

INATEL - INSTITUTO NACIONAL DE  
TELECOMUNICAÇÕES

CURSO DE MESTRADO

DISCIPLINA TP-525 – REDES CONVERGENTES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE DISCIPLINA

PROJETO DE INTERNET DO FUTURO

PROFESSOR : ANTONIO MARCOS ALBERTI

ALUNOS:           CLAUDIO FONTENELE CAVALCANTE  
                          DOUGLAS RAZABONI



Plataforma Nacional para Estudos para a Internet do Futuro

# 1. Introdução

Este trabalho destina-se a cumprir os requisitos necessários para conclusão da disciplina TP-525 – Redes Convergentes – do Curso de Mestrado do Inatel – Instituto Nacional de Telecomunicações.

O mesmo consiste no estudo do projeto GLAB- Plataforma Nacional para Estudos para a Internet do Futuro, implementado na Alemanha. Serão apresentados os principais entregáveis para o projeto, bem como sua concepção e divisão dos variados grupos de trabalho que o compõe.

## 2. O Projeto GLAB

Iniciado na Alemanha, em Outubro de 2008, o Projeto GLAB consiste em um esforço conjunto do Governo da Alemanha, através de Órgãos Educacionais e Instituições de Pesquisa, tem como objetivo o estudo de tecnologias e sua implementação em uma plataforma de testes, visando determinar soluções e novos paradigmas para os problemas atuais da Internet. Destes estudos e experimentações sairão recomendações e melhores opções para implementação das novas tecnologias que comporão a Internet do futuro.

### 2.1 Dados do Projeto:

Nome: German Lab (GLAB)

Data de Início: 01/Outubro/2008

Recursos totais: EU\$12 Milhões

Webpage: <http://www.german-lab.de>

## **2.2 Objetivos da Fase 1:**

- . estabelecer a instalação experimental com aprox. 170 nós
- . estudar mecanismos e algoritmos NGN e explorar sua testabilidade na instalação experimental
- . período de duração : 3 anos

## **2.3 Objetivos da Fase 2:**

- . início em Setembro /2009
- . expandir os planos de trabalho
- . expandir a instalação experimental
- . incluir outros parceiros (Indústria, Centros de Pesquisa, outras Universidades, SMEs).
- . período de duração : 3 anos

## **2.4 Participantes da Fase 1:**



**University of Würzburg  
(Coordinator)**  
Prof. Dr. Phuoc Tran-Gia



**TU Berlin**  
Prof. Dr. Anja Feldmann



**TU Darmstadt**  
Prof. Dr. Ralf Steinmetz



**Karlsruhe Institute of  
Technology (KIT)**  
Prof. Dr. Martina Zitterbart



**TU Kaiserslautern**  
Prof. Dr. Paul Müller  
Prof. Dr. Hans Schotten

### **3. Motivadores para o Projeto**

A Internet, como conhecida e em uso nos dias de hoje, remonta de aplicações pioneiras levadas à termo nos Estados Unidos da América, através da rede de pesquisas ARPANET, estabelecida no final dos anos 1960 / início dos anos 1970. Sua aplicação original era a conexão entre centros de pesquisas de universidades, e praticamente nenhum dos serviços hoje em dia existentes foram previstos naqueles primórdios.

Hoje em dia o uso da Internet está de tal forma arraigado na sociedade como um todo, que praticamente torna-se impossível realizar uma série de atividades cotidianas e rotineiras sem seu uso. Podemos citar algumas, como acesso bancário, pagamento de contas e tributos, comunicação eletrônica através de correio de texto, mensagens instantâneas, consultas e compras eletrônicas,

pesquisas escolares e profissionais, entre tantas outras já existentes ou ainda em pesquisa / desenvolvimento.

Novamente, toda esta dependência baseia-se em tecnologias e padrões criadas há décadas atrás, sem o devido planejamento, de modo que há várias questões atuais quanto à segurança, confiabilidade e flexibilidade que não mais podem ser respondidas ou continuar a serem suportadas indefinidamente, visto que o crescimento da internet é exponencial. Se partimos de algumas poucas conexões na década de 1970, hoje temos bilhões e, em mais alguns poucos anos, estima-se que atingiremos trilhões de dispositivos conectados, com o advento das novas redes de sensores (Internet de Coisas).

No caso específico do projeto GLAB, foram elencados os seguintes motivadores:

- Importância econômica atual da Internet, mesmo tendo sido baseada em mecanismos e algoritmos desenvolvidos nos anos 70 e 80
- Novas aplicações de negócio e privadas possuem requisitos para os quais a Internet atual não está preparada, como requisitos de segurança que podem causar falhas na arquitetura atual.
- Particular interesse entre a inter-operação das possibilidades tecnológicas e os requisitos das novas aplicações
- Modelos computacionais e análises matemáticas isoladas na exploração e desenvolvimento de novas arquiteturas não serão suficientes, demandando também um ambiente real onde estas aplicações possam ser testadas, como nos projetos GENI e FIND.
- Necessidade da Economia Alemã estar inserida no esforço global para o futuro da Internet, através de estudos apropriados e aplicação na plataforma de teste, como uma líder tecnológica.

## 4. Como Implementar um Projeto para Estudos da Internet do Futuro?

Tendo em vista o atual estado da tecnologia, ficou claro para os organizadores do projeto que apenas estudos teóricos e exercícios em simuladores não seriam suficientes para se determinar uma correta análise dos problemas atuais e apontar as possíveis soluções para os mesmos. Assim, optou-se por realizar também a implantação de uma plataforma real onde os conceitos poderão ser instalados, testados e verificados quanto à sua aplicabilidade no mundo real, com a seguinte sequência:

. Inicialmente, identificar quais as demandas por novos serviços e aplicações a serem inseridas na rede.

. Próximo passo é desenvolver os mecanismos e investigações iniciais para:

- Possibilidade de execução (feasability)
- Escalabilidade
- Desempenho

As provas (*trials*) serão executadas em ambientes realísticos e modificáveis, na plataforma experimental que está sendo implementada.

Os resultados experimentais serão usados para uma visualização de como o design de novas arquiteturas em desenvolvimento e já existentes melhor suportarão os serviços.

A Internet atual, ou mesmo redes experimentais já existentes (ex. Planet Lab) não oferecem um controle completo para todos os protocolos de comunicação e arquiteturas, não permitindo as mudanças necessárias em hardware e sistemas de comunicação para os objetivos do projeto.

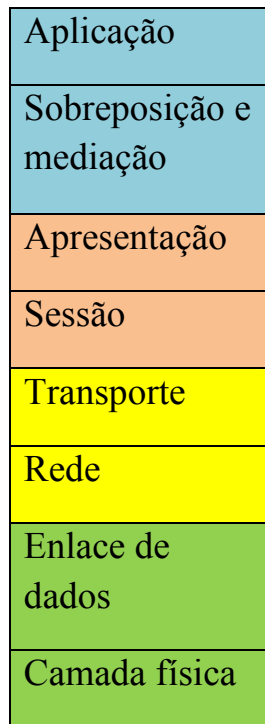
## 5. O que é o GLAB

Em termos funcionais, o GLAB é constituído de um conjunto de computadores, interligados em rede. Foi determinado que os sistemas seriam compostos de computadores e elementos de rede amplamente disponíveis no mercado global (SUN Microsystems e CISCO), de reconhecida aplicação e domínio do mercado e instituições.

No âmbito funcional, as pesquisas e experimentos que serão executados terão, em cada grupo de trabalho, ênfase especial no inter-relacionamento entre as arquiteturas de redes futuras e a camada de aplicação.

Ao longo dos estudos individuais, ou mesmo como objetivo do projeto como um todo, será determinado quais componentes de serviço e funções de rede que serão disponibilizados em cada camada da rede, visto que uma das propostas pode incluir a revisão dos modelos de camada OSI atualmente empregados. De um modo geral:

Como é:



Como ficaria:



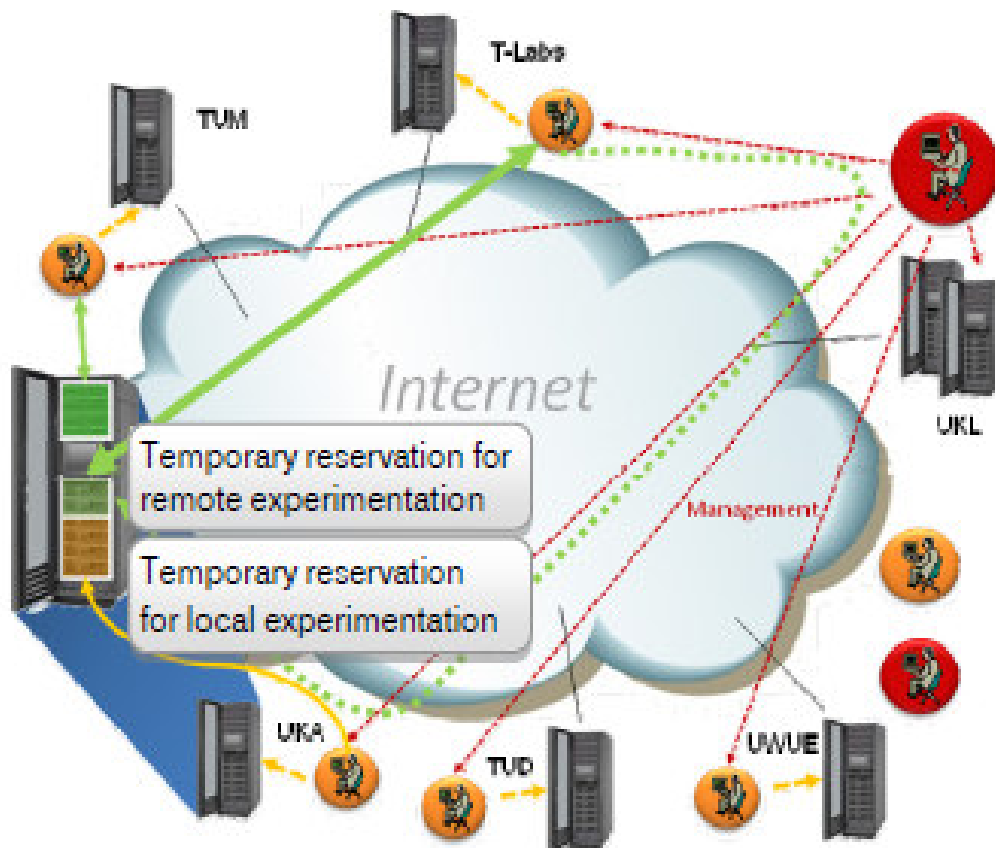


As questões de estabelecimento das camadas e redes são consideradas importantes, mas também serão levados em conta outros aspectos, como graus variados de mecanismos de segurança (partindo do pressuposto que aplicações variadas possuem requisitos variados de segurança – vide uma aplicação bancária versus uma aplicação de jogos, por exemplo) e políticas de estabelecimento de confiança pelo usuário final.

Outras questões chaves são se a robustez, a disponibilidade e qualidade de serviço devem ser implementadas de forma centralizada ou podem ser distribuídas.

O suporte escalável às comunicações fixas e móveis em uma mesma infraestrutura também é um importante ponto de pesquisa no projeto.

A plataforma experimental tem o seguinte diagrama básico:



## 6. Conteúdo do Projeto

### 6.1 Metas e Referências

#### 6.1.1 Objetivos Gerais do Projeto

O objetivo geral do Projeto GLAB é desenvolver e testar paradigmas inovadores de inter-networking.

Situação inicial : os desafios da Internet atual;

O objetivo geral do Projeto GLAB é desenvolver e testar paradigmas inovativos de inter-networking.

#### **Situação inicial : os pontos fracos da Internet atual**

Mesmo tendo sido implementada nos últimos anos a partir de conceitos,, protocolos e tecnologias iniciadas na década de 1960 e 1970, a Internet se tornou “espinha dorsal” da economia moderna, possuindo vital importância para funcionamento dos mercados, desde o nível pessoal até aos conceitos de macro-economia e inter-conexão dos mercados globais.

Esta importância tem crescido continuamente, e passará da Internet tradicional hoje em dia conhecida, com conexão apenas entre computadores, para um horizonte muito mais amplo, com o advento da “Internet de Coisas”, onde bilhões (ou mesmo trilhões) de entidades, na forma de sensores e demais dispositivos, estarão conectados entre si.

Assim, uma ampla diversidade de necessidades deverá ser suportada, e não está claro se novos conceitos arquiteturais serão necessários para isso.

O GLAB se propõe a investigar políticas e arquiteturas apropriadas para estas novas necessidades, em uma plataforma experimental realística.

Além das aplicações tradicionais, novas frentes tecnológicas estão se fazendo presentes, como aplicações sociais (Skype, Youtube, Facebook, Flickr etc), e outras aplicações interativas e não-lineares, como serviços de IPTV, que em conjunto representam um novo paradigma de interatividade.

No campo commercial, aplicações como VPN (*virtual private networks*) e *e-commerce*, caracterizadas principalmente por elevada demanda de confiabilidade e segurança, contribuem por aumentar sobremaneira os requisitos exigidos das redes de transporte em termos de largura de banda, suporte à mobilidade e à uma ampla variedade de novos requisitos de serviço.

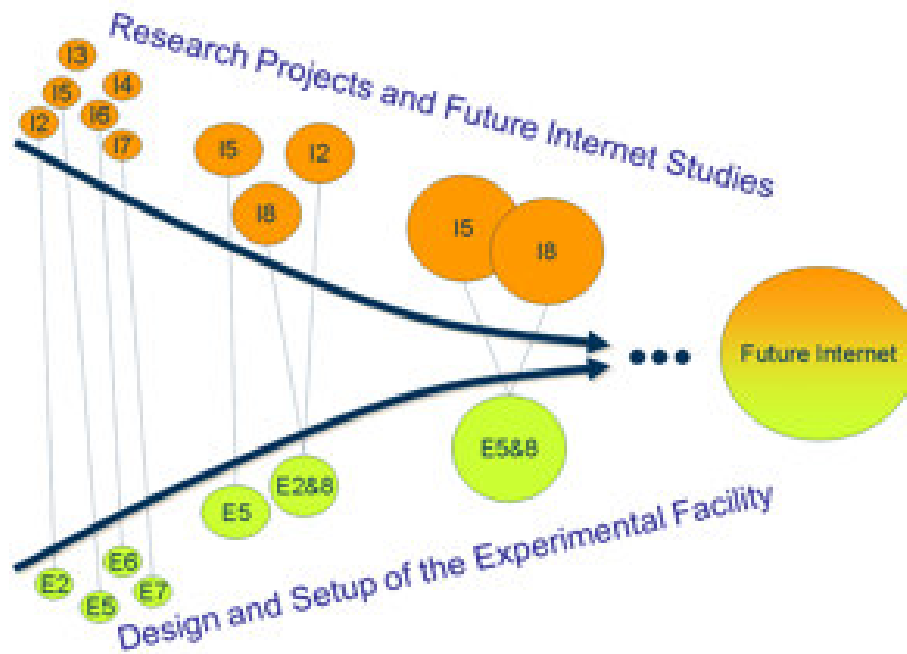
Porém, a rápida evolução da Internet nos últimos anos trouxe consigo várias limitações que impedem a implementação eficiente de novas aplicações e protocolos, especialmente nas camadas 3 e 4 do modelo OSI. A Internet atual se tornou gradualmente uma “colcha de retalhos”, na qual os princípios fundamentais foram desprezados, principalmente no tocante à camadas intermediárias e soluções que foram surgindo, como MPLS na camada 2,5, soluções fim-a-fim através de *firewalls*, NATs, *proxies*, *caches*, etc. Estas necessidades provocam o aumento exponencial da complexidade das redes, requerem frequentemente custos mais elevados para administração e manutenção, e dificilmente conseguem cumprir os requisitos necessários de qualidade de serviço, robustez e flexibilidade.

### **Evolução versus *clean slate design***

Para resolver os problemas atuais da Internet, dois conceitos básicos são adotados pelos diversos grupos de estudos. O primeiro é o **conceito evolucionário**, onde se tem uma adaptação das tecnologias existentes, num curso gradual de desenvolvimento das aplicações, protocolos e serviços, visando corrigir os pontos deficientes.

Uma abordagem diferente é o conhecido *clean slate design*, onde simplesmente começa-se tudo de novo, partindo do zero, sem nenhum compromisso de adaptação ou aproveitamento do que já existe.

Ambos os caminhos exigirão novas arquiteturas, mecanismos e técnicas de desenvolvimento para evitar os problemas já mencionados, e também para oferecer oportunidades para desenvolvimento dos novos serviços.



O GLAB se propõe à uma abordagem mista. Através dos estudos e pesquisas desenvolvidas em seus vários grupos, investigará as possibilidades das tecnologias existentes, visando esgotar suas possibilidades. Também procurará apontar os itens que demandam uma rede (ou parte dela) totalmente nova, para atender aos requisitos futuros dos serviços e aplicações que surgirão, com a combinação dos estudos teóricos e experimentos levados à cabo na plataforma de rede experimental.

## 6.1.2 Objetivos Científicos e Técnicos

O objetivo do GLAB é desenvolver novos mecanismos para a Internet do futuro, e sua implementação experimental na plataforma de testes:

- Através da contribuição de estudos teóricos de novos conceitos
- Através do desenvolvimento de uma plataforma nacional (Alemanha) para experimentação dos conceitos

Adota como ponto de partida: deficiências da Internet atual (em todas as camadas OSI):

- Falta de performance
- Segurança
- Confiabilidade
- Falta de controle & administração
- Inflexibilidade

Novos mecanismos devem abordar aspectos de endereçamento, roteamento, comutação, segurança e gerenciamento de rede, com os seguintes destaques:

- Elevada mobilidade através das redes sem fio (Mobilidade como característica comum)
- Integração com os serviços já existentes
- Integração com serviços de tempo real
- Conexão com novas tecnologias de redes (como Redes de Sensores)
- Interação com sistemas com recursos díspares (de Sensores a Super-computadores) e variadas interfaces físicas (desde comunicações de curto alcance via GPRS até redes ópticas, passando por redes locais e conexões via satélite).

- Elevada segurança e resiliência da informação

**Prioridades para pesquisa:**

- Conceitos para estruturação da rede e distribuição horizontal / vertical das funções
- Procedimentos para roteamento e endereçamento
- Suporte à usuários de diferentes tipos de acesso quanto à mobilidade sem fio.
- Conceitos abrangentes de monitoração, gerenciamento e controle para a rede toda, inclusive ao nível de camadas
- Suporte à QoS, Resiliência e Segurança da Informação.
- Arquiteturas orientadas à Serviço e à Composição de Serviços

Os métodos a serem usados são teóricos, analíticos, pesquisa por simulação e experimentação em protótipos, usando a plataforma de testes distribuída nacionalmente.

## **7. Estudos Técnicos para o Futuro da Internet**

Em uma primeira fase, são necessários estudos teóricos dos problemas atuais e das propostas de evolução, devido ao elevado número de possibilidades existentes para cada um dos cenários propostos.

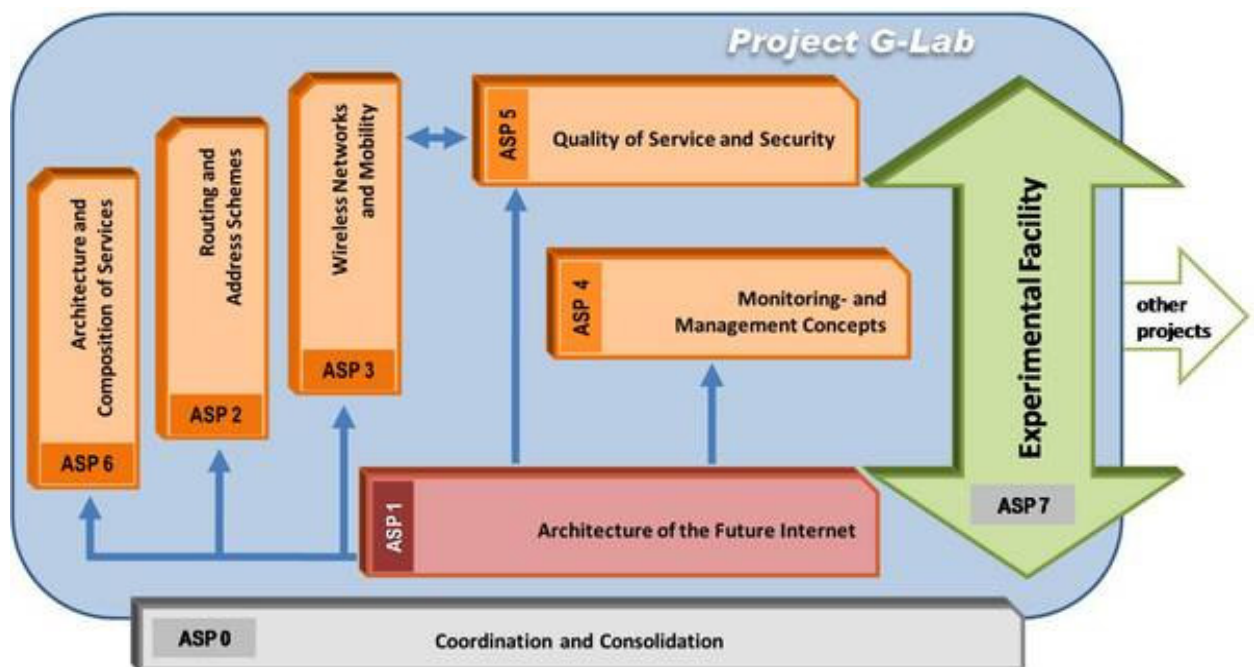
Também devem ser levados em conta os demais projetos já em andamento neste mesmo sentido, como GENI e FIND, buscando sinergia neste relacionamento.

Os parceiros do projeto pretendem compartilhar os resultados das pesquisas e dos experimentos com os demais projetos de Futuro da Internet, em um conceito de “Pluralismo de Redes”, já que não é esperado que o futuro da Internet seja derivado de apenas um único projeto. A diversidade dos projetos será estruturada através dos trabalhos temáticos de cada sub-projeto

dos participantes, em que os pontos comuns serão alinhados, principalmente quanto à escalabilidade, robustez e disponibilidade.

## 7.1 Focos de Trabalho

Para a melhor coordenação dos trabalhos, o Projeto GLAB foi dividido em diversos grupos de trabalho (ASP), com o seguinte método:



São eles:

ASP0 – Coordenação e Consolidação

ASP1 – Conceitos Arquiteturais para a Internet do Futuro

ASP2 – Roteamento e Endereçamento

ASP3 – Problemas de Mobilidade e Redes sem Fio

ASP4 – Conceitos de Monitoramento e Gerenciamento

ASP5 – Segurança e Confiabilidade

ASP6 – Arquitetura e Composição de Serviços

## ASP7 – Plataforma Experimental

A divisão exata entre os trabalhos conceituais e a plataforma experimental é difícil, devido à sobreposição de esforços. A plataforma experimental é estimada entre 15 e 20% do custo total do projeto

### **7.1.1 ASP0 – Coordenação e Consolidação**

Inclui todas as atividades de coordenação, de modo a assegurar que as atividades individuais contribuam para o sucesso geral do projeto.

Prevê a realização de workshops e seminários onde os trabalhos individuais são apresentados e discutidos

Eventos ocorrem aproximadamente a cada 6 meses

Todos os Focos de Trabalho (ASPs) são revistos nos eventos

### **7.1.2 ASP 1 – Conceitos Arquiteturais para as Redes do Futuro**

Este módulo lida com os novos conceitos básicos de arquitetura para a Internet do Futuro

Procura distanciar-se dos modelos atuais e, deste ponto, faz uma comparação com os novos conceitos

Possui os seguintes subgrupos de estudos:

- **ASP 1.1 - Problemas de design mult-layer e cross-layer**
  - Abordagens alternativas são estudadas e analisadas, como trabalhos prévios em divisão dos sistemas de



comunicação e protocolos para os chamados micro-protocolos, bem como trabalhos recentes em arquiteturas baseadas em papéis (role-based)

- Quando mais genericamente simples uma arquitetura, mais aberta ela estará às mudanças e adaptações futuras. Evita-se ao máximo que uma mesma função seja colocada em mais de uma camada.
- As funcionalidades cross-layer tem aspecto primordial, principalmente em comunicações wireless, por exemplo quanto ao desempenho geral do sistema ser dependente da capacidade da rede ter informações acuradas e atualizadas sobre os canais de rádio disponíveis, em especial nas redes como PACKET100 e 100GET (redes de transporte de pacotes de alta velocidade), baseadas em Layer 2.

#### - **ASP 1.2 Posicionamento e distribuição de funções**

Nas redes atuais a “inteligência” da rede está no núcleo, causando elevados custos para expansão de memória e processamento, por exemplo.

Mover a “inteligência” para as bordas causa outros problemas, como maior dificuldade para prover segurança, entre outros. Mecanismos adicionais são necessários para facilitar a cooperação entre as entidades descentralizadas.

Este módulo de trabalho então estudará como modelos centralizados e descentralizados poderão trabalhar conjuntamente. Provavelmente as respostas não serão homogêneas, dependendo dos layers em questão.

Outra questão importante será a hierarquia entre as funções, onde resultados de outros trabalhos (por exemplo SCALENET) serão usados se necessário em futuros desenvolvimentos.

### **ASP 1.3 – Virtualização Escalável para os Recursos de Rede**

A Virtualização dos recursos para redes fixas e móveis é considerado requisito básico para a introdução da Internet do Futuro

Esta necessidade requer novas abordagens de como a virtualização hoje conseguida será expandida, visto que os nós e links de uma rede wireless devem ser incluídos.

As características de desempenho deverão ser levadas em conta neste cenário, em particular em um modelo de gerenciamento de virtualização escalável.

Os métodos de sinalização e protocolos serão analisados dentro deste modelo. GVNET (German Virtual Network) será o modelo padrão, como cenários e protocolos específicos para cada caso.

#### **7.1.3 ASP2 – Roteamento e Endereçamento**

Este módulo focará nos mecanismos existentes de roteamento e endereçamento, pois os mesmos possuem restrições quanto à interoperabilidade, flexibilidade e mobilidade das novas redes.

Assim, novos mecanismos deverão ser desenvolvidos, e serão então implementados na plataforma experimental para avaliação de desempenho e aplicabilidade.

Seus subgrupos de estudo são:

##### **ASP 2.1 – Invariância para nomes e endereçamento**

Um dos pontos críticos da Internet atual é o forte acoplamento entre localização e identidade, com base no endereçamento de rede, dificultando o suporte à serviços como mobilidade.

Novas abordagens como FARA e HIP propõe desacoplamento entre ambos

Outro importante problema é a estrutura para administração de nomes, já que o usuário deve conhecer o DNS do equipamento que proverá determinado serviço, ou o procurará em um search engine. O URL fornecido serve tanto como endereço IP quanto como Identificador do recurso.

Esta conexão dificulta o remapeamento de serviços que possam mudar de localização, bem como paradigmas alternativos para comunicações eficientes, como push/pull e any/multi-cast temporário.

## **ASP 2.2 Conceitos alternativos para roteamento**

Atualmente o encaminhamento de pacotes na Internet é baseado em prefixos, através de tabelas de roteamento que relacionam o endereço IP com a interface correspondente. Esse esquema funcionou bem desde o princípio até agora, mas o tamanho sempre crescente das tabelas e o limite dos endereços possíveis exigem novos conceitos

As propostas em estudo são:

- CISCO LISP (locator ID / Separator protocol)
- UCLA EFIT ( Enable Future Internet innovation through Transit wire)
- Cornell University CRIO (Core Router Integrated Overlay)
- Olivier Bonaventure – from UCL – automatic locator

Estes novos conceitos serão estudados em conjunto, e serão implementados na plataforma experimental para demonstração de viabilidade.

#### **7.1.4 - ASP3 - Problemas de Mobilidade e Redes Sem Fio**

Este grupo tratará da mobilidade dos usuários e da integração das redes de sensores com a Internet

Mecanismos de mobilidade IP serão investigados, expandidos e completamente redesenhados, conforme necessidade.

Hand-over de serviços contínuos, entre dispositivos diferentes (mobilidade de sessão), para o mesmo usuário, através de múltiplos dispositivos, deverá ser permitida.

Seus sub-grupos de trabalho são:

##### **ASP3.1 – Suporte Integrado à Mobilidade em Redes sem Fio**

Os requisitos atuais de suporte à mobilidade não serão suficientes para os sistemas da Internet do futuro. Novos mecanismos deverão ser explorados.

Em contraste ao já especificado pelo IETF Mobile IP, uma abordagem integrada deve ser adotada, buscando transparência na mobilidade dos dispositivos, através do desenho de camadas inter-operantes de comunicação.

Por princípio, o endereço IP será mantido, e a comunicação poderá ser mantida sem interrupção.

Objetivo é “mobilidade global sem divisas”, com gerenciamento de recursos e hand-over efetivos.

O estudo mostrará qual o nível de suporte será necessário à mobilidade global, e quando deste suporte já é providenciado nas bordas e acesso das redes, especialmente em sistemas multi-acesso.

### **ASP3.2 Sinergia Através da Integração com Rede de Sensores**

As rede de sensores são constituídas de um grande número de sensores distribuídos, e algumas estações de coleta de dados e sorvedouros.

Os sensores acumulam grande quantidade de dados, mas possuem pouca capacidade de processamento, transmissão e inteligência.

O fluxo de dados é limitado, visto que os usuários externos consultam os escoadouros, que por sua vez respondem com os dados colhidos dos sensores.

Os sensores não são consultados diretamente, mas sim através de consultas estruturadas (similares à COUGAR, GHT, GPSR), ou então em consultas relacionadas à conteúdo (Direct Diffusion, SPIN, TEEN), com maior eficiência em consumo de energia

Este estudo indicará como a integração da Internet com as redes de sensores abrirá novas possibilidades para novos serviços e os efeitos desta sinergia.

### **ASP3.3 Multi-homing e Aspectos de Mobilidade / Conferência**

É esperado que os dispositivos futuros frequentemente tenham interfaces com múltiplas redes.

O objetivo é não apenas o quão melhor o serviço em si fará uso do dispositivo, mas também quais as melhores condições em termos de provisão de serviços de telecomunicação para os mesmos.

Será necessário avançado esquema de gerenciamento de mobilidade, com flexibilidade de prover comunicação simultânea através de múltiplas interfaces

Também deverá permitir maior controle em conferências, tanto para os usuários ativos como passivos, indo além do contexto das sessões individuais.

### **7.1.5 – ASP4 - Conceitos de Monitoração e Gerenciamento**

Este grupo de trabalho é voltado aos problemas prioritários do gerenciamento das redes. O foco é no gerenciamento remoto das redes, em que a infra-estrutura de monitoração é construída diretamente na rede propriamente dita.

Sua subdivisão em grupos é:

#### **ASP4.1 Conceitos de Monitoração**

A coleta e análise de dados de desempenho de uma rede ajuda significativamente a entender o funcionamento da mesma, sendo vital para a correta operação e análise das necessidades de sua expansão. É certo que, para a Internet do Futuro, a monitoração e gerenciamento sejam metas estabelecidas desde os conceitos iniciais.

Como o GLAB se propõe a ser uma plataforma experimental, é vital que os dados dos experimentos sejam disponibilizados de forma consistente, especialmente tendo em vista o caráter inovador de muitos destes experimentos, que serão levados à efeito em um ambiente controlado, que permita a repetibilidade científica dos testes, a fim de se ter conclusões efetivas sobre os mesmos.

Assim, uma larga escala de parâmetros como QoS, robustez e disponibilidade da rede são afetados.

A Internet atual possui uma separação bem demarcada sobre a rede em si e os sistemas de usuário final, e virtualmente não é possível para as aplicações e protocolos obterem informações sobre os parâmetros internos da rede. Como resultado, apenas informações imprecisas são disponibilizadas, e a complexidade e heterogeneidade crescente tornam ainda mais difíceis as tomadas de decisão para os protocolos de transporte.

A Internet do Futuro oferecerá a possibilidade de ter-se a infra-estrutura de coleta de informações integrada na própria rede, disponibilizando as mesmas para soluções novas e adaptativas, como

por exemplo quanto à auto-organização, qualidade de serviço e confiabilidade, conforme será visto nos itens ASP5.1 e ASP5.3.

Especial atenção será dada ao monitoramento de sistemas distribuídos, como redes sem fio *ad-hoc*, que hoje em dia não podem ter assegurados parâmetros como segurança, confiabilidade e qualidade de serviço.

#### **ASP 4.2 - Conceitos de Administração e Gerenciamento**

O objetivo deste sub-grupo é a especificação de planos de controle e gerenciamento para as redes do futuro, e a separação funcional entre estes dois planos. Serão analisadas aqui as abordagens pré-existentes para as redes clássicas de transportes, bem como para as redes de pacotes. Também abordagens centralizadas e descentralizadas serão adotadas neste caso, visando analisar suas similaridades e sinergias entre os dois modelos.

Para as redes do futuro, existem cenários pré-definidos para as falhas possíveis, bem como as correções em termos de impacto no funcionamento dos planos de controle e gerenciamento.

Além disso, é crucial assegurar que todas as transações, autorizadas ou anônimas, possam ser realizadas.

Mas, o que pode / deve / necessita ser autorizado ou anônimo?

Necessitamos de diferentes su-redes com políticas diferenciadas?

Uma rede para aplicações bancárias tem requisitos diferentes de uma rede para serviços de tele-medicina.

Cada sub-rede tem suas próprias necessidades em termos de implantação de infra-estrutura, e o gerenciamento destas necessidades não é trivial, e incluirá:

- alocação automática de recursos.

- especificação de redes complexas de arquiteturas diferenciadas
- auto-configuração das especificações de redes
- monitoração e vigilância

### **7.1.5 – ASP5 - QoS, QoE e Segurança**

O objetivo deste grupo é desenvolver novos mecanismos que garantam aos usuários elevados critérios de qualidade de serviço e segurança. O foco aqui é como abordagens descentralizadas e distribuídas promoverão formas seguras e disponíveis para otimização da qualidade de serviço. Além disso, novos mecanismos irão ajudar a identificar e reparar sobrecargas para garantir a qualidade de transmissão.

#### **ASP 5.1 Relação entre Qualidade de Serviço Técnica (QoS) e Percebida pelo Usuário (QoE)**

Para distribuição de conteúdo em tempo real, no qual muitos usuários consomem o mesmo conteúdo no mesmo tempo (por exemplo, televisão via Internet), as técnicas de *broadcasting* / *multicast* são eficientes.

Porém, para distribuição de conteúdo individualizado (como vídeo sob demanda), onde cada usuário tem uma janela de tempo individualizada, não coincidente com outros usuários, a técnica de *multicast* não pode resolver os seguintes problemas:

- o provedor de serviço deve suportar muitos fluxos simultâneos
- as requisições dos usuários podem variar largamente com a popularidade dos conteúdos
- baixa resolução para clientes com pequenas capacidades de conexão



- elevado volume de tráfego é gerado na rede pelos mesmos dados repetidamente transportados

Estes problemas podem ser solucionados por mecanismos de transporte sensíveis ao conteúdo. Por exemplo, com o uso de *caches* locais para os fluxos e dados mais requisitados, diminuindo a carga de transporte da rede.

Estes sistemas devem permitir um bom balanceamento entre qualidade de serviço e funções específicas para distribuição de conteúdo de vídeo, como pausa, avanço e retrocesso do programa, além de saltos para pontos específicos do conteúdo, além de canal de retorno / respostas para TV interativa.

A implantação de protótipos na plataforma experimental servirá de base para verificação de executabilidade, funcionalidade e escalabilidade da qualidade de serviço (QoS) da solução.

### **ASP5.2 Segurança**

A Internet, formada por uma conjunção de tecnologias de comunicação aliadas à serviços e aplicações, caracteriza-se por paradigmas cada vez mais relacionados à ambientes abertos e heterogêneos. Mesmo tendo sido estabelecida através de arquiteturas cliente-servidor centralizadas, a importância de abordagens ponto-a-ponto descentralizadas continua a crescer, tanto em aplicações comerciais quanto para ambientes de pesquisa.

O uso cada vez mais disseminado de redes sem fio via rádio, em complemento às redes convencionais cabeadas proporcionam uma crescente liberdade aos usuários, mas também permitem a exposição cada vez mais frequente á ataques mal-intencionados. As medidas de segurança deverão ser parte integral das arquiteturas futuras de rede.

A segurança das redes cabeadas reside numa clara identificação das fronteiras e conexões de rede, mas a ausência destes parâmetros não significa impossibilidade de proteção.

O objetivo deste grupo é o desenvolvimento de mecanismos de segurança que promovam proteção mesmo em ambientes sem fronteiras claras de conexão cliente/servidor.

As tentativas anteriores eram direcionadas principalmente á mecanismos para prevenção de ataques de pequenas dimensões e à camadas individuais (geralmente à camada de redes) de um sistema de comunicação. Porém, para os sistemas futuros, será necessário um grau significativamente maior de flexibilidade para detecção e prevenção de ataques, tanto nas camadas de transmissão de rádio quanto nos protocolos de transporte e aplicação.

Técnicas de proteção inter-camadas (*cross-layer*), como vistos no ASP1.1 serão usadas, para permitir medidas de segurança em vários níveis, com diferentes graus de detecção de invasão. Para permitir escalabilidade, inicialmente um exame superficial é realizado, e apenas quando indicado uma análise mais profunda é feita no agente suspeito.

Também este trabalho levará em conta as necessidades de QoS quanto à segurança, visando otimizar o desempenho, evitando sobrecarga da rede, principalmente em sistemas distribuídos que não contenham uma fronteira clara entre seus participantes.

### **ASP 5.3 – Controle Avançado de Congestionamento**

O protocolo TCP, largamente utilizado nas redes atuais, não tem um controle adequado para congestionamento. Tipicamente, o mesmo é sinalizado indiretamente através da perda de pacotes, o que é inadequado para prevenir esta limitação.

Para melhorar a eficiência dos protocolos de transporte, técnicas como ECP – *Explicit Congestion Notification* – tem sido usadas, com alertas antecipados de congestionamentos, encorajando os participantes a diminuir sua taxa de transmissão momentaneamente.

Outras frentes de trabalho no IETF estão sendo discutidas, como *re-feedback* e *re-ENC* – e este estudo mostrará o comportamento destes

mecanismos na plataforma experimental, baseados na re-alimentação dos nós da rede.

Como estes protocolos alternativos (TCP Quick-Start, re-ECN) enviam consideravelmente mais pacotes do que as variações tradicionais do TCP, inicialmente os mesmos serão provados e entendidos apenas no âmbito controlado da plataforma experimental.

### **7.1.6 – ASP 6 - Arquitetura e Composição dos Serviços**

O foco deste grupo de trabalho é a interação entre os serviços e as camadas subjacentes. As influências mútuas entre as camadas serão analisadas de acordo com a composição de serviços da arquitetura como um todo, em uma visão horizontal. Em uma visão vertical, as interações serão analisadas entre as camadas sobrepostas e subjacentes, de maneira a possibilitar que a rede seja tão eficiente quanto possível, garantindo Qualidade de Serviço (QoS).

#### **ASP 6.1 Arquiteturas de Serviços**

As arquiteturas orientadas à serviço tem obtido uma importância crescente nos últimos anos na Internet, e este grupo de trabalho é dedicado aos conceitos arquiteturais e mais detalhadamente à contribuição do suporte à serviços.

Em particular, como os serviços básicos que são relevantes para muitas das aplicações existentes residirão em uma camada intermediária (conceito *cross layer* como discutido no ASP1.1), entre a camada de aplicação e a camada de transporte.

Entre outros pontos, será verificado se os serviços devem ser arranjos hierarquicamente ou de forma modular. O primeiro método promove elevada eficiência e grande flexibilidade, e o outro método promove melhor compatibilidade para a combinação entre serviços e aplicações.

Esses serviços são, por exemplo:

- roteamento e *look-up*
- funções de segurança
- funções de resiliência (confiabilidade, detecção de pontos de falha)
- serviços de memória (armazenamento transparente)
- serviços de busca
- serviços de mobilidade, incluindo localização
- outras funções de gerenciamento de recursos

Serão analisadas também as combinações mais favoráveis entre as funções que sejam centralizadas, distribuídas e parcialmente centralizadas, dependendo do melhor resultado de cada uma delas.

A orientação à tarefas é o objetivo final para a composição dos serviços.

## **ASP 6.2 - Composição de Serviços**

Em uma arquitetura orientada a serviços, a composição de sistemas a partir dos serviços já existentes é uma necessidade real. Para tanto, os serviços devem ser fracamente acoplados, autônomos e re-usáveis.

Devem ser entendidas as fronteiras entre cada entidade de serviços individuais, de forma a permitir uma orquestração coreografada dos mesmos, onde a invocação de cada um e de seus subsequentes deve ser entendida a partir de suas ligações técnicas e também não-técnicas.

A simples localização de cada serviço pode não ser suficiente para o correto entendimento da composição entre eles, devido às diferentes qualidades dos mesmos (por exemplo, desempenho, confiabilidade ou custos).

Também aspectos não-funcionais devem ser tomados em conta para os aspectos inovativos deste grupo de trabalho, como por exemplo critérios que não sejam apenas “0 ou 1”, porém também admitindo estágios ajustáveis

intermediários para quantificar os diversos parâmetros, como robustez, confiabilidade, etc.

Estes critérios não-funcionais ainda demandam estudos futuros para todos os níveis de serviço, e a princípio um novo início deve ser adotado de maneira a envolver os princípios básicos das soluções existentes, pois a descrição das características não-funcionais e a avaliação das características qualitativas ainda não são suficientes resolvidas em cada um dos níveis de serviço.

### **ASP6.3 - Overlay e P2P**

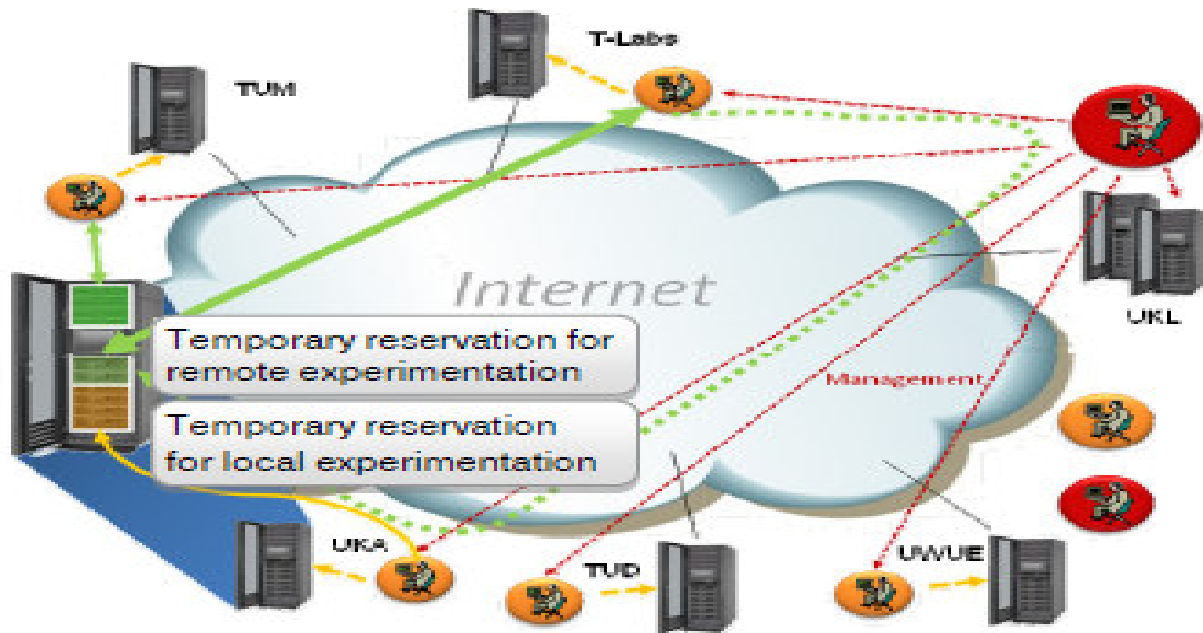
Overlays descentralizados e sistemas ponto a ponto (*peer to peer*) são hoje responsáveis por até 80% do volume de tráfego na Internet.

Por exemplo, uma conexão direta entre dois nós vizinhos pode ocupar rotas distantes, causando latência na conexão e desperdiçando recursos da rede.

Novas aplicações baseadas em Overlay tem requisitos de qualidade de serviço dedicada, como por exemplo aplicações de IP-TV. Fluxos de tráfego comerciais no futuro não mais serão predominantemente de servidores centrais para os usuários, mas serão entre os usuários finais, causando aos provedores de serviço a necessidade de prever qual a capacidade e requisitos de qualidade de serviço entre os usuários finais.

O objetivo deste grupo é suplantando os desafios que estas conexões assimétricas provocarão na estrutura de redes dos provedores de serviço, de modo a ter-se um eficiente suporte aos serviços descentralizados.

### **7.1.7 - ASP 7 - Plataforma Experimental**



A plataforma para experimentação go G-LAB é tratado pelo 7 grupo de trabalho. Nem todos os processos analíticos podem reproduzir as complexidades de interação do mundo real.

Os equipamentos serão baseados na tecnologia atual da internet mas com capacidade de atualização ou substituição dos equipamentos para as experiências da Internet do Futuro.

Todo o hardware será fornecido principalmente por 2 fabricantes :

- Sun Microsystems:
  - Nós principais : Servidores Sun Fire X4250 com 2x4 core Intel Xeon E5450 Processor (3.0 GHz), 16 MB RAM, 16x146 GB SAS drives (10,000 UPM), 4x10/100/1000 Ethernet;
  - Nós comuns: Servidores Sun Fire X4150 with 2x4 core Intel Xeon processor L5420 (2.5 GHz), 16 GB RAM, 4x146 GB SAS drives (10,000 UPM), 4 e 8x10/100/1000 Ethernet;

## **Cisco Systems**

- Roteadores Cisco Catalyst 4506 para o nó principal em Kaiserslautern;
- Roteadores Cisco Catalyst 4503 Supporte para tuneis GRE  
Portas: 2 mini-GBIC uplink por 1 Gbit / s, Int 144 e 72 1 Gbit / s (RJ-45)

Toda a rede da plataforma está distribuída em clusters individuais em seis diferentes localizações. Cada localização tem seu próprio nó principal (head node) mais uma quantidade de nós normais. Pelo menos 25 nós para cada site. A Central do G-Lab está situado no site de Kaiserslautern com 59 nós de rede. No total serão 170 nós. A disponibilidade da rede será 24 X 7.

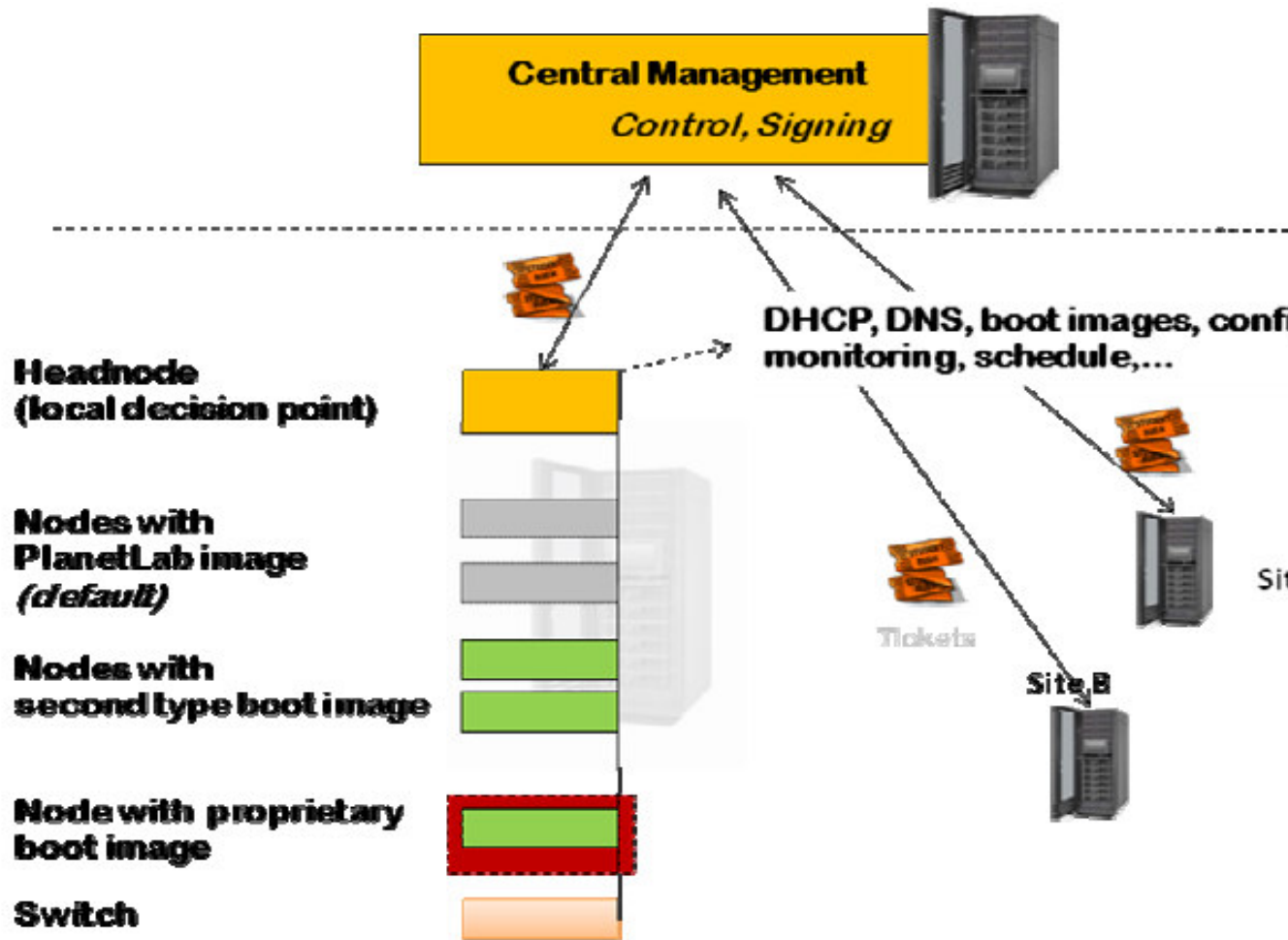
A primeira versão da plataforma está disponível a partir de 01.03.2009 com os primeiros experimentos começando em abril.

O nó principal é o responsável pela gestão do cluster local e não está disponível para fins experimentais.

O software PlanetLab (<http://www.planet-lab.org>) é usado para gerenciamento dos recursos distribuídos.

As principais vantagens para uso do PlanetLab podem ser resumidos com os seguintes itens:

- Total Controle do ambiente de teste (Testbed);
- Reserva para cada um dos recursos disponíveis;
- Exclusão de influências cruzadas;
- Habilidades para testes em escala;
- Testes nas camadas mais baixas da rede;
- Habilidade de estender todas essas funcionalidades para as novas tecnologias (wireless, redes de sensores,...)
- Integração com outras redes de testes (G-Lab com PlanetLab Japan, WinLab, ...)



Os nós principais oferecerão os seguintes serviços para a rede:

- Administração do segmento de rede local usando DHCP;
- Prover imagens de BOOT para os nós associados;
- Monitoramento de hardware e software de todos os nós locais e de conexão externa;
- Administração do acesso a interface de gerenciamento dos nós locais;
- Administração do acesso ao nó principal;



O nó principal em Kaiserslautern tem a administração centralizada da infraestrutura , através no Planet-Lab.

O software de monitoramento de toda infraestrutura é o Nagios. Todos os logs serão disponíveis pela web. Todas as falhas ocorridas serão enviadas por e-mail.

Todos os produtos a serem comercializados em um ambiente mais próximo do real para um ambiente “post-IP”.