemente, níveis acima de 0 dBm geram compressão no sinal de saída de acordo com Figura 8, portanto a tensão correspondente a esse nível já não se altera mais e não nos traz informação válida.

Nível de recepção na entrada do AD8313 [dBm]	Tensão equivalente na saída do AD8313 [V DC]
+5	1.63
-5	1.60
-15	1.42
-25	1.24
-35	1.06
-45	0.88
-55	0.70
-65	0.52

Por razão da antena ter múltiplas ressonâncias e não possuir qualquer filtro na entrada, temos uma recepção de vários sinais vindos de toda a banda que se estende de 11.37 MHz até 2.5 GHz. Isso nos faz receber muitos sinais de baixo nível, que totalizados, resultam em um valor RMS um pouco acima da sensibilidade mínima de -65 dBm, em torno de medidos 0.54 V DC.

O valor escolhido para o potenciômetro P1 (através de uma compra antecipada) foi de 5K0  $\Omega$  e o fato de ter colocado o pino 4 do LM3914 à terra, não permitiu uma flexibilidade para ajustar de forma correta a escala de recepção de sinais à escala de 10 LEDs do LM3914. Esse problema foi de certa maneira corrigido com a introdução de uma resistência de 390  $\Omega$  entre o pino 4 e terra e também alterando o valor R6 para 470  $\Omega$ .

Portanto agora temos uma escala ajustada que é mostrada em uma tabela de correspondência abaixo para os sinais recebidos quando o potenciômetro P1 está em posição em torno de ¼ do início de seu curso total, conforme mostra a Figura 18. Essa é a melhor posição de P1 para se obter o melhor alcance dinâmico correspondente a todos os 10 LEDs.

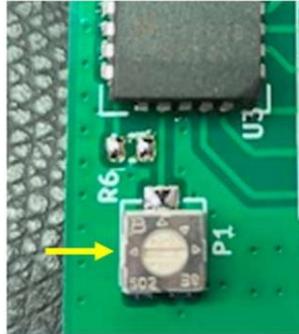


Fig. 18 - Posição do potenciômetro P1 à ¼ do início (CCW) de seu curso total para correspondência de valores na tabela abaixo.

Tab. 3 – Correspondência de valores na qual os LEDs acendem e seu nível correspondente em potência absoluta em dBm na entrada do AD8313.

Tensão DC [V] no qual o LED acende	LED no.	Nível de recepção na entrada do AD8313 [dBm]
1.62	LED 10	+5
1.46	LED 09	-10
1.35	LED 08	-20
1.24	LED 07	-25
1.13	LED 06	-30
1.02	LED 05	-36
0.91	LED 04	-40
0.80	LED 03	-47
0.69	LED 02	-55
0.56	LED 01	-62

O problema que ao final foi solucionado (não de forma elegante), e que gerou uma adaptação no layout com a introdução da resistência R9, será devidamente corrigido em uma versão atualizada do dispositivo (EL-2).

## 1. Dimensões

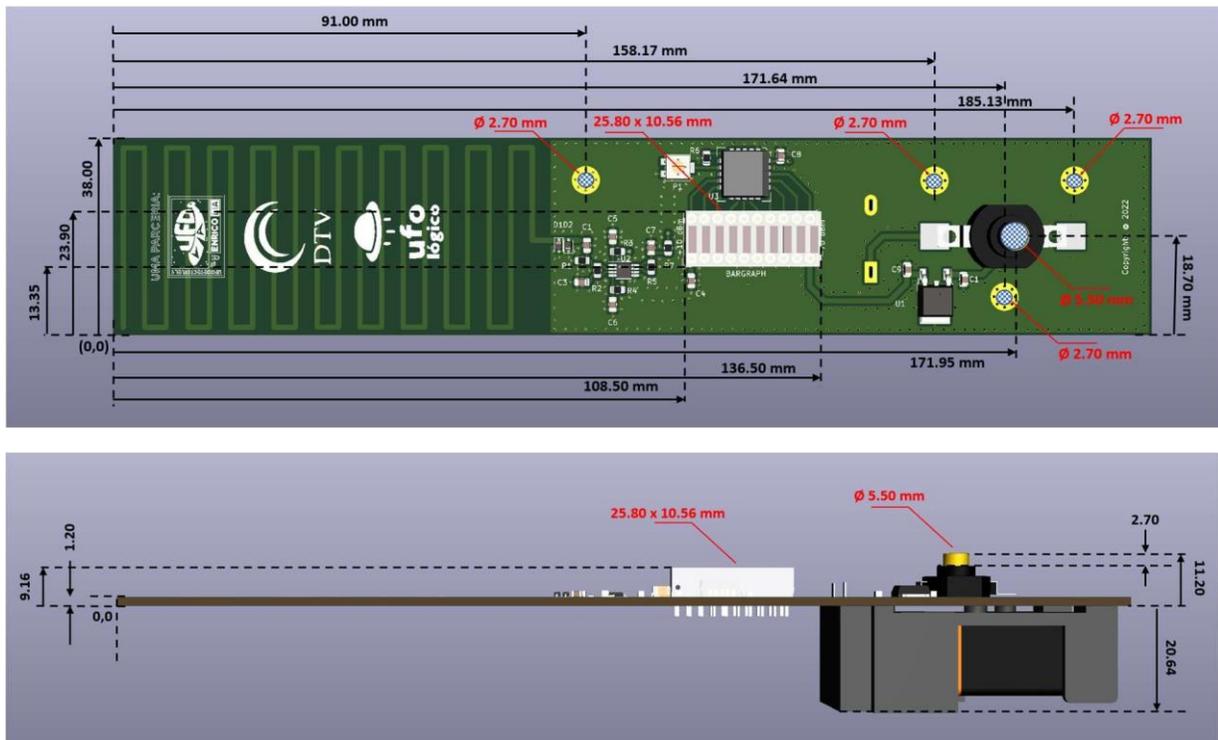


Fig. 19 – Layout (3D) do circuito impresso do circuito e seus componentes, lados frente e verso

## Lista de componentes (E-BOM)

Tab. 4 – Lista de Componentes

Componente	Descrição, dimensão do componente SMD	Fabricante	Tamanho e valor
PCB	Placa circuito impresso, material FR-4, Tg 140, espessura 1.2 mm, dupla face com 35 um de cobre	PCB Way	200 x 38 x 1.2 mm
Ref/SW1	Interruptor Liga-Desliga, modelo Kan-28	Jia-Teng	31.6 x 11.9 x 10.2 mm
J1	Porta bateria de +9V para placa de circuito impresso, modelo BH-9VP	TRU Components	54 x 30 x 20.7 mm
C2*	Capacitor SMD, C_0805_2012 Metric	Vishay	0.33 uF
C1, C3	Capacitor SMD, C_0805_2012 Metric	Vishay	560 pF
R4, R3	Resistor SMD, R_0805_2012 Metric	Vishay	10 Ω
C6, C5, C4, C7, C8, C9	Capacitor SMD, C_0805_2012 Metric	Murata	0.1 uF

BARGRAPH	Display Bargraph LED	Kingbright	HDSP-4832
D1, D2	Diodo Zener SMD, SOD-323	Diodes Inc.	1N5711W-7-F
P1	Potenciometro SMD 3214G_Horizontal	Bourns	5K0 (ou 4K7 $\Omega$ )
R1	Resistor SMD, R_0805_2012 Metric	Vishay	Não montado
R2	Resistor SMD, R_0805_2012 Metric	Vishay	51 $\Omega$
R5	Resistor SMD, R_0805_2012 Metric	Vishay	0 $\Omega$
R6	Resistor SMD, R_0805_2012 Metric	Vishay	470 $\Omega$
R7	Resistor SMD, R_0805_2012 Metric	Vishay	4K7 $\Omega$
R8	Resistor SMD, R_0805_2012 Metric	Vishay	1M $\Omega$
R9	Resistor SMD, R_0805_2012 Metric	Vishay	5K1 $\Omega$ (ou 4K3 $\Omega$ )
U1	Regulador de Tensão SMD, TO-252-2	On Semi	MC78M05
U2	AD8313 Log Detector MSOP-8_3x3mm_P0.65mm	Analog Devices	AD8313xRM
U3	LM3914 Display Driver PLCC-20	National Instruments	LM3914V

\*C2 é a nova designação para um componente que foi duplicado por engano como sendo C1 (errata) na placa próximo ao regulador de tensão U1

## Uso em campo

Para uso em campo, temos que o dispositivo tem uma característica de receber sinais eletromagnéticos de RF e possui comportamento passa-alta com frequência de corte de 11.37 MHz, porém com uma eficiência de antena menor do que 15%. Portanto o dispositivo deve responder melhor em frequências mais altas (> 100 MHz) e isso por consequência nos traz a situação onde não temos a recepção de ondas refletidas através da ionosfera, e a propagação das ondas de rádio ocorre em LoS (Linha de Visada Direta) onde nas faixas de VHF e UHF são atenuadas e refratadas onde acaba o horizonte do rádio. A seguinte ilustração na Figura 20 e cálculo abaixo, nos dá uma ideia de distância máxima de recepção, considerando antena transmissora e receptora a 1 metro de altura, terreno sem obstruções e a curvatura perfeita da terra sem relevo topográfico.

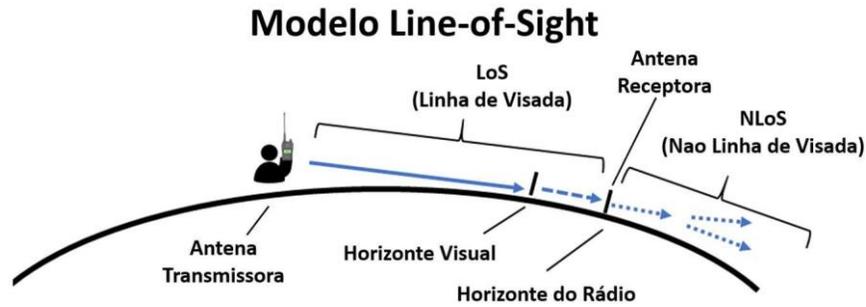


Fig. 20 – Modelo Linha de Visada e suas características

A grosso modo, em condições ideais, podemos calcular o horizonte do rádio, ou seja, a distância (ou raio) na qual um sinal de RF dentro nas faixas de VHF ou UHF é conseguido ser percebido. Para tal, temos que:

$$dL = \sqrt{2 * r * h} \approx 3.57 * \sqrt{h}$$

$$dr = 3.57 * \sqrt{k * h} \approx 4.12 * \sqrt{h}$$

Onde

$dL$  é a distância em quilômetros, horizonte visual (LoS)

$dr$  é a distância em quilômetros, horizonte do rádio

$r$  é o raio de curvatura da Terra, 6,372 quilômetros

$h$  é a altura da antena em metros

$k$  = fator de ajuste (4/3) para refração de sinais

Para uma antena com 1 metro de altura, temos que  $dL = 3.57$  Km e  $dr = 4.12$  km.

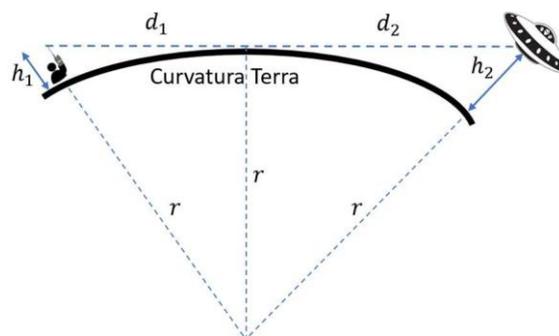


Fig. 21 – Distancias máxima entre antenas de alturas  $h_1$  e  $h_2$

Já para o cálculo da distância máxima entre duas antenas de altura  $h_1$  e  $h_2$ , respectivamente, conforme ilustrado na Figura 21, temos que:

$$Max d = 3.57 * (\sqrt{k * h_1} + \sqrt{k * h_2})$$

Portanto para uma antena de recepção com altura ( $h_1$ ) = 1 metro e um disco voador com altura ( $h_2$ ) = 100 metros, temos que  $d_1 = 4.12$  km e  $d_2 = 41.22$  km, totalizando uma distância máxima entre as antenas ( $Max d$ ) = 45.34 km.

Adicional ao fator distância, também a grosso modo, temos a atenuação em espaço livre, que segue a lei quadrática inversa, ou seja, a radiação eletromagnética se expande à medida que se propaga e tem sua intensidade atenuada proporcional ao recíproco (ou inverso) do quadrado da distância da fonte emissora.

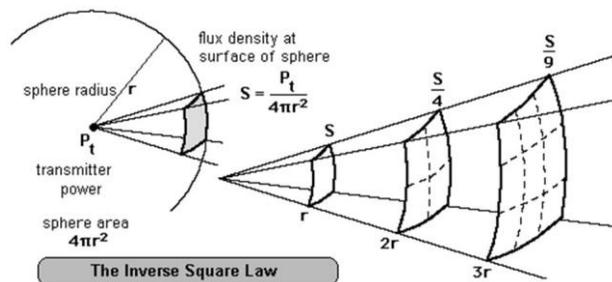


Fig. 22 – Lei quadrática inversa de propagação com a distância da fonte

Temos que a atenuação em espaço livre ( $L_{dB}$ ) é calculada da seguinte maneira:

$$L_{dB} = 32.44 + 20 \text{Log} (f) + 20 \text{Log} (d)$$

Sendo que

$f$  = frequência em MHz

$d$  = distancia em Km

$c$  = velocidade da luz em metros por segundo,  $3 \times 10^8$  m/s

Para uma distância de 45.34 Km, tendo as antenas transmissora e receptora ganho unitário (0 dBi), e a uma frequência de 1 GHz, a atenuação em espaço livre é de 125.57 dB. Se conhecermos a potência que estamos recebendo em nível dBm, que pode ser lida através dos LEDs do detector de OVNI, podemos calcular a EIRP da fonte emissora. EIRP neste caso é a potência efetiva irradiada isotrópica considerando o ganho da antena transmissora. Por exemplo para a recepção de um sinal de -47 dBm a 1 GHz à uma distância de 45.34 km da fonte emissora, temos que a EIRP será de 78.57 dBm (ou 71.9 kW).

Um aspecto interessante é de que temos de notar que teremos mais sinais interferentes dentro do ambiente urbano, e é normal os LEDs começarem a acender sem mesmo estar perto de fontes eletromagnéticas, isso devido ao ruído de fundo. Quando aproximamos o dispositivo de fontes eletromagnéticas tais como roteador Wi-Fi ou mesmo um forno de micro-ondas trabalhando, vamos ver perceber que os níveis de energia aumentam indicados através do acendimento de mais LEDs.

Através da aplicação do dispositivo em pesquisas de campo, em ambientes rurais e distante das áreas urbanas, teremos mais confiança e sensibilidade na recepção de sinais de RF.

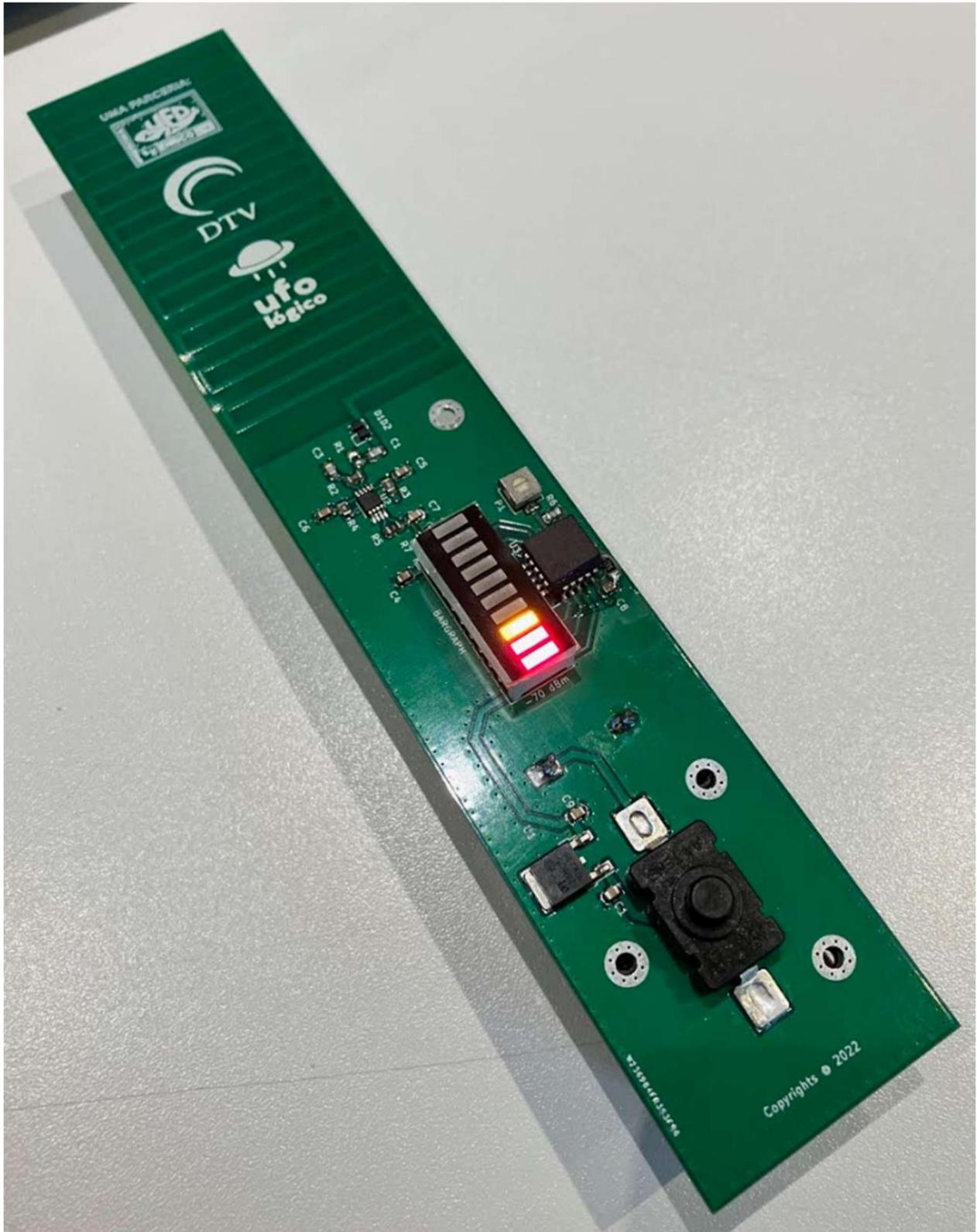
Com o tempo, o usuário se adequará às melhores condições para recepção de sinais de RF e fará suas próprias interpretações, que espero será de valia para as pesquisas ufológicas de campo.

Boa sorte e boa vigília a todos!

[Enrico Lia](#)

Outubro de 2022

Aspecto final do protótipo



## Glossário

ADF (Automatic Direction Finder, traduzido como Localizador Automático de Direção)

AM (Amplitude Modulation, traduzido por Ondas Médias)

CCW (Counter Clock Wise, traduzido como sentido anti-horário)

dB (Decibel)

dBi (Decibel com relação à antena isotrópica)

dBm (Decibel miliwatt)

DC (Direct Current, traduzido por Corrente Contínua)

DME (Distance Measurement Equipment, traduzido por Equipamento Medidor de Distância)

E-BOM (Electronic Bill of Materials, traduzido como Lista de Componentes ou Materiais)

EIRP (Efficient Isotropic Radiated Power, traduzido como Potência Irradiada Efetiva Isotrópica)

EMI (Electromagnetic Interference, traduzido como Interferência Eletromagnética)

FM (Frequency Modulation, traduzido por Frequência Modulada)

LED (Light Emitter Diode, traduzido por Diodo Emissor de Luz)

LoS (Line Of Sight, traduzido como Linha de Visada Direta)

Meander (Meandro)

NDB (Non-Directional Beacon, traduzido por Rádio Farol Não-Direcional)

OVNI (Objeto Voador Não-Identificado)

RF (Radio Frequency, ou Rádio Frequência)

Slope (Inclinação)

SMD (Surface Mounted Device, traduzido como Dispositivo Montado em Superfície)

SW (Short Waves, traduzido por Ondas Curtas)

UFO (Unidentified Flying Object, traduzido por Objeto Voador Não-Identificado)

UHF (Ultra High Frequency, traduzido como Frequência Ultra Alta)

VHF (Very High Frequency, traduzido como Frequência Muito Alta)

## Bibliografia

Automatic Direction Finder

[https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic\\_direction\\_finder](https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_direction_finder)

Distance Measurement Equipment

<https://pt.wikipedia.org/wiki/DME>

Line of Sight Propagation

<https://slideplayer.com/slide/13236131/>

Antennas and Propagation

[https://www.slideshare.net/mehak30\\_1/chapter5-47929334](https://www.slideshare.net/mehak30_1/chapter5-47929334)

ITU Calculation of Free Space Attenuation

[https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.525-3-201611-S!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.525-3-201611-S!!PDF-E.pdf)

DTV – Digital Televisão

<https://logicahost.com.br/logos/dantetvbrasil.html>

<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.logica.tvdtv>

Ufológico

<https://ufologico.com.br/>

UfoVia / Via Fanzine

[www.viafanzine.jor.br](http://www.viafanzine.jor.br)

AD8313 Manual de Operação

<https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ad8313.pdf>

LM3914 Manual de Operação

<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm3914.pdf>

## Referencias

[1] A Noite Oficial dos OVNI's no Brasil, Saindo da Matrix,  
<https://www.saindodamatrix.com.br/noite-oficial-dos-ovnis/>

[2] ADS Momentum Simulator,  
<https://www.keysight.com/us/en/assets/7018-02063/flyers/5990-3633.pdf>

## Arquivos do projeto

<https://ufologico.com.br/wp-content/uploads/2022/10/UFO-Detector-EL-1.zip>

Os seguintes arquivos foram colocados a disposição para download no URL acima, e apresentam um resumo de suas atribuições.

Arquivo formato ZIP contendo as logo marcas (Ufológico, DTV e UfoVia) para silk screen  UFO_Detector_Logo_Marcas.zip
Arquivo formato ZIP contendo todas as camadas em formato GERBER RS-274X para fabricação da placa de circuito impresso  UFO Deector EL-1 Gerber RS274X Files.zip
Arquivo formato ZIP do projeto efetuado no software KiCAD  UFO Detector EL-1 Archived KiCAD Project Files.zip
Arquivos formato PDF com as dimensoes (2D) e circuito esquemático do detector de OVNIs  UFO Detector EL-1 2D Dimensions.pdf  UFO Detector EL-1 Dimensions.pdf  UFO Detector EL-1 Schematics.pdf
Arquivos formato JPEG contendo os desenhos (3D) em perspectiva e lado do detector de OVNIs  UFO Detector EL-1 3D Perspective View.jpg  UFO Detector EL-1 3D Side View.jpg
Arquivo formato CSV contendo a lista de materiais para a construção do detector de OVNIs  UFO Detector EL-1 E-BOM.csv
Arquivo formato STEP contendo o desenho CAD (3D) em tres dimensoes do detector de OVNIs  UFO_Detector_Step_File.stp