Guia de Aplicação de Qualidade de Energia

Education and Culture

Leonardo da Vinci

Custos

2.5

Análise de investimentos para soluções de Qualidade de Energia

Siemens Press Photo

PRO COBRE Connects Life.™

european COPPER institute

Custos

Custos

Análise de investimentos para soluções de Qualidade de Energia

Angelo Baggini & Franco Bua
Università di Bergamo & Engineering Consulting and Design
Julho de 2004

Este Guia foi produzido como parte do Leonardo Power Quality Initiative (LPQI), um programa de educação e treinamento europeu apoiado pela Comissão Européia (sob o Programa Leonardo da Vinci) e pelo International Copper Association (ICA). Para informação adicional sobre o LPQI visite www.lpqi.org.

European Copper Institute (ECI)

O European Copper Institute (ECI) (Instituto de Cobre Europeu) é uma joint venture entre o ICA (International Copper Association) e os fabricantes europeus. O ECI representa os maiores produtores de cobre do mundo e os fabricantes europeus mais importantes para promover o cobre na Europa. Criado em janeiro de1996, o ECI é apoiado por uma rede de onze Associações de Desenvolvimento do Cobre (‘CDAs‘) em Benelux, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Itália, Polônia, Rússia, Escandinávia, Espanha e Reino Unido.

Instituto Brasileiro do Cobre - PROCOBRE

É uma instituição sem fins lucrativos, constituída por empresas produtoras e transformadoras de cobre no Brasil com a missão de estimular o uso técnico e econômico do metal, promovendo sua utilização correta e eficiente. Desenvolve projetos nas várias áreas de aplicação do metal, divulgando as vantagens da utilização do cobre na energia elétrica, nas instalações hidráulicas e de gás, na arquitetura, no design e decoração de interiores, na saúde e muitas outras.

Aviso de Isenção de Responsabilidades

O conteúdo deste documento não necessariamente reflete a posição da Comunidade Européia, nem implica nenhuma responsabilidade por parte da Comunidade Européia. O European Copper Institute, Hogeschool West-Vlaanderen, Labo Lemcko e Copper Development Association negam qualquer responsabilidade por qualquer dano direto, indireto, conseqüente ou incidental que possa resultar pelo uso da informação, ou pela impossibilidade do uso da informação ou dos dados contidos nesta publicação.

Copyright© European Copper Institute, Hogeschool West-Vlaanderen, Labo Lemcko and Copper Development Association.

Reprodução autorizada desde que o material esteja completo e a fonte mencionada.

Análise de investimentos para soluções de Qualidade de Energia

Introdução

Uma Qualidade de Energia (QE) pobre pode ter um impacto econômico significativo na operação de muitos tipos diferentes de instalações e existe um grande número de tecnologias para mitigar as conseqüências ou para resolver os problemas resultantes. O benefício financeiro destas tecnologias pode ser avaliado pela estimativa da melhoria no desempenho das linhas de produção e pela redução de custos.

Para tomar decisões de investimento, é crucial avaliar o impacto econômico da QE pobre e compara-lo aos custos das várias alternativas de melhoria. Em outras palavras, é necessário realizar uma análise de custo-benefício entre as diferentes soluções.

O processo de avaliar estes investimentos pode ser descrito em quatro etapas básicas:

- Caracterizar o desempenho da qualidade de energia (QE) do sistema existente;
- Estimar os custos associados à QE pobre;
- Caracterizar as diferentes soluções em termos de seus custos e eficácias;
- Executar uma análise econômica comparativa das diferentes soluções.

Este artigo pretende ser um guia deste processo e, em particular, no uso de ferramentas econômicas apropriadas para tomada de decisão para a comparação entre as diferentes soluções. O enfoque estará na revisão de métodos diferentes para executar a análise de investimento comparativa.

Para efeito de simplificação, nos referiremos a investimentos em tecnologias para mitigação ou solução de problemas de QE como “investimentos em QE”.

Análise de investimento

As companhias têm muitas opções sobre como gastar seu capital para produzir um retorno nos seus investimentos (sempre há pelo menos duas opções: investir em um projeto ou investir o dinheiro em uma aplicação financeira).

Quando o capital é limitado, cada opção, inclusive os investimentos em QE, tem que competir com outras oportunidades de investimento. Então, a análise econômica de investimentos em QE deveria ser realizada da mesma maneira que a análise de outros investimentos de capital, de forma que todas as opções possam ser comparadas em bases iguais.

Um problema em particular surge no caso de investimento em QE, o qual é típico para qualquer investimento em redução de custo. Alguns investimentos são definidos como “estratégicos”, ou seja, eles são necessários para a sobrevivência e crescimento do negócio, e, conseqüentemente, recebem prioridade. Outro grupo de investimentos é obrigatório por lei; eles têm um retorno pequeno ou nenhum retorno sobre o investimento, e a empresa nunca os realizaria com base em critérios econômicos. Exemplos típicos deste caso são os investimentos para reduzir os impactos ambientais das operações. Uma vez que as necessidades estratégicas e legais foram atendidas, normalmente sobra uma verba muito pequena de capital para as medidas de reduções de custos, tais como os investimentos em QE. Estes investimentos têm que ser então realizados pelas unidades de negócio, utilizando suas receitas operacionais em lugar de capital. Isto implica em perspectivas de tempo muito pequenas, de forma que são exigidos dos investimentos em QE tempos de retorno do capital de 1-2 anos, equivalentes a uma taxa de retorno de 50-100%, muito mais altas do que o retorno comum sobre os ativos. Portanto, a escassez de capital para investimentos em QE e a exigência para seu financiamento a partir da receita operacional, levam a desempenhos sub-ótimos e apresentam uma oportunidade por financiamento por terceiros.

Neste artigo serão apresentadas breves definições sobre princípios de previsão de capitais e uma pequena revisão sobre definições úteis.

Previsão de Capital

A decisão se aceitar ou não um projeto depende da análise dos fluxos de caixa que resultam do projeto. Um processo de decisão sobre previsão de capital deveria satisfazer os seguintes critérios:

- Ele tem que considerar todos os fluxos de caixa do projeto (incluindo o capital do trabalho);
- Ele tem que considerar o valor do dinheiro no tempo;
- Ele tem sempre que levar à decisão correta quando se realiza a escolha entre projetos mutuamente exclusivos considerando-se diferentes horizontes de investimentos.

O processo completo de previsão de capital está baseado em estimativas precisas de fluxo de caixa e é muito importante para o tomador de decisão obter as previsões mais precisas possíveis. Para isso, ele tem que fazer duas coisas:

- Identificar todas as variáveis que afetam os fluxos de caixa e determinar qual dessas variáveis são críticas para o sucesso do projeto;
- Definir o grau de precisão da previsão é necessário.

A seguir, as regras de decisão sobre a previsão de capital mais relevantes serão apresentadas com uma clara distinção entre métodos determinísticos e estocásticos. Um método de avaliação é considerado determinístico se cada fluxo de caixa pode ser precisamente estimado, enquanto que será definido como estocástico quando os fluxos variam numa faixa, introduzindo assim um certo grau de incerteza.

O enfoque estará em métodos determinísticos, deixando uma análise mais profunda do método estocástico para outro Fascículo desta Coleção.

Classificações de projetos

Quando se lida com previsão de capital, os projetos podem ser classificados como independentes ou mutuamente exclusivos.

Um projeto independente é aquele no qual os fluxos de caixa não são afetados pela decisão de aceitar-rejeitar quaisquer outros projetos. Assim, todos os projetos independentes que atendem ao critério de previsão de capital da companhia deveriam ser aceitos.

Projetos mutuamente exclusivos são um conjunto de projetos dos quais apenas um será aceito, por exemplo, um conjunto de projetos em que cada um atinge o mesmo objetivo. Deste modo, quando se analisam projetos mutuamente exclusivos, mais de um projeto pode satisfazer o critério de previsão de capital da companhia, porém, somente um, ou seja, o melhor projeto, pode ser aceito.

Custo do capital

Métodos de fluxo de caixa descontados, descritos nos parágrafos seguintes, medem o fluxo de caixa em termos de taxa de retorno requerida para determinar sua aceitabilidade. Esta taxa de retorno pode ser considerada como o custo de capital da companhia. Mas como o custo de capital é definido?

O custo de capital da companhia é a taxa de desconto que deveria ser usada na previsão de capital. A média ponderada do custo de capital (WACC) reflete o custo da companhia para obter capital para investir em ativos de longo prazo, e é uma média ponderada entre o custo de endividamento da companhia (a longo prazo e a curto prazo) e o custo das ações (ações preferenciais, ações ordinárias).

Em outras palavras, o custo do capital representa o custo dos fundos utilizados para a aquisição de ativos da empresa. Geralmente refere-se às taxas de retorno esperadas pelas partes que contribuem com a estrutura financeira: acionistas preferenciais e comuns e também os credores. Dessa forma, geralmente é calculado como uma média ponderada dos custos associados a cada tipo de obrigação incluída na estrutura financeira do negócio.

Em relação à previsão de capital, o conceito subentendido na definição do custo de capital é que uma companhia tem que administrar seus ativos e escolher seus projetos de capital com o objetivo de obter uma remuneração pelo menos suficiente para cobrir seu custo de capital. A administração financeira separa a decisão de investimento da decisão financeira.

Às vezes, a taxa de retorno exigida para oportunidades de investimento pode ser ajustada ao risco, ou seja, projetos de baixo risco têm uma taxa menor de retorno, enquanto que projetos de alto risco têm que produzir um retorno bem maior do que a média ponderada do custo de capital.

Outra consideração é a relação dívida-por-ação. As companhias podem desejar não possuir muita dívida em relação às ações, na medida em que esse valor elevado aumenta sua exposição ao risco. Assim, projetos podem não ser executados, mesmo se eles apresentarem um retorno atraente, porque a empresa precisa limitar ou reduzir a dívida. Novamente, tal situação apresenta uma oportunidade para o financiamento por terceiros

O valor do dinheiro no tempo

Uma determinada quantia de dinheiro disponível hoje é muito mais do que a mesma quantia a ser recebida no futuro, porque o dinheiro disponível hoje pode ser investido para ganhar juros que resultam em mais dinheiro do que a mesma quantia no futuro. A matemática do valor do dinheiro no tempo quantifica o valor de uma determinada quantia de dinheiro ao longo do tempo.

Isto, é claro, depende da taxa de retorno ou da taxa de juros que pode ser ganha no investimento.

O conceito do valor do dinheiro no tempo pode ser dividido em duas categorias:

- Valor futuro - descreve o processo de se encontrar até que ponto um investimento hoje crescerá no futuro;
- Valor presente - descreve o processo de se descobrir qual determinada quantia de dinheiro a ser recebida no futuro é a melhor em termos de dinheiro na data atual.

Valor futuro de um único fluxo de caixa

O valor futuro de um único fluxo de caixa representa a quantia, em algum momento no futuro, na qual um investimento realizado hoje crescerá se for investido a uma taxa de juros especificada. Por exemplo, se você depositar hoje a quantia de € 100 em uma conta bancária com uma taxa de juros de 10%, paga e composta anualmente, este investimento crescerá para € 110 em um ano.

Isto pode ser mostrado como segue:

€ 100 (1 + 10/100) = € 110 **Ano 1**

No segundo ano, a conta paga 10% de juros sobre o capital inicial principal de € 100 e sobre os juros de € 10 ganhos no primeiro ano, resultando então em € 121 depois de dois anos:

€ 110 (1 + 0,10) = € 121 ou

€ 100 (1 + 0,10) (1 + 0,10) = € 121 ou € 100 (1 + 0,10)2 = € 121 **Ano 2**

Note que o investimento ganhou € 11 em juros durante o segundo ano, enquanto que ganhou somente € 10 em juros durante o primeiro ano. Isto acontece porque a taxa de juros no exemplo é uma taxa de juros compostos.

Se o dinheiro permanecesse na conta por mais um ano, seriam ganhos juros sobre € 121 e o saldo na conta ao término do terceiro ano seria € 133,10:

€ 121 (1 + 0,10) = € 133,10 ou

€ 100 (1 + 0,10) (1 + 0,10) (1 + 0,10) = € 133,10 ou

€ 100 (1 + 0,10)3 = € 133,10 **Ano 3**

O valor futuro de um investimento inicial, aplicado a uma determinada taxa anual de juros compostos, pode ser determinado em qualquer ponto no futuro pela seguinte equação:

$$FVt = CF0\,(1 + r)^{t} \qquad [1]$$

Onde:

FV_t = valor futuro ao término do ano t;

CF_0 = investimento inicial;

r = taxa anual de juros compostos;

t = número de anos.

Valor presente de um único fluxo de caixa e de uma série de fluxos de caixa

O valor presente descreve o cálculo relativo a qual fluxo de caixa a ser recebido no futuro é equivalente ao dinheiro de hoje. Então, o valor presente de um fluxo de caixa futuro representa a quantia de dinheiro que, se investida hoje a uma determinada taxa de juros, crescerá para ser o mesmo valor como o fluxo de caixa futuro naquele momento no futuro. O processo para se determinar os valores presentes é chamado de taxa de desconto. Por exemplo, o valor presente de € 100 a ser recebido em um ano a partir de agora é € 90,91, se a taxa de desconto for 10% composta anualmente.

Isto pode ser demonstrado a seguir:

€ 90,91 (1 + 10/100) = € 100 ou € 90,91 = € 100/(1 + 0,10)

Note que a equação de valor futuro foi usada para descrever a relação entre o valor presente e o valor futuro. Assim, pode ser demonstrado que o valor presente de € 100 a ser recebido em dois anos será € 82.64, se a taxa de desconto for 10%:

€ 82,64 $(1 + 0{,}10)^2$ = € 100 ou

€ 82,64 = € 100/$(1 + 0{,}10)^2$

A equação seguinte pode ser usada para calcular o valor presente de um fluxo de caixa futuro uma vez que conhecidos a taxa de desconto e o número de anos no futuro em que o fluxo de caixa acontece:

$$PV = \frac{CF_t}{(1 + r)^t} \qquad (2)$$

Onde:

PV = valor presente;

CF_t = fluxo de caixa futuro que acontece t anos a partir de hoje;

r = taxa anual de juros compostos;

t = número de anos.

O valor presente de uma série de fluxos de caixa é igual à soma dos valores presentes dos fluxos de caixa individuais:

$$PV = \sum_{t=0}^{T} \frac{CF_t}{(1 + r)^t} \qquad (3)$$

Onde:

PV = valor presente da série de fluxos de caixa;

CF_t = fluxo de caixa que acontece ao final do ano t;

r = taxa de desconto;

t = o ano específico, que varia de 0 a T;

T = o último ano no qual acontece o fluxo de caixa.

Esta equação pode ser obtida algebricamente a partir da equação de valor futuro.

Abordagem determinística para análise de investimento em QE

A análise econômica de investimentos é um dos passos fundamentais em qualquer processo de decisão porque a redução de custos é o objetivo principal para investimentos em QE.
Os elementos principais de um investimento a serem investigados são:

- O custo do capital ou investimento inicial;
- O custo do capital;
- Redução de custos;
- Despesas operacionais e de manutenção para o investimento;
- A vida econômica do investimento.

Podem ser usados vários métodos de avaliação, de acordo com os critérios internos de avaliação de investimentos da companhia. Podem ser usados métodos mais ou menos sofisticados dependendo da importância do investimento.

Uma distinção pode ser feita entre os métodos de avaliação que usam os custos do ciclo de vida e os que não usam. Os métodos de avaliação que usam os custos do ciclo de vida baseiam-se na conversão do investimento e nos fluxos de caixa anuais em vários momentos em relação aos seus valores presentes equivalentes. Em outras palavras, a duração total do investimento é levada em conta. Exemplos típicos de métodos que usam os custos do ciclo de vida são, por exemplo, *valor presente líquido* (NPV) e *taxa interna de retorno* (IIR).

Métodos de avaliação que não usam os custos do ciclo de vida são, por exemplo, *tempo de retorno* (PBT) e *análise de ponto de equilíbrio*. Eles não levam em conta a vida do investimento, e somente indicam quanto tempo levará para se recuperar o dinheiro gasto no projeto.

Métodos de fluxo de caixa descontados

Valor presente líquido (NPV)

O valor presente líquido (NPV) de um projeto indica o impacto esperado do projeto sobre o valor da companhia.

Espera-se que os projetos com um NPV positivo aumentem o valor da companhia. Assim, a regra de decisão do NPV especifica que todos os projetos independentes com um NPV positivo deveriam ser aceitos. Se o NPV é maior do que zero, o projeto é válido, uma vez que as receitas são suficientes para pagar os juros e recuperar o custo inicial do capital antes do fim da vida do investimento. Quando NPV é igual a zero, o equilíbrio acontece ao término da vida, e o investimento raramente é atraente. Quando são selecionados projetos mutuamente exclusivos, o projeto com o maior (positivo) NPV deveria ser o escolhido.

O NPV é calculado como o valor presente das injeções de dinheiro no projeto menos o valor presente das saídas de dinheiro do projeto. Esta relação é expressa pela seguinte fórmula:

$$NPV = \sum_{t=0}^{T} \frac{CF_t}{(1+r)^t} = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \ldots + \frac{CF_T}{(1+r)^T} \qquad (4)$$

Onde:

CF_t = fluxo de caixa líquido no momento t;
CF_0 = investimento inicial;
r = custo do capital;
t = número de anos;
T = tempo de vida do projeto.

O exemplo da Tabela 1 ilustra o cálculo do valor presente líquido e mostra os fluxos de caixa resultantes dos projetos A e B nos seus cinco anos de vida. O custo do capital para o projeto é 10%.

Deste modo, se os projetos A e B são independentes, então ambos deveriam ser aceitos. Por outro lado, se eles são projetos mutuamente exclusivos, então o projeto A deveria ser escolhido, uma vez que tem o maior NPV.

O NPV considera todos os fluxos de caixa do projeto e o valor do dinheiro no tempo.

Projetos também podem ser comparados tomando-se como um parâmetro a relação entre o valor presente do projeto e o investimento relativo (NPV/I).

	Projeto A	Projeto B
Ano	Fluxo de caixa (€)	Fluxo de caixa (€)
0	-1.000	-1.000
1	500	100
2	400	200
3	200	200
4	200	400
5	100	700
NPV	121,89	103,92

Tabela 1 - Exemplo que ilustra o cálculo do NPV (referência: arquivo Excel [6]).

Valor Presente Líquido (NPV) em resumo

O que é?

NPV é uma medida de quanto valor é criado ou somado hoje ao se realizar um investimento, ou seja, é a diferença entre o valor de mercado do investimento e seu custo.

Como se calcula o NPV?

Estime os fluxos de caixa futuros. Calcule o valor presente desses fluxos de caixa menos o custo inicial.

A Regra do NPV

Para projetos independentes: um investimento deveria ser aceito se o valor presente líquido é positivo e rejeitado se é negativo.

Para projetos mutuamente exclusivos: o projeto com o maior NPV positivo deveria ser selecionado.

Resolva isto você mesmo (e se precisar de ajuda, recorra ao arquivo em Excel [6])

Você planeja comprar um UPS que custará € 20.000 hoje e produzirá fluxos de caixa de € 3.000 por ano nos próximos 10 anos. O custo de capital é 5%. Você deveria comprar o UPS?

Taxa Interna de Retorno (IIR)

A taxa interna de retorno (IIR) de um projeto é a taxa de desconto na qual o NPV de um projeto é igual a zero. A regra de decisão da IIR especifica que todos os projetos independentes com uma IIR maior do que o custo de capital deveriam ser aceitos. Quando estão sendo selecionados projetos mutuamente exclusivos, o projeto com a IIR mais elevada deveria ser escolhido desde que a IIR seja maior do que o custo do capital.

$$NPV = 0 = \sum_{t=0}^{T} \frac{CF_t}{(1 + IRR)^t} = CF_0 + \frac{CF_1}{(1 + IRR)^1} + \frac{CF_2}{(1 + IRR)^2} + \ldots + \frac{CF_T}{(1 + IRR)^T}$$

Onde:

CF_t = fluxo de caixa líquido no momento t;

T = tempo de vida do projeto.

O exemplo na Tabela 2 ilustra a determinação da IIR e mostra os fluxos de caixa resultantes para projetos A e B nos cinco anos de vida dos projetos. O custo de capital para ambos os projetos é 10%.

Assim, se projetos A e B são independentes, então ambos deveriam ser aceitos, uma vez que suas IIR são maiores do que o custo do capital. Por outro lado, se são projetos mutuamente exclusivos, então o projeto A deveria ser escolhido, uma vez que tem a IIR mais elevada.

	Projeto A	Projeto B
Ano	Fluxo de caixa (€)	Fluxo de caixa (€)
0	-1.000	-1.000
1	500	100
2	400	200
3	200	200
4	200	400
5	100	700
IIR	17%	13%

Tabela 2 - Exemplo que ilustra o cálculo da IIR (referência: arquivo Excel [6]).

Taxa Interna de Retorno (IIR) em resumo

O que é?

A taxa interna de retorno é a taxa de desconto que faz o NPV de um projeto igual a zero

Como calcular IIR?

Estime os fluxos de caixa futuros. Calcule o valor presente desses fluxos de caixa menos o custo inicial.

A Regra da IIR

Um investimento é aceitável se a IIR exceder a taxa de retorno exigida. E deveria ser rejeitado no caso contrário.

Resolva isto você mesmo (e se precisar de ajuda, recorra ao arquivo em Excel [6])

Você planeja instalar um filtro ativo que custará € 5.000 hoje e produzirá fluxos de caixa de € 1.000 por ano nos próximos 10 anos. O custo de capital é 5%. Você deveria instalar o filtro ativo?

Equivalente anual

Se assumirmos o mesmo fluxo de caixa em cada ano, ou seja, $CF_0 = CF_1 = \ldots = CF_t$, podemos simplificar equação (3) para:

$$PV = \frac{CF * ((1+r)^T - 1)}{r\,(1+r)^T} \qquad (6)$$

A equação acima pode ser usada para calcular *fluxos de caixa anualizados* (ACF) resultantes de um investimento realizado. Por exemplo, se fizermos um investimento, I, em mitigação de QE, este investimento será efetivo se as *economias anuais de custo* (ACS) forem maiores do que os ACF somados com as *despesas de operação & manutenção* (DOM).

$$ACF = \frac{I * r * (1+r)^T}{(1+r)^T - 1} \qquad (7)$$

O *custo anual de propriedade* (ACO) para este investimento é ACS – OME– ACF e a decisão de investimento deveria ser positiva se ACO > 0. Uma variante deste método é usada no Fascículo 5.5.1 desta coleção, onde o custo anual de qualidade de energia pobre é somado ao investimento anual e aos custos de operação e manutenção para várias abordagens de mitigação e a solução de custo mínimo é proposta.

O ACO pode ser convertido para custo total de propriedade (TCO) pela reutilização da equação (3):

$$TCO = \frac{ACO * ((1+r)^T - 1)}{r * (1+r)^T} \qquad (8)$$

O exemplo na Tabela 2 ilustra a determinação da IIR e mostra os fluxos de caixa resultantes para projetos A e B nos cinco anos de vida dos projetos. O custo de capital para ambos os projetos é 10%.
Assim, se projetos A e B são independentes, então ambos deveriam ser aceitos, uma vez que suas IIR são maiores do que o custo do capital. Por outro lado, se são projetos mutuamente exclusivos, então o projeto A deveria ser escolhido, uma vez que tem a IIR mais elevada.

Comparação de métodos de análise com desconto

Tanto as regras de decisão de NPV e IIR consideram todos os fluxos de caixa do projeto e o valor do dinheiro no tempo.
As regras de decisão de NPV e IIR diferem com respeito às suas taxas de reinvestimento assumidas. A regra de decisão de NPV implicitamente assume que os fluxos de caixa do projeto podem ser reinvestidos ao custo do capital da companhia, enquanto que a regra de decisão da IIR implicitamente assume que os fluxos de caixa podem ser reinvestidos na IIR dos projetos. Uma vez que é provável que cada projeto tenha um IIR diferente, a suposição que é feita na regra de decisão do NPV é mais razoável.
Em geral, as análises econômicas de engenharia apresentam o NPV como o método mais correto para se realizar decisões de investimento. A IIR tem problemas particulares – por exemplo, a equação (5) nem sempre dá uma solução única para a IIR. Além disso, para um projeto com uma IIR mais elevada, por exemplo, 40%, a suposição de que a companhia vai ser capaz de obter um retorno de 40% como resultado do projeto não é razoável. Na atual era da informação, com o poder dos computadores de mesa disponível, não há nenhuma razão para não usar o NPV sistematicamente para tomar decisões de investimento.

Métodos de fluxo de caixa sem desconto

Tempo de retorno (PBT)

O tempo de retorno representa a quantidade de tempo que leva para um projeto recuperar seu custo inicial.
O uso do PBT como uma regra de decisão de previsão de capital especifica que todos os projetos independentes com um PBT menor do que um número especificado de anos deveria ser aceito. Quando se escolhem projetos mutuamente exclusivos, o projeto com o menor tempo de retorno é o preferido.
O cálculo do PBT é ilustrado melhor com um exemplo. Considere o Projeto A, que apresenta os fluxos de caixa mostrados na Tabela 3 nos cinco anos de vida do projeto.
Para começar o cálculo do PBT para o Projeto A, vamos adicionar uma coluna na Tabela 3 que representa o *fluxo de caixa líquido* (NCF) para o projeto em cada ano (Tab.4). Note que, após dois anos, o NCF é negativo (-1000 + 500 + 400 = -100) enquanto que, após três anos, o NCF é positivo (-1000 + 500 + 400 + 200 = 100). Assim o PBT, ou o ponto de equilíbrio, acontece algumas vezes durante o terceiro ano. Se assumirmos que os fluxos de caixa acontecem regularmente ao longo do ano, o PBT pode ser computado usando-se a seguinte equação:

$$PBT = Y_{LN} - \frac{NCF(Y_{LN})}{CF(Y_{LN+1})} \qquad (9)$$

Ano	Fluxo de caixa (€)
0	-1.000
1	500
2	400
3	200
4	200
5	100

Tabela 3 - Projeto A de PBT.

	Projeto A	Projeto B
Ano	Fluxo de caixa (€)	Fluxo de caixa (€)
0	-1.000	-1.000
1	500	500
2	400	-100
3	200	100
4	200	300
5	100	400

Tabela 4 - Projeto A de PBT (NCF).

Onde:

YLN = ano passado com um fluxo de caixa líquido negativo (NCF);
NCF(YLN) = fluxo de caixa líquido naquele ano;
CF(YLN+1) = fluxo de caixa total no ano seguinte.

Assim, no exemplo anterior, o último ano com um fluxo de caixa líquido negativo é o ano 2; o valor do fluxo de caixa líquido naquele ano é igual a - € 100; o fluxo de caixa total no ano seguinte (ano 3) é igual a € 200; então, o projeto recuperará seu investimento inicial em 2 - (- 100/200) = 2,5 anos.

Embora bastante utilizado, o tempo de retorno apresenta várias desvantagens. Primeiro, o PBT assume que € 200 recebidos um ano a partir de hoje é equivalente a € 200 recebidos 5 anos a partir de hoje; em outras palavras, não considera o valor do dinheiro no tempo. Este assunto pode ser solucionado calculando-se o retorno com desconto (DPBT), onde fluxos de caixa são descontados aos seus valores presentes com base na taxa de desconto, fazendo o DPBT consistente com métodos de custo de ciclo de vida tais como NPV e IIR. A segunda falha é que o retorno não considera os efeitos de diferentes durações das alternativas, penalizando assim os projetos que têm longos potenciais de duração. Por exemplo, se as alternativas de investimentos A e B custam € 1.000 cada uma e economizam € 200 por ano, ambas teriam um PBT de 5 anos, tornando-as igualmente aceitáveis. Porém, se o investimento A tem uma vida útil estimada de 5 anos e investimento B tem uma vida útil estimada de 10 anos, o investimento B seria, obviamente, a melhor escolha. A terceira desvantagem é que o critério de aceitar-rejeitar é freqüentemente arbitrariamente curto. Por exemplo, muitas organizações exigem um período de retorno de 1 a 3 anos para considerar um projeto de redução de custos e colocam uma prioridade mais alta em projetos com um tempo de retorno menor.

Então, o método de retorno rejeitará muitas oportunidades de investimento interessantes, enquanto poderá aceitar projetos que reduzem o valor da companhia. Era muito usado nos anos sessenta e setenta, antes da era do computador, porque é simples de calcular. Hoje em dia, deveria ser evitado o mais possível. Uma recente pesquisa [7] mostra que NPV é de longe a ferramenta preferida entre as companhias da Fortune 1000, com 85% dos pesquisados usando-o sempre ou freqüentemente.

Tempo de Retorno (PBT) em resumo

O que é?

O tempo de retorno é a duração de tempo que se leva para recuperar o investimento inicial.

Como calcular o PBT?

Assuma que os fluxos de caixa são recebidos uniformemente ao longo do ano. Calcule o número de anos que vai levar para que os fluxos de caixa futuros se igualem à saída do fluxo de caixa inicial.

A Regra de Tempo de Retorno Simples

Um investimento é aceitável se o seu período de retorno calculado é menor do que algum número de anos pré-especificado.

Resolva isto você mesmo (e se precisar de ajuda, recorra ao arquivo em Excel [6])

Você planeja comprar um volante que custará € 200.000 hoje e produzirá um fluxo de caixa anual de € 3.000. A companhia só aceita projetos com um retorno de 4 anos ou menos. Você deveria comprar a máquina?

Análise do ponto de equilíbrio

A análise do ponto de equilíbrio pode ser usada para projetos onde há um aumento gradual dos custos e benefícios ao longo do tempo. Por exemplo, uma planta de produção precisará de vários anos de investimento em instalações, mão de obra, treinamento e serviços. Depois de um certo tempo, a produção da planta terá início e crescerá gradualmente na medida em que a experiência cresce e o produto é vendido no mercado. O ponto onde os custos acumulados se igualam aos benefícios acumulados é chamado de ponto de equilíbrio. Isto se aplica tipicamente aos projetos complexos, e raramente se aplica aos investimentos em QE.

A maioria dos pacotes de software de planilhas eletrônicas, como aqueles incluídos no OpenOffice, StarOffice e Microsoft Office, disponibiliza funções e ajuda a fazer estes cálculos de forma simples.

Abordagem estocástica para análise de investimentos em QE

Problemas de QE causam um fluxo de caixa negativo - ou seja, resultam em um custo - tanto continuamente (como, por exemplo, perda de energia em um transformador devido às harmônicas) ou em eventos discretos (como um afundamento de tensão não mitigado ou a falha de um transformador devido a uma longa sobrecarga causada por harmônicas).

Um tomador de decisão pode ser colocado diante de condições de certeza, risco ou incerteza, que são diferenciadas como segue:

- Certeza indica que o tomador de decisão conhece com antecedência os valores precisos de todos os parâmetros que podem afetar a decisão;
- Risco indica que o tomador de decisão está ciente de todas as possíveis situações que podem acontecer, e assim afetar os parâmetros de decisão relevantes, e ele é capaz de identificar uma probabilidade de ocorrência em cada uma das situações;
- Incerteza indica que o tomador de decisão pode não estar ciente de todas as possíveis situações que afetam a tomada de decisão e/ou não é capaz de identificar uma probabilidade de ocorrência em cada uma das situações.

Quando há certeza sobre a natureza e tamanho do risco, métodos determinísticos são aplicáveis. Quando colocado diante de incerteza, o primeiro passo deveria ser tentar coletar os dados adicionais necessários para entender o leque de possibilidades e suas probabilidades. Isto normalmente envolve a coleta de dados adicionais, com algum custo.

Para lidar com risco, é necessário adaptar os métodos de avaliação determinísticos mais cedo. Por exemplo, se NPV e PBT fossem usados quando os fluxos de caixa são determinísticos, NPV^ e PBT^ seriam usados em análises estocásticas onde fluxos de caixa são expressos em termos de seus valores esperados.

Figura 1- Exemplo do uso de critérios determinísticos e não determinísticos de avaliação de projetos.

	período curto	período longo
determinístico	PBT	NPV
estocástico	PBT^	NPV^

Por exemplo, em condições de risco, o NPV pode ser reformulado como segue:

$$NPV\,\hat{} = \sum_{t=1}^{T} \frac{CF\,(t)\,\hat{}}{(1+t)^{t}} - I \qquad (10)$$

Onde os símbolos indicam as mesmas quantidades descritas anteriormente.

Para avaliar cada fluxo de caixa único, pode ser usada a seguinte expressão:

$$CF\,\hat{} = n\,p\,\delta$$

Onde:

n = freqüência do evento de QE (causa de dano);
p = probabilidade de dano;
d = quantidade de dano.

A freqüência do evento pode ser avaliada com base em normas (por exemplo, a norma EN 50160), pelos resultados de campanhas de medição ou por dados históricos.

A probabilidade de dano pode ser avaliada com base na literatura e na experiência; um exemplo é a curva da Computer and Business Equipment Manufacturers' Association (CBEMA) para equipamentos de tecnologia da informação (TI).

A quantidade de dano é o valor de perdas que surgem do evento de QE sob consideração. Suas conseqüências variam com tipo de indústria, local, tipo de produção, condições de mercado, etc.; valores médios podem ser encontrados na literatura ou nos relatórios de pesquisa, tais como a referência [8]. Por exemplo, perdas típicas relacionadas a eventos de QE são:

- Perdas devidas à redução de vida do equipamento;
- Perdas de energia;
- Interrupção da produção ou redução dos processos;
- Perdas de dados.

Com esta abordagem:

- Os fluxos de caixa são determinados com um procedimento de avaliação da taxa de risco;
- O fluxo de caixa não é mais uma variável determinística, mas uma variável estocástica e é expressa em termos de valor esperado.

O elemento de risco em investimentos em QE pode ser acomodado de dois modos:

- Fixando-se uma taxa de retorno elevada: por exemplo, se o WACC de uma companhia é 15%, pode-se exigir que os investimentos de risco tenham um retorno de 20%;
- Requerendo-se um tempo de retorno rápido: uma exigência de retorno de dois anos implica um retorno de quase 50% por ano.

  O curto período de tempo permite a companhia ter seu dinheiro de volta "antes que algo possa dar errado". Porém, estas técnicas para acomodar o risco são bastante simplórias. Elas não consideram que os ativos operacionais são de fato administrados ao longo de suas vidas, e que os gerentes podem tomar ações corretivas.

Referências & Membros Fundadores

European Copper Institute* (ECI) *www.eurocopper.org*	ETSII - Universidad Politécnica de Madrid *www.etsii.upm.es*	LEM Instruments *www.lem.com*
Akademia Gorniczo-Hutnicza (AGH) *www.agh.edu.pl*	Fluke Europe *www.fluke.com*	MGE UPS Systems *www.mgeups.com*
Centre d'Innovació Tecnològica en Convertidors Estàtics i Accionaments (CITCEA) *www-citcea.upc.es*	Hochschule für Technik und Wirtschaft* (HTW) *www.htw-saarland.de*	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg *www.uni-magdeburg.de*
Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) *www.ceiuni.it*	Hogeschool West-Vlaanderen Departement PIH *www.pih.be*	Polish Copper Promotion Centre* (PCPC) *www.miedz.org.pl*
Copper Benelux* *www.copperbenelux.org*	International Union for Electricity Applications (UIE) *www.uie.org*	Università di Bergamo* *www.unibg.it*
Copper Development Association* (CDA UK) *www.cda.org.uk*	ISR - Universidade de Coimbra *www.isr.uc.pt*	University of Bath *www.bath.ac.uk*
Deutsches Kupferinstitut* (DKI) *www.kupferinstitut.de*	Istituto Italiano del Rame* (IIR) *www.iir.it*	University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST) *www.umist.ac.uk*
Engineering Consulting & Design* (ECD) *www.ecd.it*	Katholieke Universiteit Leuven* (KU Leuven) *www.kuleuven.ac.be*	Wroclaw University of Technology* *www.pwr.wroc.pl*
EPRI Solutions Inc *www.epri.com/eprisolutions*	Laborelec *www.laborelec.com*	

Conselho Editorial

David Chapman (Chief Editor)	CDA UK	david.chapman@copperdev.co.uk
Prof. Angelo Baggini	Università di Bergamo	angelo.baggini@unibg.it
Dr. Araceli Hernández Bayo	ETSII - Universidad Politécnica de Madrid	ahernandez@etsii.upm.es
Prof. Ronnie Belmans	UIE	ronnie.belmans@esat.kuleuven.ac.be
Dr. Franco Bua	ECD	franco.bua@ecd.it
Jean-Francois Christin	MGE UPS Systems	jean-francois.christin@mgeups.com
Prof. Anibal de Almeida	ISR - Universidade de Coimbra	adealmeida@isr.uc.pt
Hans De Keulenaer	ECI	hdk@eurocopper.org
Prof. Jan Desmet	Hogeschool West-Vlaanderen	jan.desmet@howest.be
Dr. ir Marcel Didden	Laborelec	marcel.didden@laborelec.com
Dr. Johan Driesen	KU Leuven	johan.driesen@esat.kuleuven.ac.be
Stefan Fassbinder	DKI	sfassbinder@kupferinstitut.de
Prof. Zbigniew Hanzelka	Akademia Gorniczo-Hutnicza	hanzel@uci.agh.edu.pl
Stephanie Horton	LEM Instruments	sho@lem.com
Dr. Antoni Klajn	Wroclaw University of Technology	antoni.klajn@pwr.wroc.pl
Kees Kokee	Fluke Europe BV	kees.kokee@fluke.nl
Prof. Wolfgang Langguth	HTW	wlang@htw-saarland.de
Jonathan Manson	Gorham & Partners Ltd	jonathanm@gorham.org
Prof. Henryk Markiewicz	Wroclaw University of Technology	henryk.markiewicz@pwr.wroc.pl
Carlo Masetti	CEI	masetti@ceiuni.it
Mark McGranaghan	EPRI Solutions	mmcgranaghan@eprisolutions.com
Dr. Jovica Milanovic	The University of Manchester	jovica.milanovic@manchester.ac.uk
Dr. Miles Redfern	University of Bath	eesmar@bath.ac.uk
Dr. ir Tom Sels	KU Leuven	tom.sels@esat.kuleuven.ac.be
Prof. Dr-Ing Zbigniew Styczynski	Universität Magdeburg	Sty@E-Technik.Uni-Magdeburg.de
Andreas Sumper	CITCEA-UPC	sumper@citcea.upc.edu
Roman Targosz	PCPC	cem@miedz.org.pl

Prof. Angelo Baggini

Università di Bergamo
Via Marconi 5
I-24044 Dalmine
Italy

Tel: 00 39 035 2052353
Fax: 00 39 027 00508311
Email: angelo.baggini@unibg.it
Web: www.unibg.it

Dr. Franco Bua

Engineering Consulting and Design

Engineering Consulting and Design
Via Cardinal Maffi 21
I-27100 PAVIA
Italy

Tel: 00 39 03 82 538934
Fax: 00 39 027 00508307
Email: franco@ecd.it
Web: www.ecd.it

PRO COBRE Connects Life.™

Av. Brigadeiro Faria Lima, 2128-cj.203
Cep 01451-903
São Paulo - SP
Brasil

Tel./Fax: 55 11 3816-6383
e-mail: procobrebrasil@copper.org
Internet: www.procobre.org

european COPPER institute

European Copper Institute
168 Avenue de Tervueren
B-1150 Brussels
Belgium

Tel: 00 32 2 777 70 70
Fax: 00 32 2 777 70 79
e-mail: eci@eurocopper.org
Website: www.eurocopper.org