

ADAPTAÇÃO DE ANTENAS PARABÓLICAS COMUNS PARA CAPTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR

AMARO DE OLIVEIRA SILVARES^{*1}, EWALD SANTOS CORDEIRO²,
MAURO DE OLIVEIRA NETO¹, SAMUEL HENRIQUE SILVA¹

¹Curso de Engenharia de Controle e Automação – Faculdade de Eng. Mecânica

²Curso de Engenharia de Computação – FEEC/Instituto de Computação

Email do autor correspondente: amaro.silvares@gmail.com

RESUMO: Com o avanço e as transformações da tecnologia, as tradicionais antenas parabólicas perderam sua função primordial, deixando muitas residências com antenas inutilizadas. Com a preocupação mundial em produzir energia mais limpa e o alto interesse no aproveitamento energético, este trabalho visa utilizar as antigas antenas para captação de energia solar. Além disso, o tema está relacionado com a nossa área de estudo (engenharia). O investimento das placas de captação de energia é muito alto, então, para viabilizar o projeto, usamos a antena para concentrar os raios solares em um único ponto, podendo usar uma placa de captação concentrada de energia, colocando-a no foco. Foi escolhida uma área de forma aleatória, em um bairro na cidade de São Paulo, e contou-se o número de antenas para posterior estimativa do número total de antenas no bairro. Com esse valor, foi possível calcular a quantidade de energia que seria economizada se 50% da população do bairro, utilizasse a adaptação sugerida. Pelos números foi possível concluir que o projeto não é viável economicamente, porém como todo projeto que visa uma melhora da qualidade do tipo de energia gerada, ele com certeza é ecologicamente viável.

PALAVRAS-CHAVE: antena parabólica, energia solar, célula fotovoltaica, captação de energia.

ADAPTING REGULAR PARABOLIC ANTENNAS FOR GATHERING SOLAR ENERGY

ABSTRACT: With the advances and changes in technology, the traditional satellite dishes have lost their primary function, leaving many households with obsolete antennas. With the worldwide concern in producing cleaner energy and the high interest in energy, this work aims to use the old antennas for solar energy. Moreover, the issue is related to our study area (engineering). The investment of energy capture panels is very high, then, to make the project viable, we use the antenna to concentrate the sun's rays at a single point, and then use a panel of focused energy, in the antenna's focus. One random area was chosen in a neighborhood in Sao Paulo, and the number of antennas was counted for subsequent estimation of total number of antennas in the neighborhood. With this value, it was possible to calculate the amount of energy that would be saved if 50% of the population of the neighborhood used the suggested adaptation. With this numbers, it was concluded that the project is not economically viable, but like any other project that aims to improve the quality of energy generated, it is certainly ecologically viable.

KEY-WORDS: parabolic antennas, solar energy, photovoltaic cell, energy reception.

INTRODUÇÃO

Com o avanço da TV digital, a tendência é não mais existir a necessidade do uso das antenas parabólicas comuns. A TV digital aberta e a TV digital paga requerem antenas apropriadas e mais compactas para captação do

sinal (Exemplo: consumer.philips.com/uhf-digital-interna/). A medida que a TV digital for mais utilizada, o que vai ocorrer no máximo até 29/06/2016 (de acordo com o Decreto nº5820 de 29/06/2006, Artigo 10), as antenas parabólicas comuns ficarão obsoletas e terão de ser

descartadas ou reutilizadas. Mas então, o que alguém faria com a antena parabólica que já se encontra instalada em seu telhado quando decidir migrar para a TV digital?

A resposta é transformar a antena parabólica em um dispositivo para captação da energia solar!

Acreditamos ser possível adaptar as parabólicas para captação de energia solar de forma simples e barata. Com isso, pode-se aproveitar o investimento já feito na antena e aliviar os gastos com energia na conta de luz.

Nosso trabalho se propõe a projetar tal sistema de captação, analisar o seu potencial energético, orçar os custos envolvidos e, analisando sua viabilidade, saber em quanto tempo seria necessário para se ter o retorno do investimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Pode ser verificado que já existem diversas placas específicas e até mesmo painéis relativamente grandes e sofisticados para captação solar. No entanto, o investimento inicial é relativamente alto, o que restringe seu uso apenas a aplicações específicas. Esse alto preço é devido ao elevado custo e baixa eficiência do material utilizado nos painéis fotovoltaicos tradicionais.

Para tornar o projeto viável vamos aproveitar o formato parabólico da antena para refletir e concentrar a luz solar em seu foco. No foco da antena fica a placa fotovoltaica da SUNRGI de captação concentrada para gerar corrente elétrica; não será necessária uma placa

muito grande, visto que a luz fica toda concentrada em uma região. Essa adaptação da antena consiste de 4 etapas:

1° Revestir internamente a antena com material refletor. Supondo que os raios solares chegam a terra de forma paralela, todos são refletidos na região parabólica e se concentram no foco.

2° Fixar à base da antena um suporte móvel a fim de apontá-la constantemente para o sol. Para máxima eficiência com um baixo custo, optamos por um suporte com atuador para rotacionar a antena 360° na horizontal e regulação de altura manual, ajustado de acordo com a época do ano. Com isso, a antena passa a ter suporte ativo com 2 graus de liberdade: rodar 360° (ou azimutal) e subir ou descer 90° (ou latitudinal).

3° Substituir o [LNB](#) (Conversor de Baixo Ruído presente na ponteira da antena) por uma placa de captação de energia solar concentrada. O modelo escolhido foi da SUNRGI.

4° Para reduzir ainda mais os custos, o sistema deve ser conectado à rede elétrica convencional, o que elimina a necessidade de baterias para armazenar a energia produzida. Existe ainda o incentivo do governo com o projeto de lei 630/2003. Para conectar o sistema na rede, antes é necessário transformar a corrente contínua fornecida pela placa fotovoltaica em alternada com frequência de 60Hz, padrão da rede elétrica brasileira. Essa é a função do micro-inversor M190 da marca Enphase.

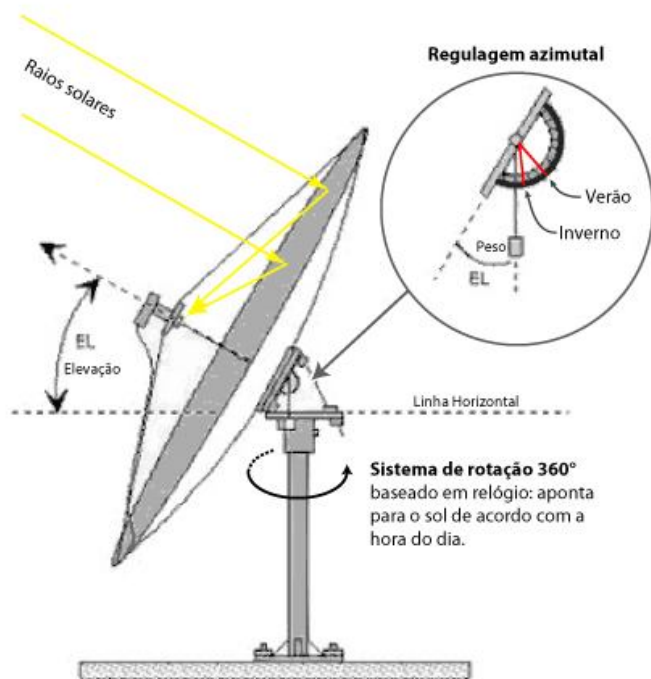


Figura 1. Esquemático para o projeto

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o revestimento interno da antena parabólica, foi escolhida a película “Reflective Mylar Film”. Um revestimento de alta capacidade reflexiva, e de comportamento similar ao de um espelho. Esse material, tem refletividade quase tão alta quanto à de um espelho e maleabilidade maior, possibilitando uma melhor adequação à forma parabólica da antena.

Para uma melhoria de 36% na captação solar (Wikipedia_1, Solar Tracker), a antena deve estar sempre apontada para o sol.

Admitido-se que os raios solares que atingem a Terra são praticamente paralelos e para que a parabólica aponte constantemente para o sol, de forma que os raios solares incidam perpendicularmente à área de interceptação da antena, sendo todos concentrados no foco após serem refletidos pela superfície parabólica, faz-

se o uso de uma base giratória. Tal base seria uma adaptação da base original de uma antena parabólica. Esta base consiste de um servomotor, de elementos de transmissão e de uma carcaça.

Para máxima eficiência com um baixo custo, optamos por um suporte com atuador para rotacionar a antena 360° na horizontal, após a adaptação, e regulagem de altura manual, ajustado de acordo com a época do ano (fica entre 15° e 20° no verão, de acordo com Wikipedia_1, Solar Tracker, ver figura 1). Com isso, a antena passa a ter suporte ativo com 2 graus de liberdade: rodar 360° (ou azimutal) e subir ou descer 90° (ou latitudinal).

Em uma terceira etapa, substituímos o conversor de TV (UHF ou VHF) na ponta da antena por uma placa de captação fotovoltaica concentrada. Haja visto que nosso sistema visa uma concentração dos raios solares em um ponto, é necessário que tenhamos uma célula fotovoltaica cuja capacidade de geração seja compatível com as condições de temperatura e potencia luminosa sobre ela. Para isso escolhemos o modelo ainda em fase de desenvolvimento, porem muito promissor da SUNRGI, Xtreme concentrated photovoltaics™ (XCPV), ele tem eficiência de 36~37% de conversão, à uma potencia máxima de 208W.

A última etapa da adaptação da antena parabólica é conectar o sistema à rede elétrica. Para isso é necessário a utilização de um inversor, que vai transformar a corrente contínua fornecida pela placa fotovoltaica em corrente alternada com 60hz de frequência.

Essa tecnologia é bem conhecida no exterior, mas é muito recente no Brasil. O primeiro protótipo foi produzido dentro da Unicamp (JORNAL DA UNICAMP, 8 a 14 de março 2010 – Nº 453 - Até o último raio de sol).

Entrevistamos o professor **Ernesto Ruppert Filho**, autor do projeto, para mais informações técnicas e sobre a viabilidade de usar o conversor em escala residencial. A seguir, um resumo das partes mais relevantes da entrevista:

Já existe essa tecnologia no Brasil?

Ruppert: “Não. Já existe na Europa. O governo alemão incentiva as pessoas a instalarem células fotovoltaicas em suas casas. Parte da energia que eles não consomem volta para a rede elétrica, (...) assim eles deixam de pagar para a concessionária. No Brasil essa tecnologia precisa ser importada.”

É viável esse tipo de tecnologia, tão recente, ser usada em residências brasileiras de classe média?

Ruppert: “A energia no Brasil vem majoritariamente de hidrelétricas (...). Como essa geração [via hidrelétricas] já está difundida no Brasil e recebeu grandes investimentos por vários anos, a energia de hidrelétricas é mais barata que de qualquer outra fonte. Então, financeiramente, não compensa o investimento em captadores fotovoltaicos caros... Essa tecnologia vale a pena quando se fala em áreas remotas de difícil acesso ou para iniciativas ambientalmente corretas.”

Como funciona o conversor? Qual sua eficiência?

Ruppert: “O aparelho converte corrente contínua em tensão alternada a 60Hz, a mesma da rede elétrica. Ele deve ser ligado diretamente a uma placa fotovoltaica. Supostamente, funciona com qualquer tipo ou marca de placa. Deve funcionar inclusive com as placas poliméricas que estão sendo estudadas na Faculdade de Engenharia Mecânica, estas não utilizam o silício. Aqui na FEEC, nós testamos com placas da Kyocera.”

Para o nosso projeto qual opção de produto, que já esteja no mercado, o senhor recomenda?

Ruppert: “Muitos já usam no Brasil produtos importados da Coreia ou China. Uma das marcas que conheço é a SUNNY BOY, mas nunca testei.”

Concluimos da entrevista que no Brasil não existe ainda a tecnologia exigida pelo nosso projeto, é necessário importar. O menor inversor da marca sugeria pelo professor (Sunny Boy) custa em torno de \$1200 e é usado em conjunto com várias placas fotovoltaicas, voltado para aplicações industriais. Essa solução é cara e não atende aos requisitos do projeto.

A melhor alternativa encontrada é a utilização de micro-inversores da marca Enphase, que custam apenas \$180 dólares (modelo M190, a venda no site SPS) e atendem perfeitamente aos requisitos do projeto: um inversor de pequeno porte e baixo custo, para ser usado em apenas uma placa fotovoltaica.

Com isso, conclui-se o projeto da adaptação da antena parabólica para captação de energia solar. A seguir, será mostrada uma análise quantitativa do sistema e, depois disso, o

potencial de geração em uma região de São Paulo – SP caso moradores optassem por aderir ao sistema.

Para analisar quantitativamente o sistema, precisamos definir algumas das variáveis para usar nas contas.

Normalmente, antenas parabólicas vão de 1,6m a 2,4m de diâmetro, escolhemos uma antena de 2m de diâmetro para os cálculos. A área de interceptação da irradiação solar, que corresponde à parte interna do plano que contém a borda da parabólica, é um círculo de área A_c , obtida por: $A_c = \pi * D^2 / 4$, onde D é o diâmetro da parabólica. Calculando, temos $A_c = 3,142m^2$

A intensidade da radiação solar no Brasil é da ordem de $250W/m^2$ (Wikipedia_3). Isso significa que uma antena recebe:

$$P_{sol} = 250 * A_c = 785,4 W$$

A superfície é revestida com material refletor de eficiência em torno de $\eta_{reflexão} = 0,90$. A placa fotovoltaica da Sunrgi, em fase final de desenvolvimento, consegue aproveitar 37.5% ($\eta_{placa} = 0,375$) da energia refletida. Isso é um valor bastante significativo, visto que o recorde atualmente é 31,25% (CleanTechnica, 10 maio 2008).

A eficiência do inversor é 95.0% (SPS – Enphase M190). Ou seja $\eta_{inversor} = 0,95$.

A eficiência final do sistema é calculada a partir de:

$$\eta_{total} = \eta_{reflexão} * \eta_{placa} * \eta_{inversor}$$

$$\eta_{total} = 0,90 * 0,375 * 0,95 = 0.321$$

A energia gerada pelo sistema é 252,2 Watts. Isso significa uma geração mensal de **56,5 kWh**, supondo 28 dias com 8 horas de luz solar.

Isso significa uma economia de $56,5 * 0,29349 = R\$16,58$ em um mês ensolarado. (Valores da ANEEL).

A análise de uma parte do bairro Carrão, em São Paulo, através do google maps, nos permitiu ter uma estimativa do número de antenas parabólicas que poderiam ser convertidas em conversores de energia solar, uma vez que seus proprietários optassem pelo uso da nova TV digital brasileira.



Figura 2: Mapa bairro Carrão

A estimativa foi feita contando-se o número de antenas presentes na área da Figura 3 (pontos em laranja), e generalizando essa proporção para a área de todo o bairro. Com isso foram calculadas 2761 antenas somente nesse bairro da cidade de São Paulo. Por questões bastante óbvias, a concentração de antenas na área total do bairro, não é constante, portanto pode-se haver uma variação na quantidade de antenas calculadas, tanto para mais quanto para menos. Porém essa conta se presta à sua finalidade, que é nos proporcionar uma noção de

quão abrangente seria nosso projeto e o benefício em termos de redução de consumo energético da rede convencional.



Figura 3: Antenas no bairro Carrão

CONCLUSÃO

Tabela 1: Custo do sistema

Produto	Preço
Material reflexivo	R\$300,00
Placa fotovoltaica	R\$1000,00 (estimado)
Micro-inversor M190	\$180 (R\$360)
Placa eletrônica	R\$50,00
Montagem + Serviços	R\$300,00
Motor, carcaça e caixa de redução	R\$150,00
Total:	R\$2110,00

O valor teórico calculado de economia mensal (R\$16,58) na conta de luz não é um valor muito atrativo financeiramente. Considerando que o investimento inicial é de R\$2110,00 (de acordo com a tabela 1) o sistema não será pago (*payback* simples) durante sua vida útil, estimada em 10 anos (pela deterioração dos componentes).

Vamos supor que o sistema opera conforme o esperado, produzindo anualmente cerca de 678 kWh, sem que apresente defeitos ou requeira manutenção. Uma análise econômica

simples demonstra que tais sistemas ainda não são economicamente viáveis no Brasil, em função dos custos dos equipamentos e da energia, apesar da expressiva vantagem que nosso país tem no aproveitamento da energia solar fotovoltaica.

Na verdade, a viabilidade dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede não foi alcançada em nenhum lugar do mundo e ainda depende de alguma forma de incentivo, como os que têm sido aplicados em larga escala nos países desenvolvidos.

Essa viabilidade só irá ocorrer no futuro com a redução do custo dos sistemas e/ou aumento do custo de energia. Enquanto isso os únicos motivos de se investir em sistemas de captação fotovoltaica são o seu menor impacto ambiental e grande versatilidade de aplicações.

Para o bairro de Carrão, por exemplo, a utilização do sistema proposto nesse projeto vai gerar uma economia mensal de $2761 \times 56,5 \times 0,5 = 78 \text{ MWh}$. O que já passa a ser um atrativo para o meio ambiente, mesmo com a suposição de que apenas 50% dos donos de antenas parabólicas aderiram ao sistema.

AGRADECIMENTOS

Aos nossos colegas de turma, aos professores da disciplina e aos palestrantes convidados, muito obrigado por impulsionar nosso crescimento pessoal e profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL - Tarifas Residenciais Vigentes. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/493.htm> Acesso em 15 junho 2010.

CleanTechnica.com – Solar Power Goes to Extremes. Disponível em: <http://cleantechnica.com/2008/05/10/solar-power-goes-to-extremes-for-5cents-per-watt/> Acessado em: 08 junho 2010.

Decreto nº5820 de 29/06/2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5820.htm.

JORNAL DA UNICAMP. Campinas, 8 a 14 de março 2010 – ANO XXIV – Nº 453 Disponível em: http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/marco2010/ju453_pag06.php Acesso em: 10 maio 2010.

Projeto de Lei nº630 de 2003. Disponível em <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/122715.pdf> Acesso em: 10 maio 2010.

SPS Solar Panel Store – Micro-inversor M190. Disponível em: http://www.solarpanelstore.com/solar-power.enphase_micro_inverters.enphase_micro_inverter.enphase_m190-72-240-s02-mc4.info.1.html Acessado em: 20 maio 2010.

Wikipedia_1, Solar Tracking. Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_tracker Acessado em: 4 maio 2010.

Wikipedia_2, Concentrated Photovoltaics. Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Concentrated_photovoltaics Acessado em: 4 maio 2010

Wikipedia_3, Energia Solar. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_solar Acessado em: 6 junho 2010