

Utvikling i henhold til V-modellen av en nettbasert MP3-spiller

Olav Magne Fiane-Mo

Master i teknisk kybernetikk
Oppgaven levert: Mai 2009
Hovedveileder: Geir Mathisen, ITK

Oppgavetekst

Oppgaven går ut på å spesifisere, analysere, designe og så langt tiden rekker, bygge en nettbasert MP3-spiller som kan hente inn musikk fra en nettdisk eller et web-sted. Utviklingsarbeidet skal utføres systematisk og i henhold til V-modellen. Det skal legges vekt på at den valgte løsningen er kompakt og rimelig.

Oppgaven består av følgende 4 punkter:

1. Gi en oversikt over metoder som brukes for elektronisk musikkavspilling.
2. Vurder hvordan bruk av V-modellen som utviklingsmetodikk vil påvirke utviklingsarbeidet.
3. Gi et forslag til design av en nettbasert MP3 spiller.
4. Så langt tiden rekker, implementer designet gitt i pkt. 3.

Oppgaven gitt: 12. januar 2009
Hovedveileder: Geir Mathisen, ITK

Sammendrag

Hensikten med denne masteroppgaven er å utvikle en nettbasert MP3-spiller ved hjelp av v-modellen og vurdere hvordan bruken av denne modellen påvirker utviklingsarbeidet. V-modellen er en utviklings- og produksjonsmetodikk som tar for seg gangen i systemutvikling fra ideer og krav, til test og levering av et ferdig system. Det som ligger i at MP3-spilleren skal være nettbasert, er at den skal kunne spille av filer fra nettsted eller en nettdisk.

Rapporten gir en gjennomgang av digital musikk og utstyr for avspilling. En ser spesielt på MP3 som er det mest utbredte formatet innen digital musikk, og tar for seg teknikker som blir brukt for å komprimere lyd som begrensninger i menneskelig hørsel og Huffman-koding. Andre vanlige musikkformater blir også presentert før en tar for seg en kort historikk i utviklingen av MP3-spillere fra den første MP3-spilleren MPMAN F10 til iPod og musikkmobiltelefoner.

V-modellen blir presentert og en kobler den opp mot utviklingen av en MP3-spiller. Første steget i V-modellen innebærer å sette opp produktkrav. Dette er funksjonelle krav fra kunde som for eksempel at MP3-spilleren skal kunne spille av musikk fra nettverk. I neste steg skal disse kravene omsettes til tekniske krav som tar for seg hvilke tekniske spesifikasjoner som må ligge til grunn for å tilfredsstille produktkravene.

Produktkravene blir nummerert og referert til når en setter opp de tekniske kravene for å sikre sporbarhet. Sporbarhet vil si at krav som er satt på et lavt nivå i v-modellen, skal kunne spores tilbake til krav fra øverste nivå. Dette gjør at både utvikler og kunde har en forståelse for hva som skal leveres.

Når de tekniske kravene er definert, blir det foretatt valg av komponenter. En presenterer to alternativer; et alternativ basert på utviklingskortet NGW100 fra Atmel og utvidingskortet RMT1 fra Mediamia Technologies, og et alternativ basert på ettkortsdatamaskinen Beagle Board fra Texas Instruments. En sammenligning av disse basert på blant annet tekniske egenskaper, kjente problemer og pris ender opp i et valg av alternativet basert på NGW100 og RMT1.

Ut fra valget av komponenter foretar en design av MP3-spilleren og prøver å dele opp designet i moduler. En testplan blir satt opp ut fra akseptansekravene. MP3-spilleren er satt opp med en Linux-distribusjon tilpasset RMT1, som er lastet ned fra Mediamia Technologies sine hjemmesider. Selve MP3-spiller-applikasjonen er utviklet i QT Creator og samhandler med mediespilleren MPlayer.

MP3-spilleren oppfyller de tekniske kravene som er definert, med unntak av trådløst nettverk og mulighet for å spille av musikk fra USB-minnepinne. MP3-spilleren kan blant annet spille av MP3-filer fra nettdisk og en har mulighet for å bygge opp og spille av musikk fra egne spillelister.

Implementering av trådløst nettverk er foreslått som videre arbeid, sammen med blant annet å undersøke mulighetene for å lage et grensesnitt mot nye nettbaserte musikktenester som Spotify og Wimp.

Bruken av V-modellen i utviklingen av en MP3-spiller har fungert bra, men en kunne foretatt en bedre vurdering av bruken dersom det var flere enn en som arbeidet med oppgaven. I starten virket det som mye arbeid å utarbeide krav og dokumenter og en følte at en ikke kom ordentlig i gang. Dette endret seg da en begynte å implementere MP3-spilleren. God planlegging gjorde at implementering og testing gikk raskere enn antatt, da en hadde god oversikt over hva som skulle gjøres. En fikk også dokumentert arbeidet underveis i stedet for å gjøre dette i etterkant av implementeringen av MP3-spilleren.

Forord

Denne rapporten er resultatet av masteroppgaven “Utvikling i henhold til v-modellen av en nettbasert MP3-spiller” gitt av institutt for Teknisk kybernetikk ved NTNU. Rapporten tar utgangspunkt i v-modellen som er en mye brukt systemutviklingsmodell, og følger denne modellen fra produktide til design, implementasjon og testing av ferdig produkt.

Jeg synes oppgaven har vært givende å jobbe med. Det har vært interessant å kunne fordype seg både i teknikken rundt digital musikk og utviklingsarbeid fra ide til ferdig produkt.

Jeg ønsker å takke veileder Geir Mathisen for god oppfølging, veiledning og for en interessant og spennende oppgave. I tillegg vil jeg takke Peter Ma ved Mediama Technologies for svar på mine mange e-poster, Espen Helle for lån av Beagle Board og Mekanisk verksted ved institutt for Teknisk kybernetikk for bygging av kabinett til MP3-spilleren. Jeg ønsker også å takke mine foreldre og min kone Marie for oppmuntring og støtte.

Olav Magne Fiane-Mo

Trondheim, juni 2009

Innhold

1	Innledning	1
1.1	Målsetning	1
1.2	Rapportstruktur	1
2	Arbeidsmetode	5
2.1	V-modellen	5
2.2	Den pragmatiske V-modellen	8
2.3	Fremdriftsplan	8
3	Digital musikk og utstyr for avspilling	11
3.1	MP3-formatet	11
3.2	Andre digitale musikkformater	17
3.3	Utstyr for avspilling av digital musikk	18
4	Utvikling av spesifisering	21
4.1	Funksjonelle krav	21
4.2	Fra funksjonelle til tekniske krav	24
4.3	Tekniske krav	27
5	Valg av hovedkomponenter	31
5.1	Valg av programvare	31
5.2	Valg av hardware	31
6	Design	39
6.1	Hardware-moduler	39
6.2	Programvare-moduler	42

7 Implementering	49
7.1 Oppsett av NGW100 + RMT1	49
7.2 Qt Creator	49
7.3 Oppbygging av kode	51
8 Testplan og resultat av tester	55
8.1 Test av komponenter og moduler	55
8.2 Test opp mot akseptansekrav	56
9 Diskusjon	59
9.1 Bruk av v-modellen	59
9.2 Vurdering av eget arbeid	60
9.3 Design av MP3-spiller	60
10 Videre arbeid	63
10.1 Inndata fra bruker	63
10.2 Trådløst nettverk	63
10.3 Bluetooth	63
10.4 Implementere grensesnitt mot nettsteder for musikk	64
10.5 Implementere grensesnitt mot nettradio	64
11 Konklusjon	65
Referanseliste	67
A USE CASE	71
A.1 Oppstart	71
A.2 Nettilkobling	71
A.3 Avspilling av musikk	72
A.4 Organisering av spillelister	72
B Testresultater	75

<i>INNHold</i>	vii
C Detaljer rundt implementering av MP3-spiller	81
C.1 Oppsett av NGW100	81
C.2 Oppsett av Qt Creator for AVR32-utvikling	84
D CD	87
E Brukerveiledning for MP3-spilleren	89
E.1 Oppstart	89
E.2 Hovedbildet på MP3-spilleren	90
E.3 Valg av fil for avspilling	91
E.4 Organisering av spillelister	91
E.5 NFS-oppsett	93
E.6 Spille av URL	94
E.7 Dersom spilleren låser seg	94
F Fremdriftsplan	95

Figurer

2.1	V-modellen	6
2.2	Den pragmatiske v-modellen[25]	8
3.1	Grenser for menneskelig hørsel og følelse[22]	13
3.2	Huffman-koding	14
3.3	Reduksjon av bit ved bruk av Huffman-koding	14
3.4	Omkoding av MP3 [20]	15
3.5	Dekoding av MP3[20]	16
3.6	Creative Zen X-fi - Flash-basert MP3-spiller med WLAN[4]	18
3.7	Wolverine ESP - Harddisk-basert MP3-spiller[6]	18
3.8	MPMan F10	19
3.9	Rio PMP300	19
3.10	iPod Classic	19
3.11	Nokia 5310 Xpressmusic - Musikkmobil	20
5.1	Beagle Board	33
5.2	Mulig design basert på Beagle Board	33
5.3	Atmel: NGW100	34
5.4	Mediama Technologies: RMT1	34
5.5	Atmel: EVK1105[16]	35
6.1	Overordnet design NGW100 + RMT1	40
6.2	Standardboks Farnell, varenr. 916-6130	41
6.3	Flytdiagram - Hele systemet	42
6.4	Flytdiagram - MP3-spiller	42
6.5	Flytdiagram - Oppstart	43
6.6	Flytdiagram - Innstillinger	44

6.7	Flytdiagram - Avspilling av musikk	45
6.8	Flytdiagram - Organisering av spillelister	46
7.1	Skjerm bilde fra Qt Creator - Utvikling av grafisk grensesnitt . . .	50
7.2	Kommunikasjon mellom Qt, Linux og eksterne programmer . . .	51
7.3	Kode som viser oppstart av og skriving til prosess	52
7.4	Skjerm bilde fra MP3-spiller - Redigering av spilleliste	53
8.1	Testoppsett - MP3-spiller	56
C.1	JTAGICE mkII	82
E.1	Hovedbildet - MP3-spiller	90
E.2	Valg av fil for avspilling	91
E.3	Organisering av spillelister - avspillingsmodus	92
E.4	Organisering av spillelister - redigeringsmodus	92

Tabeller

3.1	Innhold i 32 bit lang headerfil i MP3	16
4.2	Use case - Valg av musikk	24
5.2	Sammenligning av komponentalternativer	32
5.3	Prissammenligning av komponentalternativer	36
8.2	Utdrag av testresultater	57

Nomenclature

- AAC Advanced Audio Coding
- Audiofil Person som har en ekstrem interesse for lyd
- BSP Board Support Package
- CBR Constant Bit Rate
- codec Er en forkorting av ordene compress og decompress, og refererer til algoritmer som er i stand til å utføre denne toveis operasjonen.
- DHCP Dynamic Host Configuration Protocol
- DRM Digital Rights Management
- FLAC Free Lossless Audio Codec
- ID3 Iterative Dichotomiser 3 - Brukes til å bygge inn informasjon om for eksempel navn på artist, album og sangtittel i en MP3-fil
- ISO International Standards Organization - En internasjonal standardiseringsorganisasjon som utgir standarder innenfor en rekke områder.
- Joint stereo Teknikk som blir brukt for å få bedre kvalitet eller mindre filer. Dersom to kanaler inneholder forholdsvis lik informasjon, blir de slått sammen for å spare plass.
- M3U MPEG URL
- MP3 MPEG-1/MPEG-2, Layer III
- MPEG Moving Picture Experts Group - gruppe nedsatt av ISO i 1988 for å lage en standard for lyd- og video-komprimering og overføring.
- NFS Network File System
- RIAA Recording Industry Association of America
- SDIO Secure Digital Input Output - En kombinasjon av SD-kort og I/O-enhet
- VBR Variable Bit Rate

Kapittel 1

Innledning

Dette kapitlet tar for seg målet med oppgaven og gir en oversikt over rapportstrukturen med en kort beskrivelse av hvert kapittel.

1.1 Målsetning

Formålet med oppgaven er å sette seg inn i v-modellen og vurdere hvordan bruken av denne modellen vil påvirke utviklingen av en nettbasert MP3-spiller. Bruken av v-modellen innebærer å omsette funksjonelle krav fra kunde til tekniske krav, design av MP3-spilleren i henhold til tekniske krav, implementering og testing. Det skal legges vekt på at løsningen er kompakt og rimelig. Som en del av oppgaven skal en også sette seg inn i digital musikk og utstyr for avspilling av digital musikk.

1.2 Rapportstruktur

Her følger en kortfattet beskrivelse av kapitlene i rapporten. Bakgrunnsstoff og hovedtrekk rundt gjennomføring av de ulike trinnene i v-modellen står i selve rapporten, mens detaljer rundt implementering, oppsett av hardware og brukerveiledningen for MP3-spilleren er lagt i vedlegget.

Kapittel 2 Arbeidsmetode tar for seg V-modellen, som er arbeidsmetoden som er brukt i utviklingen av MP3-spilleren. En forklarer da de ulike stegene i V-modellen og knytter disse opp mot oppgaven.

Kapittel 3 Digital musikk og utstyr for avspilling er et litteraturstudie som omhandler digital musikk og utstyr for avspilling av dette. Hovedfokus er på MP3-formatet, men en ser også andre digitale musikk-formater og utviklingen av MP3-spillere.

Kapittel 4 Utvikling av spesifikasjon tar for seg produktkrav og tekniske krav, og beskriver hvordan en kommer fra produktkrav til tekniske krav.

Kapittel 5 Valg av hovedkomponenter ser på valg av programvare og hardware ut fra tekniske krav. En tar for seg alternativer til komponenter for realisering av MP3-spilleren, og oppsummerer endelig valg av komponenter.

Kapittel 6 Design tar for seg designet av MP3-spilleren. En ser først på hvilke komponenter som inngår i MP3-spilleren og hvordan disse fungerer sammen. Deretter ser en på programvaren som system og tar for seg de ulike programvaremodulene og designet av disse. Til slutt beskriver en kort hvordan en har gått frem for å implementere designet.

Kapittel 7 Implementering tar for seg oppsettet av NGW100 + RMT1, presenterer utviklingsverktøyet Qt Creator og klassene som inngår i implementeringen av MP3-spilleren.

Kapittel 8 Testplan og resultat av tester setter opp testplan i henhold til akseptansekravene fra produktkravdokumentet og de tekniske kravene.

Kapittel 9 Diskusjon ser på bruken av v-modellen som utviklingsmetodikk, foretar en vurdering MP3-spilleren som er implementert og av eget arbeid.

Kapittel 10 Videre arbeid kommer med forslag til forbedringer og utvidelser som kunne blitt gjort dersom en skulle gå videre med denne oppgaven.

Kapittel 11 Konklusjon oppsummerer de viktigste resultatene av arbeidet.

Vedlegg A Use case lister opp Use case-diagram som ble laget som hjelpemiddel for å komme fra produktkrav til tekniske krav.

Vedlegg B Testresultater oppsummerer resultatet av testen opp mot akseptansekrav gitt i produktkravdokumentet og tekniske krav i en tabell.

Vedlegg C Detaljer rundt implementering av MP3-spiller tar for seg implementeringen av MP3-spilleren, oppsett av NGW100 og tilpassing av Qt Creator for utvikling av programvare for AVR32.

Vedlegg D CD lister opp innholdet på den vedlagte CD'en.

Vedlegg E Brukerveiledning tar for seg hvordan en bruker MP3-spillere og hvordan en kan sette opp og endre oppsett av NFS-server og nettside for avspilling av musikk.

Vedlegg F Fremdriftsplan presenterer fremdriftsplanen som er satt opp for oppgaven.

Kapittel 2

Arbeidsmetode

Dette kapitlet tar for seg arbeidsmetoden for utviklingen av MP3-spilleren. En presenterer V-modellen som er en utviklings- og produksjonsmetodikk som er mye brukt i utviklingsarbeid. Det er referert til hvor i rapporten en dekker de ulike stegene i V-modellen. Kapitlet går også inn på hvordan arbeidet er lagt opp, blant annet med bruk av fremdriftsplan.

2.1 V-modellen

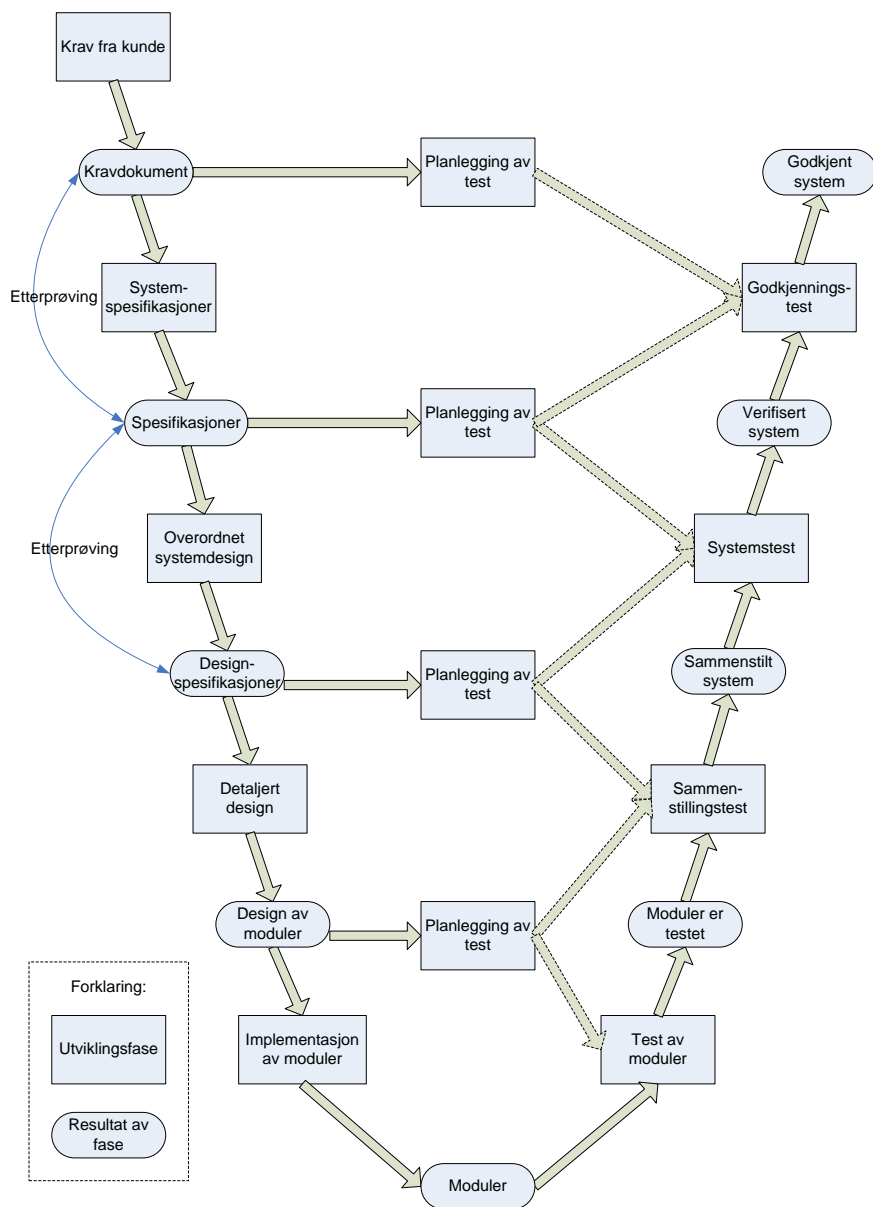
V-modellen er en grafisk fremstilling av gangen i systemutvikling fra ideer og krav, til test og levering av ferdig system. Den inneholder aktiviteter og resultater som blir produsert. V'en står for verification og validation og den grafiske framstillingen er formet som en V, se figur 2.1. Venstre side tar for seg dekomponering av krav og utvikling av systemspesifikasjoner, mens høyre side tar for seg sammenstilling av deler frem mot et endelig system og testing opp mot krav[29].

2.1.1 Prinsipp

Nedenfor er hvert enkelt steg i V-modellen beskrevet. En har også prøvd å knytte de ulike stegene opp mot utviklingen av en MP3-spiller. Navnene som brukes på de ulike stegene refererer til navnene i figur 2.1.

Krav fra bruker/kunde (seksjon 4.1 på side 21) Kunden eller brukeren setter opp krav til produktet eller systemet som skal tilfredsstilles. Et typisk krav kan være at MP3-spilleren skal være liten og at den skal kunne spille av en spilleliste. Disse kravene blir ordnet i et produktkravdokument. Produktkravdokumentet systematiserer og nummererer alle krav til produktet og inneholder akseptansekrav.

Systemspesifikasjoner (seksjon 4.2 på side 24) Når kravene fra brukeren er utarbeidet, går en videre til systemspesifikasjon. Her ser en på hvordan en rent teknisk skal tilfredsstille kravene som er gitt av kunden, og prøver å tallfeste



Figur 2.1: V-modellen

detaljer. Det kan være å angi størrelsen på MP3-spilleren eller å sette opp at MP3-spilleren må kunne lese en M3U-fil for å kunne spille av en spilleliste. Kunden og utvikler kommer da frem til en spesifisering der det går klart fram hva som skal leveres, og det utvikles et dokument med spesifikasjoner for produktet.

Overordnet systemdesign (kapittel 5 på side 31) Her tar en for seg spesifisasjonene fra forrige steg og ser på hvordan en konkret skal tilfredsstille kravene. En utarbeider spesifikasjoner for designet og ser på hvilke komponenter som skal inngå. Dette innebærer å se på programvare som operativsystem og fysiske komponenter som skjerm og tastatur.

Detaljert design (kapittel 6 på side 39) I dette steget går en ut fra designspesifisasjonene, ser på hvordan en kan dele opp systemet i flere moduler og hvordan modulene skal knyttes sammen. En designer da hver enkelt modul. En modul kan typisk være en metode for avspilling av musikk i MP3-spilleren

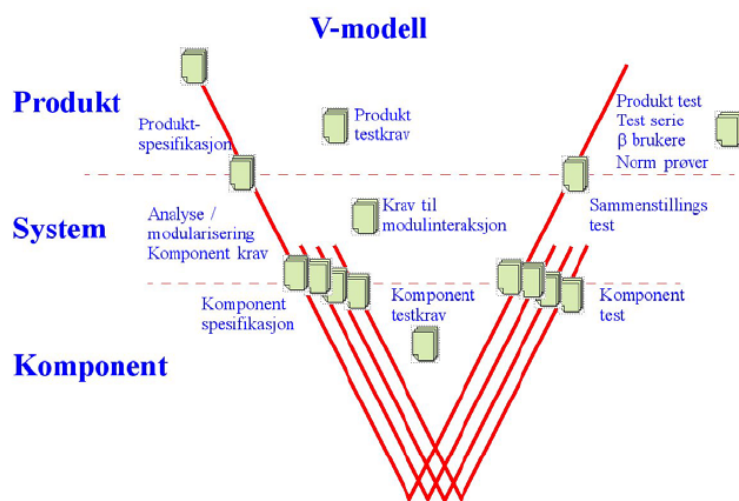
Implementering av moduler (kapittel 7 på side 49) Dette er bunn-nivået. Her implementerer en de forskjellige modulene. Det kan for eksempel være å lage en krets for strømforsyningen til MP3-spilleren på hardwarensiden eller å skrive kode for de enkelte modulene på programvaresiden.

Test av moduler (seksjon 8.1 på side 55) Her blir små og enkle funksjoner i hardware og software testet. I praksis blir dette gjort etter hvert som en utvikler nye metoder, slik at en hele tiden vet at disse fungerer før en utvikler nye metoder som bygger på disse metodene.

Sammenstillingstest (seksjon 8.1 på side 55) Denne testen er knyttet opp mot systemdesign og design av moduler. Her tester en de ulike modulene sammen, og ender opp med et sammenstilt system.

Systemtest (seksjon 8.2 på side 56) Denne testen er knyttet opp mot designspesifikasjoner og spesifikasjoner. Utvikler tester da hele systemet opp mot akseptansekravene som er spesifisert i produktkravdokumentet og tekniske krav.

Godkjenningstest Denne er knyttet opp mot produktkravdokumentet og spesifikasjoner. Her er det kunden som skal avgjøre om disse kravene er tilfredsstillende. Dersom kravene er tilfredsstillende, får en et godkjent system som er klart til levering.



Figur 2.2: Den pragmatiske v-modellen[25]

2.2 Den pragmatiske V-modellen

I praktisk bruk av v-modellen i industrien, blir ofte v-modellen for detaljert. Den modellen som ofte blir brukt i praksis, og som også blir brukt videre i prosjektet, er den pragmatiske v-modellen, se figur 2.2. Dette er en forenkling av den opprinnelige v-modellen. Pragmatisk vil si at en har mer fokus på å oppnå praktiske resultater enn for eksempel det som er prinsipielt viktig. Det som kjennetegner den pragmatiske v-modellen er[25]:

- Færre nivåer enn v-modellen
- Har produktkravdokument med akseptansekrav
- Har spesifikasjon med akseptansekrav, men med færre nivåer enn v-modellen.
- Har sporbarhet i spesifikasjonen

2.3 Fremdriftsplan

Det har blitt utarbeidet en fremdriftsplan ut fra oppgaveteksten og de ulike fasene i utviklingsarbeidet. En har satt opp hvor lang tid en skal bruke på de ulike fasene. Fremdriftsplanen, se vedlegg F, er satt opp fra 14.01.09 til 05.06.09 og arbeidstiden er satt til 5 dager i uka, fra mandag til fredag. En har også ukentlige møter med veileder, der en til hver gang setter opp hva som er gjort

siden sist, og hva som skal gjøres til neste gang. Bruk av fremdriftsplan og ukentlige møter med veileder skal sikre god progresjon i arbeidet.

Kapittel 3

Digital musikk og utstyr for avspilling

MP3 er det mest utbredte formatet for digitale musikk, og MP3-spiller har følgelig blitt en fellesbetegnelse for spillere som spiller av digitale lydfiler. Det vil derfor være naturlig å ta spesielt for seg MP3-formatet, hvordan det oppsto og hvordan en MP3-fil blir til. Videre tar kapittelet for seg utstyr for avspilling av digital musikk, og ser kort på andre digitale musikkformater.

3.1 MP3-formatet

MP3 er en lydkompresjonsteknikk og navnet refererer til algoritmen 'MPEG-1/MPEG-2, Layer III' som er lyd-delen av videokompresjonsstandarden fra MPEG (Moving Pictures Experts Group)[26]. MP3-codecen ble hovedsaklig utviklet av tyske Fraunhofer Institute og franske Thomson Multimedia SA, og formatet ble i 1992 offisiell ISO-standard (International Standards Organization). Fraunhofer og Thomson har opphavsrett på all teknologi som er i stand til å lage en MP3. MP3 er både forover- og bakoverkompatibel. Det vil si at gammel software og hardware kan spille en MP3-fil som er laget ved hjelp av ny software og hardware[22].

3.1.1 Bitrate og samplerate

Bitrate er i denne sammenhengen et mål på antall bit per sekund, og høyere bitrate gir større filer og grovt sett bedre lyd kvalitet. Bitraten blir oppgitt i kbps, kilobits-per-second. En typisk bitrate for MP3-filer er 128 kbps, mens de mer kvalitetsbevisste brukerne helst bruker filer med bitrate fra 192 kbps og oppover. MP3-filer med oppgitt bitrate har konstant bitrate, CBR. Det finnes også MP3-filer som har variabel bitrate, VBR. Dette er en teknikk der en har lav bitrate i områder der det er lite musikalsk variasjon, mens en har høy bitrate i mer komplekse områder. På denne måten kan en ha god kvalitet på lyden, uten at filen blir for stor.

I tillegg til bitrate er også sampleraten med på å bestemme lyd kvaliteten. Sampleraten er et mål på hvilke frekvensområder data er lagret i og blir målt i kiloHertz, eller tusen sampler per sekund. Standard samplerate på CDer er 44.1 kHz, og de fleste MP3-filer har derfor denne sampleraten. Profesjonelle lydfolk arbeider gjerne med samplerater på 48 kHz og 96 kHz. En bemerkning til dette er at frekvensen på lyden som blir lagret ikke kan være større enn halvparten av sampleraten. En lydfil med samplerate på 96 kHz kan dermed lagre lydfrekvenser som går høyere enn grensen for menneskelig hørsel som ligger på rundt 20 kHz [22].

3.1.2 Komprimering av MP3

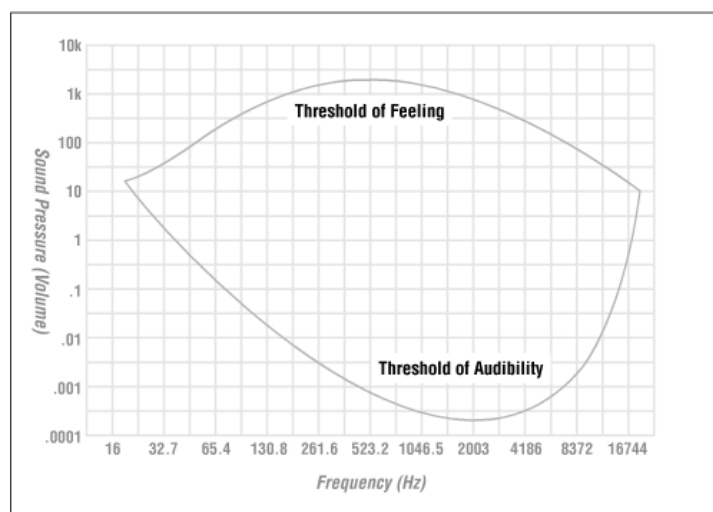
Ukomprimerte lydfile fra for eksempel en CD har en størrelse på ca 10 MB per minutt, mens en typisk MP3 har størrelse på 1 MB per minutt. Før en ser på hvordan en komprimerer lydfile, skal en ta for seg to elementer som ligger til grunn for komprimeringen; Begrensninger i menneskelig hørsel og Huffman-koding.

3.1.2.1 Begrensninger i menneskelig hørsel

Hørselen til et menneske går grovt sett i frekvensområdet fra 20 Hz til 20 kHz. Den øvre grensa avtar med alderen og kan også avta dersom en har blitt utsatt for støy. Voksne mennesker hører derfor sjelden lyd som har frekvens fra rundt 15-16 kHz og oppover. I tillegg til frekvensen er hørselen begrenset av lydstyrke. En tone med frekvens på 20Hz må for eksempel ha lydstyrke på 60 dB, mens lyd i frekvensområdet mellom 1-5 kHz kan høres selv ved lave lyd volum, se figur 3.1.

En annen begrensning i hørselen til mennesket er et fenomen som blir kalt maskering. Dersom en har to lyder som har henholdsvis sterk og svak lyd styrke og disse har forholdsvis lik frekvens eller blir spilt av rett etter hverandre, vil en ikke oppfatte den svake lyden. Denne egenskapen blir utnyttet i komprimeringen av lyd, da en både kan fjerne den lyden som en ikke hører uansett, og en kan komprimere den sterke lyden mye, da støyen som fremkommer i komprimeringen også vil bli maskert av den sterke lyden.

Maskeringsfenomenet forekommer i kritiske frekvensbånd, der et sterkt signal vil maskere frekvensene som ligger i samme frekvensbånd. De kritiske frekvensbåndene er gitt av psykoakustiske modeller, som er modeller for hvordan mennesker oppfatter lyd[27]. For en demonstrasjon av maskeringseffekten, se slide 16 i [12].



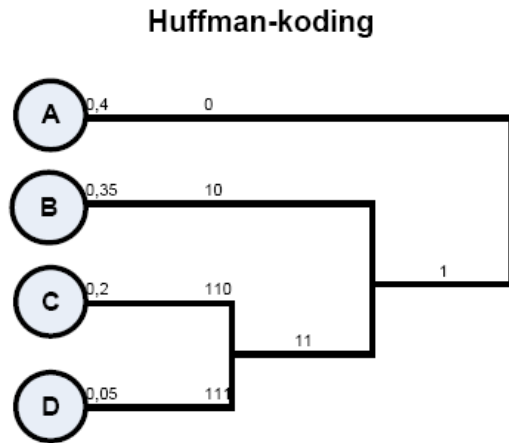
Figur 3.1: Grenser for menneskelig hørsel og følelse[22]

3.1.2.2 Huffman-koding

Huffman-koding foregår ved at en ordner variablene som skal kodes etter hvordan de er fordelt. En kan for eksempel ta for seg en datastrøm som består av 40% A, 35% B, 20% C og 5% D. Kodeordene blir så gitt ut fra denne fordelingen, der den bokstaven som forekommer oftest får det korteste kodeordet. A forekommer oftest, og får derfor kodeordet 0. Av de resterende B, C og D, forekommer B oftest og får koden 10. Av C og D forekommer C oftest, og får kodeordet 110, mens D får kodeordet 111, se figur 3.2

Kodeordene er entydige slik at de ikke kan bli forvekslet med andre koder. Dette kan en se ved å dekode en string med den nevnte fordelingen. Dersom en har en string som er 00010110111, kan en lese koden rett ut som AAABCD.

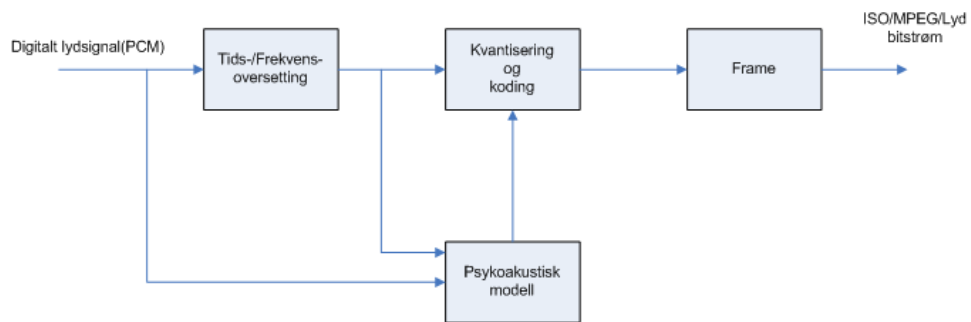
For å se på effekten av Huffman-koding kan en ta for seg en string på 1000 tegn der A, B, C og D er fordelt på samme måte. Med ASCII-coding der en har 8 bit per bokstav, vil dette ta opp 8000 bit. Med 2-bit representasjon kan dette reduseres til 2000 bit, mens med Huffman-koding kan det reduseres ytterligere til 1850 bit, se figur 3.3. Dette er en av grunnene til at en kan komprimere lydfilene så mye[21].



Figur 3.2: Huffman-koding

Ascii (Hvert tegn er 8 bit)	$1000 \text{ tegn} \cdot 8 \text{ bit} = 8000 \text{ bit}$
To-bits representasjon (Hvert tegn er 2 bit)	$1000 \text{ tegn} \cdot 2 \text{ bit} = 2000 \text{ bit}$
Huffman-koding	<p style="margin-left: 20px;">A (0) $1000 \text{ tegn} \cdot 0.40 \cdot 1 \text{ bit} = 400 \text{ bit}$</p> <p style="margin-left: 20px;">B (10) $1000 \text{ tegn} \cdot 0.35 \cdot 2 \text{ bit} = 700 \text{ bit}$</p> <p style="margin-left: 20px;">C (110) $1000 \text{ tegn} \cdot 0.20 \cdot 3 \text{ bit} = 600 \text{ bit}$</p> <p style="margin-left: 20px;">D (111) $1000 \text{ tegn} \cdot 0.05 \cdot 3 \text{ bit} = 150 \text{ bit}$</p> <p style="margin-left: 40px;"><i>Total = 1850 bit</i></p>

Figur 3.3: Reduksjon av bit ved bruk av Huffman-koding



Figur 3.4: Omkoding av MP3 [20]

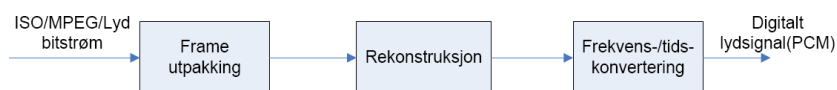
3.1.2.3 Gangen i komprimeringen

I korte trekk fungerer komprimeringen ved at den analyserer mønster i et lydsignal og sammenligner det med modeller for menneskelig hørsel og oppfattelsesevne. De delene av signalet som ikke er absolutt nødvendige for å reproducere et tydelig signal blir forkastet, se figur 3.4. Skal videre se kort på de ulike stegene i komprimeringen[22]:

- Signalet blir delt opp i mindre deler som blir kalt frames, i størrelsesorden på brøkdeler av et sekund.
- Hele spekteret av hørbare frekvenser blir analysert for å avgjøre hvordan bitene må bli fordelt for å få den beste lyden ut av signalet.
- Maksimalt antall bit en kan ta med i hver frame blir regnet ut fra bitraten som er angitt i omkoderen. Dette steget avgjør hvor mye av det hørbare lydsignalet som blir lagret, og hvor mye som blir kuttet bort.
- Frekvensspredningen i hver enkelt frame blir sammenlignet med matematiske modeller fra menneskelig psykoakustikk som er lagret i codecen. Ut fra denne modellen kan en avgjøre hvilke frekvenser som må bli gjengitt nøyaktig fordi de er hørbare for mennesker, og hvilke frekvenser en enten kan utelate eller allokere færre bit til.
- Det som er igjen, blir komprimert ved hjelp av Huffman-koding.
- Samlingen av frames blir satt sammen til en seriell bitstrøm, med headerinformasjon i starten av hver enkelt frame. Se oppbygning av header i tabell 3.1.

Posisjon	Formål	Lengde (bit)
A	Frame-synkronisering	11
B	MPEG audio versjon (MPEG-1, 2 osv)	2
C	MPEG layer (Layer I, II, III osv)	2
D	Beskyttelse	1
E	Bitrate-indeks (feks 128 kbps , hentes ut fra oppslagstabell)	4
F	Samplerate-frekvens (for eksempel 44.1kHz, hentes ut av oppslagstabell)	2
G	Utfyllingsbit	1
H	Privat bit	1
I	Kanalmodus(stereo, joint stereo, mono osv)	2
J	Modusutvidelse (blir kun brukt ved joint stereo)	2
K	Kopibeskyttelse (av eller på)	1
L	Original (av, dersom det er en kopi)	1
M	Emphasis bit (understreking, lite brukt)	2

Tabell 3.1: Innhold i 32 bit lang headerfil i MP3



Figur 3.5: Dekoding av MP3[20]

3.1.3 Dekoding

I grove trekk kan en si at dekodningen av MP3-filer er omvendt av omkodningen, se figur 3.5. En mer detaljert beskrivelse av omkodning og dekodning av MP3 kan finnes i [20] og [18].

3.2 Andre digitale musikkformater

Nedenfor følger en kort oversikt over noen av de mest vanlige formatene for digital musikk. Der grad av komprimering er oppgitt sammenligner en med lyd fra CD som tar ca 10 MB per minutt[8].

AA Audible er formatet som blir brukt av Audible.com. Dette formatet er designet for tale som lydbøker og radioprogram. Mange portable spillere støtter AA.

AAC Advanced Audio Coding er blant annet utviklet av Dolby Laboratories og er mest kjent som formatet som blir brukt på iPod. Apple og Real har egen DRM (Digital Rights Management) for å kopibeskytte nedlastede filer fra henholdsvis iTunes og Real Rhapsody. iPod er den eneste MP3-spilleren som kan spille av kopibeskyttede AAC-filer, gitt at de er fra iTunes Music Store.

FLAC Free Lossless Audio Codec, et format med åpen kildekode som bruker en algoritme som beholder alle 1'ere og 0'ere i den ukomprimerte fila. Populær blant audiofile som ikke er fornøyd med lyd kvaliteten på filformat som komprimerer filene mer. Komprimerer ukomprimert lyd i CD-kvalitet 30-50%.

OGG Ogg Vorbis har god lyd kvalitet, og i tillegg åpen kildekode som gjør at det ikke er lisensavgift på verken omkodning eller avspilling av musikk. Er ikke like utbredt som de mest brukte formatene AAC, MP3 og WMA.

WAV/AIFF Dette er ukomprimert lyd, slik som en finner på vanlige CDer. WAV og AIFF blir brukt på henholdsvis Windows-maskiner og Mac. WAV tar opp ca 10MB lagringsplass per minutt, i motsetning til en typisk MP3 som tar opp ca 1MB lagringsplass per minutt.

WMA Windows Media Audio er Microsoft sitt format. Har bedre lyd enn MP3 med samme bitrate. Kan i noen tilfeller inneholde kopisperre. De fleste MP3-spillere støtter avspilling av WMA.

APPLE LOSSLESS Dette er et mindre komprimert lydformat, som komprimerer filene 40-60 %, avhengig av musikktype. Filene er større, men til gjengjeld er lyd kvaliteten bedre. Som navnet tilsier er det Apple sitt format, og det kan kun brukes i deres spillere.



Figur 3.6: Creative Zen X-fi - Flash-basert MP3-spiller med WLAN[4]



Figur 3.7: Wolverine ESP - Harddisk-basert MP3-spiller[6]

3.3 Utstyr for avspilling av digital musikk

Avspilling av digital musikk foregår i stor grad på datamaskiner, men siden denne oppgaven omhandler frittstående MP3-spillere skal en videre ta for seg denne typen avspillere.

3.3.1 Ulike typer avspillere av digital musikk

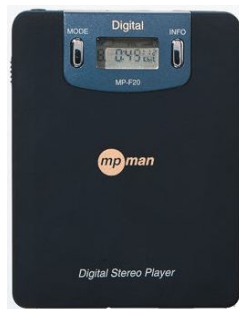
Det finnes mange varianter av avspillere for digital musikk, og det er vanlig å gruppere dem etter hvordan de lagrer og spiller av musikk, enten harddisk, flash-disk, nettverk eller CD.

Flash-baserte spillere lagrer digitale lydfiler på internt flash-minne eller utskiftbare minnekort. Opprinnelig hadde flash lite lagringsplass, men en kan nå få kommersielle spillere med minne opp til 32GB, se figur 3.6. Disse spillerene har ingen bevegelige deler og trekker derfor mindre strøm og tåler mer støt enn harddisk-baserte spillere.

Harddisk-baserte spillere leser digitale lydfiler fra en harddisk. Har høyere kapasitet enn flash-baserte spillere, opp til 250GB, se figur 3.7.

Nettbaserte spillere kobler til et nettverk for å motta og spille av lydfiler. Denne typen spillere finnes både som harddisk-baserte og flash-baserte spillere.

I tillegg finnes det bærbare MP3 CD-spillere som kan omkode og spille av digitale lydfiler som er lagret på CD, men dette er en type som blir mer og mer sjelden ettersom de både er mindre brukervennlige, har mindre kapasitet og bevegelige deler som gjør at de blir påvirket av støt og vibrasjoner.



Figur 3.8: MPMAN F10



Figur 3.9: Rio PMP300



Figur 3.10: iPod Classic

De siste årene har mange spillere i tillegg til å spille av musikk, støtte for å vise både bilder og video, i tillegg til at disse funksjonene har blitt implementert i mange mobiltelefoner.

3.3.2 Fra MPMAN til iPod og musikkmobiler

Den første MP3-spilleren kom ut for kommersielt salg i 1998. Den het MPMAN F10, se figur 3.8, ble produsert av koreanske Saehan Information Systems og hadde en utsalgspris på 250\$. Den hadde et flash-minne på 32MB, en størrelse på 91 x 70 x 16,5 mm og et lite LCD-display som gav en indikasjon på hva som ble spilt. Overføring av musikk fra PC skjedde ved hjelp av parallell-porten[28].

I september 1998, lanserte Diamond Multimedia Rio PMP300, se figur 3.9. Et tiltalende design, en utsalgspris på rundt 200\$ samt mye oppmerksomhet i forbindelse med at de ble saksøkt av RIAA (Recording Industry Association of America) for brudd på Audio Home Recordings Act gjorde at denne solgte veldig bra, og også feilaktig har blitt anerkjent som den første kommersielle MP3-spilleren på markedet. Denne spilleren hadde i likhet med MPMAN F10 32 MB lagringsplass, men kunne utvides til 64 MB ved hjelp av et SmartMedia-kort[19].

Avspilleren som gjorde at MP3-spillere ble mer allemannseie, var Apple sin iPod, se figur 3.10. Den kom i 2001, hadde opprinnelig en 1.8" harddisk på 5GB og overføring av musikk via Firewire. Den første iPoden var bare kompatibel med Mac, men i 2002 kom Apple med sin andregenerasjons iPod som hadde støtte for både Mac og Windows. Foreløpig siste generasjon av iPod Classic, generasjon 6.5, har 120GB harddisk, og støtte for både bilder og video.

I tillegg til iPod Classic, har Apple avspillere for digital musikk som dekker



Figur 3.11: Nokia 5310 Xpressmusic - Musikkmobil

hele segmentet av frittstående MP3-spillere, fra den enkle iPod Shuffle til iPod Touch som i tillegg til støtte for bilder og video, har innebygget trådløs tilkobling til Internett[7]. Apple har en markedsandel på opp mot 75% i enkelte land (2008)[24].

I 2003 ble MP3-spillere for første gang integrert i mobiltelefoner i Sør-Korea. Dette ble fulgt opp av mobilprodusenter over hele verden, og i 2005 hadde alle de ledende mobilprodusentene, Nokia, SonyEricsson, Samsung, Motorola og LG musikktelefoner, se figur 3.11. I 2006 ble det solgt rundt en million musikkmobiler i Norge, dobbelt så mange som antallet frittstående MP3-spillere. Markedsleder i segmentet for frittstående MP3-spillere, Apple, fulgte som en følge av dette opp med sin iPhone som er en telefon og en iPod i ett[30].

Kapittel 4

Utvikling av spesifikasjon

Dette kapitlet tar for seg utvikling av spesifikasjonen av MP3-spilleren. I henhold til V-modellen tar en først for seg de funksjonelle kravene fra bruker og ordner disse i et produktkravdokument. Neste steget er å utarbeide tekniske krav. Da ser en på hvilke tekniske spesifikasjoner en må ha for å tilfredsstille produktkravene. Dette blir deretter ordnet i et eget dokument kalt Tekniske krav.

4.1 Funksjonelle krav

De funksjonelle kravene er de kravene som brukeren eller kunden har til systemet. Dette er en liste over egenskaper som brukeren ønsker at produktet skal ha. Utvikleren skal så se på hvordan en kan tilfredsstille kravene, og om det er noen krav som ikke er mulig å tilfredsstille.

Noen krav som er satt er:

- MP3-spilleren skal spille av MP3-filer
- En skal kunne bygge opp egne spillelister
- Lokalt minne for å kunne spille av musikk uten nett-tilkobling
- MP3-spilleren skal kunne spille av musikk fra nettdisk

Produktkravdokumentet følger under. Det inneholder nummererte referanser til de ulike kravene og akseptansekrav. Grunnen til at kravene nummereres er for å oppnå sporbarhet, som er et viktig element i V-modellen. Det vil si at krav som blir fremstilt på et lavt nivå i modellen skal kunne spores tilbake til det øverste nivået.

PRODUKTKRAVDOKUMENT

Krav ref	Produktkrav	Akseptansekrav	Test Ref
PK-1	MP3-spilleren skal spille av MP3-filer	MP3-spilleren spiller av MP3-filer	TPK-1
PK-2	MP3-spilleren skal være liten, lett og portabel	Selve spilleren bør være innenfor størrelsen 120mm x 150 mm og under 1 kg	TPK-2
PK-3	MP3-spilleren må kunne spille av flere filer per avspilling.	Når en fil i spillelisten er slutt, skal spilleren fortsette med neste fil.	TPK-3
PK-4	MP3-spilleren skal kunne avspille musikk fra minnepinne.	Ved tilkobling av en USB-minnepinne i spilleren, skal spilleren registrere dette, og det skal være mulig å bla gjennom filene.	TPK-4
PK-5	En skal kunne bygge opp en spilleliste	Det skal være mulig å velge sanger til en spilleliste, lagre listen og hente den opp/redigere den senere.	TPK-5
PK-6	Lokalt minne for å kunne spille musikk uten nettilkobling	Skal kunne legge inn MP3-filer på lokalt minne, og browse denne for avspilling.	TPK-6
PK-7	Display slik at en kan velge musikk fra nettdisk	MP3-spilleren skal ha et display der en kan vise mappestruktur og deretter velge filer.	TPK-7
PK-8	Trådløs og trådbasert data-nettilkobling	MP3-spilleren skal kunne koble seg til en spesifisert nettdisk ved hjelp av både WLAN- og Ethernet-tilkobling	TPK-8

Krav ref	Produktkrav	Akseptansekrav	Test Ref
PK-9	Kan avspille filer fra nettdisk	Ved tilkobling til nettdisk, skal en kunne browse og spille av filer som om det var en lokal disk.	TPK-9
PK-10	Kan tilkobles stikkontakt	MP3-spilleren skal ha mulighet for å koble til stikkontakt, og samtidig ha en fysisk bryter for å slå spilleren på og av.	TPK-10
PK-11	Lydkvalitet: Rimelig fyldig lyd / Ikke mobiltelefonhøytaler kvalitet	Klar og fin lyd uten skurring, en hører detaljer i musikken.	TPK-11
PK-12	Lydstyrke: bruke i et middels stort rom	Kunne spille av med høyt volum uten at lyden forvrenges.	TPK-12
PK-13	Systemet skal ikke generere støy	Vifteløst system	TPK-13

USE-CASE:	Valg av musikk
Aktør	Bruker
Pre-betingelser	MP3-spilleren er klar til bruk
Post-betingelser	MP3-spilleren spiller av musikk
Normal Hendelsesflyt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bruker åpner musikkbibliotek 2. MP3-spiller viser tilgjengelige destinasjoner 3. Bruker velger destinasjon 4. MP3-spiller viser mapper på valgt destinasjon 5. Bruker velger mappe 6. MP3-spiller viser filer i mappe 7. Bruker velger fil 8. MP3-spiller spiller av fil.
Variasjoner	<ol style="list-style-type: none"> 3a. Bruker går tilbake. MP3-spiller går ut av bibliotek 5a. Bruker går tilbake. Gå tilbake til 2. 7a. Bruker går tilbake. Gå tilbake til 4.

Tabell 4.2: Use case - Valg av musikk

4.2 Fra funksjonelle til tekniske krav

Når kunde og utvikler har blitt enige om et endelig produktkravdokument, skal funksjonskravene omsettes til tekniske krav. I tillegg til selve produktkravdokumentet, er Use case-diagrammer et hjelpemiddel for å komme fra funksjonelle til tekniske krav. En tar da for seg ulike scenarioer i bruken av produktet, som avspilling av musikk eller oppretting av spillelister, se utdrag fra Use Case i tabell 4.2. Resterende Use Case finnes i vedlegg A på side 71.

De tekniske kravene blir satt opp i en tabell med referanser til hvilke produktkrav de skal tilfredsstille. For eksempel har en et produktkrav som går på at MP3-spilleren skal være liten, lett og portabel. For å tilfredsstille dette kravet har en sagt at MP3-spilleren skal være mindre enn 120 x 150 mm og veie mindre enn 1 kg. Videre følger en tekstlig beskrivelse av hvordan en kom frem til kravene.

4.2.1 Avspilling av MP3-filer

For å spille av MP3-filer må en også ha komponenter som kan lese og dekode MP3-filer. Dette kan gjøres i software. I tillegg må en ha en modul som gjør at en kan få lyden ut. Det er også krav om at lyd kvaliteten skal være bedre enn typisk mobiltelefon-høytalere. En bør da ha en lydmodul som kan gi god

lydkvalitet. En mye brukt lydmodul i PC er AC'97 (Audio Codec '97) som er utviklet av Intel[23].

4.2.2 Størrelse

For at MP3-spillere skal være liten, lett og portabel, kan en ta utgangspunkt i 120mm x 150 mm. Tykkelsen vil avhenge av eksterne enheter som tykkelse på skjerm og ethernetport, men en bør prøve å få den så tynn som mulig, helst mindre enn 40-50 mm. Materialet i selve MP3-spillere bør være lett, og derfor være laget av tynn aluminium eller plast, og veie mindre enn 1 kg. Dersom en vil ha høyttalere integrert eller eventuelt ha avtagbare høyttalere på MP3-spillere, kan en ha et noe større system, men en bør da ha et håndtak som forenkler flytting.

4.2.3 Organisering av spillelister

Det er ønskelig å kunne opprette spillelister. Dette kan en gjøre ved å støtte skriving og lesing av M3U-filer (MPEG URL). M3U-filer er tekstfiler som inneholder lenker eller URL til destinasjonen til de ulike MP3-filene som skal spilles av[22].

4.2.4 Skjerm

Det er ønskelig å bla gjennom filene på MP3-spillere, og en bør ha en skjerm som kan vise både mapper og flere rader med filer for at det skal bli oversiktlig. Et minstekrav er et 20x4 linjers display, men det er ønskelig å ha et grafisk display der det er plass til mer informasjon.

4.2.5 Tastatur

For å kunne navigere i menyene, bør en som et minstekrav ha fire taster; opp, ned, venstre og høyre, der opp og ned brukes til å navigere i menyer, mens venstre og høyre brukes til å bekrefte valg og gå tilbake. Trykkfølsom skjerm kan være et alternativ dersom det ikke blir for kostbart eller for komplisert med tanke på tilkobling til hovedenheten.

4.2.6 Nettverk

Det er satt som et funksjonskrav å ha mulighet for både trådløst og trådfast nettverk. Må da ha RJ45-kontakt for Ethernet og et operativsystem som støtter drivere for Ethernet. For å få trådløst internett må en ha en trådløs-modul for WLAN. Dette finnes enten som USB-pinner dersom en har komponenter som kan fungere som USB-host, eller integrert på kortet. Det må også være støtte for drivere.

4.2.7 Operativsystem

Det er hensiktsmessig å ha et operativsystem som kan ta seg av drivere for WLAN, Ethernet, USB, skjerm og tastatur. Et naturlig valg vil da være en Linux-distribusjon, da dette egner seg godt til utvikling og også har åpen kildekode.

4.2.8 Strømforsyning

Det er ønskelig å kunne koble MP3-spilleren til strømnettet. I tillegg er det praktisk å ha en av/på bryter som gjør at en ikke trenger å plugge MP3-spilleren inn og ut av stikkontakten for å skru den av og på. I første omgang ser en for seg å kunne koble til standard PC-høytalere i en egen stikkontakt, men dersom en ønsker å benytte bare en stikkontakt for å drive både MP3-spilleren og høytalere må en finne komponenter som kan drives med lik spenning, eller eventuelt konstruere en krets som kan levere ulik spenning til de forskjellige komponentene.

4.2.9 Tilkobling av lytteenhet

En skal kunne bruke både hodetelefoner og samtidig kunne koble til PC-høytalere. En velger da å bruke en 3.5 mm stereojack-inngang, som er den mest brukte tilkoblingen både for hodetelefoner og PC-høytalere.

4.2.10 Ikke egenstøy fra MP3-spilleren

For å unngå at MP3-spilleren har egenstøy, må en velge komponenter som ikke har vifte.

4.3 Tekniske krav

Under følger en oppsummering av de tekniske kravene med spesifikasjoner i tabellform. De er nummerert etter hvilke produktkrav de skal tilfredsstillere slik at teknisk krav 1.1 (TK-1.1) og test teknisk krav (TTK-1.1) refererer til produktkrav 1 (PK-1).

TEKNISKE KRAV

Produktkrav	Krav ref	Spesifikasjon	Akseptansekrav	Test ref
PK-1: MP3-spilleren skal spille av MP3-filer	TK-1.1	MP3-codec	MP3-spilleren spiller av en MP3-fil	TTK-1.1
	TK-1.1.1	MPlayer		
PK-2: MP3-spilleren skal være liten, lett og portabel	TK-2.1	120 mm x 150 mm	Spilleren er innenfor oppgitt størrelse	TTK-2.1
	TK-2.2	Under 1 kg	Spilleren er innenfor oppgitt vekt	TTK-2.2
PK-3: MP3-spilleren må kunne spille av flere filer per avspilling.	TK-3.1	Detektere når fil er slutt, og deretter starte avspilling av neste fil	Starte avspilling av spilleliste. Når filen er slutt, skal avspilling av neste fil starte.	TTK-3.1
PK-4: MP3-spilleren skal kunne avspille musikk fra minnepinne.	TK-4.1	USB-tilkobling	MP3-spilleren detekterer en USB minnepinne når den blir koblet til.	TTK-4.1
	TK-4.1.1	Driver for USB 2.0 host		

Produktkrav	Krav ref	Spesifikasjon	Akseptansekrav	Test ref
PK-5: En skal kunne bygge opp en spilleliste	TK-5.1	Støtte for skrive å M3U-filer	Kunne skrive og lagre en M3U-fil. Bør også kunne redigere M3U-filer.	TTK-5.1
	TK-5.2	Støtte for å lese M3U-filer	Kunne lese en M3U-fil	TTK-5.2
PK-6: Lokalt minne for å kunne spille musikk uten nettilkobling	TK-6.1	SD-kort-leser	Spille av MP3-filer fra SD-kort	TTK-6.1
PK-7: Display slik at en kan velge musikk fra nettdisk	TK-7.1	Display	Displayet viser MP3-filer i en liste.	TTK-7.1
	TK-7.1.1	Driver for display		
	TK-7.1.2	20 x 4 linjer eller 480 x 272 pikslers oppløsning		
	TK-7.2	Tastatur	En kan navigere i menyer ved hjelp av tastaturet	TTK-7.2
	TK-7.2.1	Drivere for tastatur		
PK-8: Trådløs og trådbasert data-nettilkobling	TK-8.1	WLAN	MP3-spilleren kan finne tilgjengelige trådløse nettverk, og kan koble til disse.	TTK-8.1
	TK-8.1.1	Drivere for WLAN		

Produktkrav	Krav ref	Spesifikasjon	Akseptansekrav	Test ref
	TK-8.2	Ethernet-kontakt (RJ-45)	Pinge MP3-spilleren fra en annen datamaskin på angitt adresse, f.eks med kommandoen: ping 129.241.154.142	TTK-8.2
	TK-8.2.1	Drivere for Ethernet		
PK-9: Kan avspille filer fra nettdisk	TK-9.1	Sette opp Network Fileshare på PC og lage metoder for å koble til denne med MP3-spilleren	Ved tilkobling til nettdisk, skal en kunne bla gjennom og spille av filer som om det var en lokal disk.	TTK-9.1
PK-10: Kan tilkobles stikkontakt	TK-10.1	Batteri-eliminator 230 VAC - 5V DC	Spenningen som eliminatoren gir ut er 5 VDC	TTK-10.1
	TK-10.2	Av/på krets.	Knappetrykk når spilleren er av fører til at spilleren skrus på, avknapp i software fører til at spilleren skrus av.	TTK-10.2
PK-11: Lydkvalitet: Rimelig fyldig lyd / Ikke mobiltelefon-høytalerkvalitet	TK-11.1	Lydmodul, feks AC'97	Klar og fin lyd uten skurring, en hører detaljer i musikken.	TTK-11.1

Produktkrav	Krav ref	Spesifikasjon	Akseptansekrav	Test ref
PK-12: Lydstyrke: bruke i et middels stort rom	TK-12.1	PC-høyttalere	Kunne spille av med høyt volum uten at lyden forvrenges	TTK-12.1
	TK-12.1.1	3.5 mm Stereojack		
PK-13: Systemet skal ikke generere støy	TK-13.1	Vifteløse komponenter	Ingen egenstøy når MP3-spilleren er på.	TTK-13.1

Kapittel 5

Valg av hovedkomponenter

Dette kapittelet tar for seg valg av komponenter som kan tilfredsstill de tekniske kravene en har kommet frem til. En ser da på hvilken type programvare en vil bruke, og velger hardware ut fra dette.

5.1 Valg av programvare

Ut fra de tekniske kravene ser en behov for et operativsystem som kan ta seg av drivere for Ethernet, lyd, SD-kort og kommunikasjonen mellom applikasjonsprogrammet og disse enhetene. Med tanke på at løsningen skal være rimelig, har en tatt utgangspunkt i Linux. Linux er gratis og det kreves ikke lisenser for å bruke det. Når en skal foreta valg av hardware har en sett på komponenter som har mulighet til å kjøre Linux.

5.2 Valg av hardware

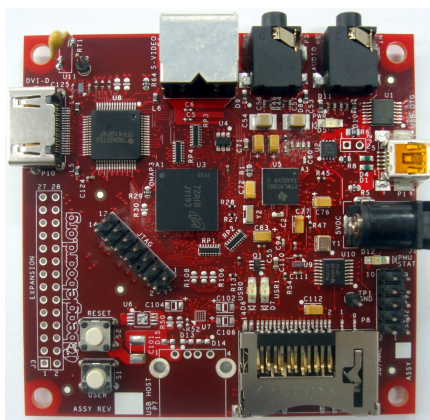
For å finne komponenter til MP3-spilleren har en tatt utgangspunkt i de tekniske kravene og foretatt et bredt søk på ulike utviklingskort som kan kjøre Linux. En bestemte seg for å se nærmere på to ulike alternativer. Det ene alternativet er basert på ettkortsdatamaskinen Beagle Board fra Texas Instruments og Digi-Key, og det andre alternativet er basert på Atmel sitt utviklingskort NGW100 og Mediamia Technologies sitt utvidelseskort RMT1.

De to alternativene har blitt sammenlignet i forhold til tekniske egenskaper som støtte for skjerm eller fysisk størrelse. En har også sett på andre faktorer som kjente problemer i bruken av komponentene, tilgjengelighet på brukerstøtte og pris på tilleggskomponenter en har behov for. For en sammenligning av de to alternativene der en ser på hvordan en overordnet kan tilfredsstill de tekniske kravene som er satt, se tabell 5.2.

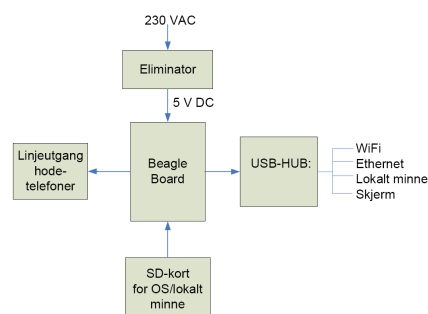
Informasjon om de to alternativene er hentet fra hjemmesidene til Atmel (<http://www.atmel.com/>) og Beagle Board (<http://beagleboard.org/>) og internetforum der brukere av disse komponentene har delt sine erfaringer, AVR-freaks (<http://www.avrfreaks.net/>) og Beagle Board | Google Groups (<http://groups.google.com/group/beagleboard>).

Krav relatert til hardware		Alternativ I: Beagle Board	Alternativ II: NGW100 + RMT1
Tekniske krav	Spesifikasjon (Minstekrav)	Oppnår teknisk krav	Oppnår teknisk krav
Størrelse	120 mm x 150 mm	78.74 x 76.2 mm (selve kortet), men må regne med en del større pga tilkobling av SD-kort og USB	100 x 120 mm (NGW 100), 117 x 109 mm (RMT1)
Trådløst nettverk	WLAN	Mulig via USB	Ja, ved hjelp av SDIO eller SPI, men implementasjonen er ikke triviell
Trådfast nettverk	RJ-45-kontakt	Mulig via USB	To RJ-45-kontakter på NGW100
Høytalere	3.5 mm linje-utgang (jack)	Ja	Ja
Knapper	Minimum 4 taster	Mulig via USB	Støtte og tilkobling for trykkfølsomt panel
Ikke egenstøy	Vifteløse komponenter	Ja	Ja
Tilkobling til stikkontakt	Batterieliminatør 230 VAC	Batterieliminatør 230 VAC - 9V DC	Batterieliminatør 230 VAC - 5V DC
Skjerm	20 x 4 linjer	20 x 4 linjer via I2C eller USB	Støtte for LCD
Lydstøtte	Lydmodul	Audio CODEC TWL4030	AC' 97

Tabell 5.2: Sammenligning av komponentalternativer



Figur 5.1: Beagle Board



Figur 5.2: Mulig design basert på Beagle Board

Et tredje alternativ blir også presentert. Dette alternativet er basert på Atmel sitt utviklingskort EVK1105 og har all funksjonaliteten en er ute etter i ett kort, men kom på markedet etter at en hadde vurdert de to andre alternativene og bestilt komponenter.

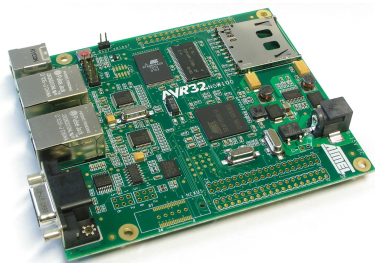
5.2.1 Alternativ I: Beagle Board

Det første alternativet er basert på Beagle Board. Beagle Board er en billig laveffekts ettkorts-datamaskin produsert av Texas Instruments i samarbeid med Digi-Key med tanke på åpen kildekode-utvikling. Noen av spesifikasjonene til dette kortet er en ARM-prosessor som yter 600 MHz, støtte for video og lyddekoding med tilkoblingsmuligheter for dette, SD/MMC-kort og USB 2.0 On-the-go[3].

Fordelen med dette kortet er at det har en USB 2.0 OTG-port som gjør at det er enkelt å koble til eksterne komponenter som USB-hub med Ethernet, WLAN, Bluetooth og USB minnepinne. I tillegg er kortet lite, lett og vifteløst.

Kortet har også støtte for å koble til skjerm ved hjelp DVI-D eller S-video. Det finnes dessverre få skjermer som er små nok til å oppfylle kravene om størrelse. De som finnes er til gjengjeld svært kostbare. Alternativet er da å bruke et LCD-display som sender data til ved hjelp av I2C eller USB.

Beagle Board har innebygd lydcodec og 3.5 mm stereojack-kontakt for tilkobling av hodetelefoner eller PC-høytalere, men i følge andre som har brukt kortet er det problemer med å få lyden til å fungere. Det skal komme en ny versjon av kortet, der lyden skal fungere, men datoen for dette er noe usikker, og taler til fordel for det andre alternativet. I tillegg har mange hatt problemer med



Figur 5.3: Atmel: NGW100



Figur 5.4: Mediama Technologies: RMT1

ustabilt trådløst internett, og det er bare trådløst-kort fra enkelte produsenter som fungerer[2].

5.2.2 Alternativ II: NGW100 + RMT1

Det andre alternativet er basert på Atmel sitt Network Gateway-kit NGW100, se figur 5.3, og Mediama Technologies sitt utvidelseskort RMT1, se figur 5.4. NGW100 har to Ethernet-kontakter, LCD-kontroller og lydcodecen AC97. Ved å utvide kortet med RMT1 får en blant annet 3.5 mm stereojack-kontakt, LCD-kontakt slik at en kan koble til mindre LCD-skjermer, støtte for trykkfølsomt panel og krets for av/på-bryter.

Et problem med dette alternativet er muligheten for WLAN og avspilling av musikk fra minnepinne. Det er ikke støtte for USB-host på AP7000-prosessoren på NGW100, og en kan dermed ikke tilfredsstillere kravet om å kunne koble til minnepinne via USB. Det vil likevel være mulig å lagre MP3-filer på SD-kortet dersom det er ledig kapasitet der. En løsning på WLAN kan være såkalte SDIO-kort. Det finnes drivere for enkelte modeller som kan kontrolleres ved hjelp av SPI, men de som er kommersielt tilgjengelige er kostbare og ikke trivielle å implementere[1].



Figur 5.5: Atmel: EVK1105[16]

5.2.3 Alternativ III: EVK1105

Det tredje alternativet er et nytt utviklingskort fra Atmel, se figur 5.5. Det er laget med tanke på nettopp applikasjoner som medie-avspillere, og har skjerm, knapper, støtte for USB-minnepinne og lydutgang integrert på kortet. I tillegg har det støtte for Ethernet gjennom RJ-45-kontakten, samt støtte for utvidelse til WLAN ved hjelp av et kommende trådløs-kit[16].

5.2.4 Sammenligning av pris

Det skal legges vekt på at løsningen er rimelig. En har gjort et prisoverslag på komponenter som kan inngå i de to alternativene, se tabell 5.3. Prisene som er oppgitt er uten frakt. En ser at alternativ II er 485 kroner billigere enn alternativ I.

5.2.5 Oppsummering av valg

Alternativ I basert på Beagle Board har usikkerhet knyttet til både lyd og mulighet for trådløst Internett, i tillegg til at det er usikkert når den nye utgaven av kortet kommer ut for salg.

Alternativ II basert på Atmel sitt NGW100 har støtte for Ethernet direkte på hovedkortet, men har også usikkerhet rundt trådløst Internett. En fordel med

Prissammenligning (Priser beregnet med dollarkurs 6,92 per 01.02.09)

Alternativ I: Beagle Board			
Type komponent	Produktnavn	URL nettbutikk	Pris
Strømeliminatør	5V adapter	digkey.com	115,40
Utviklingskort	Beagle Board rev B	spesialcomp.com	1103,30
LCD-display	CFA-635 USB LCD 20x4 + keypad	crystalfontz.com	528,06
USB WLAN	Wireless G USB Adapter	belkin.com	277,49
USB-hub	USB hub - 3 USB + Ethernet	supermediastore.com	277,56
Totalpris			2301,80

Alternativ II: NGW100 + RMT1			
Type komponent	Produktnavn	URL nettbutikk	Pris
Strømeliminatør	5V adapter	digkey.com	115,40
Utvidelse til NGW100	RMT1: NGW100 Peripheral Board	mediamatech.com	711,00
Utviklingskort	Atmel NGW100	atmel.com	773,00
Trykkfølsomt panel	Hantouch HT043A-NCOFD52	sparkfun.com	163,00
LCD-display	Sharp LQ043T3DX01	ebay.com	170,00
Totalpris			1817,00

Tabell 5.3: Prissammenligning av komponentalternativer

NGW100 i forhold til tilgang på hjelp er at NTNU har gode forbindelser på Atmel, i tillegg til Atmel sitt brukerforum AVRfreaks, der en kan få svar dersom en står fast. Prismessig er alternativ II 485 kroner billigere enn alternativ I. Dette taler også til fordel for alternativ II. På bakgrunn av dette har en valgt å gå videre med alternativ II.

Valget av komponenter fører til at noen produktkrav og følgelig også tekniske krav ikke kan tilfredsstilles. NGW100 har ikke støtte for USB-host, og en kan dermed ikke spille av filer fra minnepinne (PK-4). En har også valgt å utelate trådløst nettverk (PK-8, TK-8.1), da dette virket vanskelig å gjennomføre i tillegg til at de komponentene som foreløpig er kommersielt tilgjengelige er dyre. Trådløst nettverk er en mulig utvidelse og designet vil derfor ta utgangspunkt i at en skal ha trådløst nettverk, for så å utelate det i implementeringen av MP3-spilleren.

Kapittel 6

Design

Dette kapitlet tar for seg designet av MP3-spilleren. På Hardware-siden ser en på hvilke komponenter som skal tas i bruk, hvilke oppgaver de har og hvordan de er koblet sammen. På programvare-siden tar en for seg oppbygging av programvaren og oppdeling i moduler. I beskrivelsen av de enkelte modulene har en kommentert eventuelle avvik fra design til implementasjon eller avvik fra de tekniske kravene. For eksempel har ikke trådløst nettverk blitt implementert.

6.1 Hardware-moduler

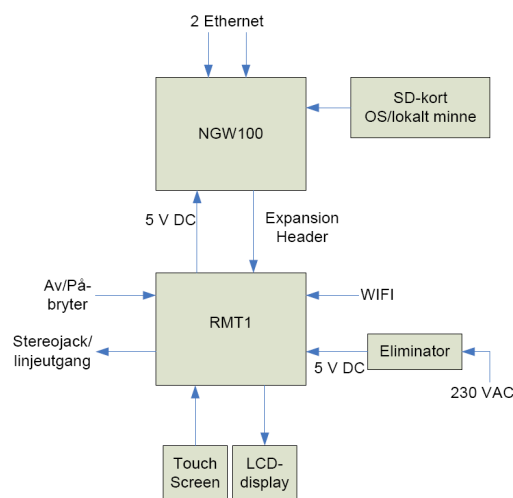
MP3-spilleren består grovt sett av tre hovedkomponenter; Hovedkortet NGW100, tilleggskortet RMT1 og skjermen som består av et 4,3" Sharp-display med et Hantouch trykkfølsomt panel montert, se figur 6.1.

6.1.1 Hovedkort: NGW100

NGW100 fra Atmel er hovedkomponenten i MP3-spilleren, og de RMT1 er koblet til NGW100 ved hjelp av utvidelsesheadere. En kjører operativsystemet Linux og lokal lagring på SD-kort.

Noen egenskaper til NGW100 er[5]:

- 16-bit stereo audio DAC via ytre enheter.
- TFT/STN LCD-kontrollere med støtte for opptil 2048x2048 piksler
- 480 Mbps USB 2.0
- To 10/100 Ethernet
- Serielle grensesnitt som for eksempel RS232, USART, AC97, TWI/I2C, SPI



Figur 6.1: Overordnet design NGW100 + RMT1

6.1.2 Tilleggs kort: RMT1 fra Mediam Technologies

RMT1 er laget for å utvide funksjonaliteten til NGW100 på en enkel måte. Den har strømforsyning og kontakt for tilkobling av LCD-display, kontroller for trykkfølsomt panel, AC'97 lydcodec med stereojack-utgang og støtte for av/på bryter. Dette gjør at en kan tilfredsstille tekniske krav som NGW100 ikke kan tilfredsstille alene[17].

6.1.3 Skjerm og trykkfølsomt panel

Displayet som er valgt er en Sharp LQ043T3DX02. Det er 4,3 tommer og har en oppløsning på 480 x 272 piksler. Displayet er ment å erstatte ødelagt skjerm i Sony sin PlayStation Portable, men har blitt et populært display til bruk i folk sine egne prosjekter da det er billig og lett tilgjengelig. Displayet skal vise filene på MP3-spilleren, informasjon om filene under avspilling og knappene for betjening av MP3-spilleren.

Det trykkfølsomme panelet er en Hantouch HT043A-NCOFD52 som er tilpasset til bruk med displayet, og sammen med skjermen utgjør panelet grensesnittet mot brukeren.



Figur 6.2: Standardboks Farnell, varenr. 916-6130

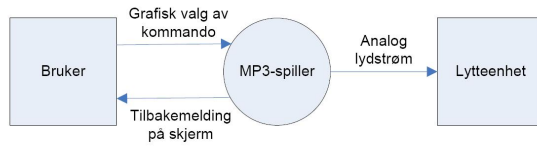
6.1.4 Sammenkobling av hardware

NGW100 og RMT1 er koblet sammen ved hjelp av tre headere på 36 pinner for overføring av data samt en header på to pinner for å overføre 5 VDC spenning fra RMT1. Disse headerene må loddes på begge kortene.

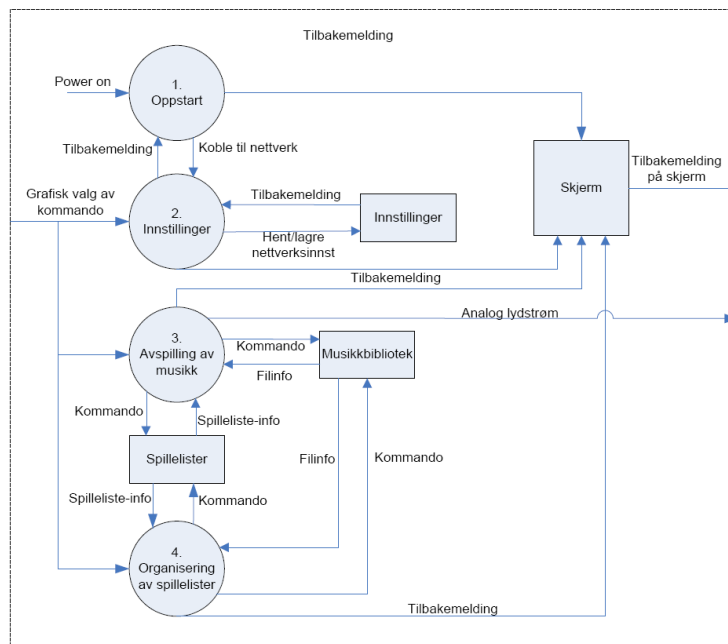
Det trykkfølsomme panelet limes på den grafiske skjermen. Den grafiske skjermen kobles til RMT1 med en 40-pin flatkabel for RGB pixel-data og en 4-pin flatkabel for LED bakgrunnsbelysning, mens det trykkfølsomme panelet kobles til RMT1 med en 4-pin flatkabel[17].

6.1.5 Kabinett

Kabinettet til MP3-spilleren er en boks av aluminium med størrelse 165 x 127 x 77 mm fra Farnell, se figur 6.2. Boksen har blitt tilpasset til MP3-spilleren ved å kutte av bunnen og lage nytt lokk og bunn. Det har blitt stanset ut hull for det trykkfølsomme panelet og for tilkobling av nettverkskabel, RS-232, 3.5 mm jack, på-bryter og 5 V DC-kontakt. Arbeidet har blitt utført av Mekanisk verksted ved institutt for Teknisk kybernetikk.



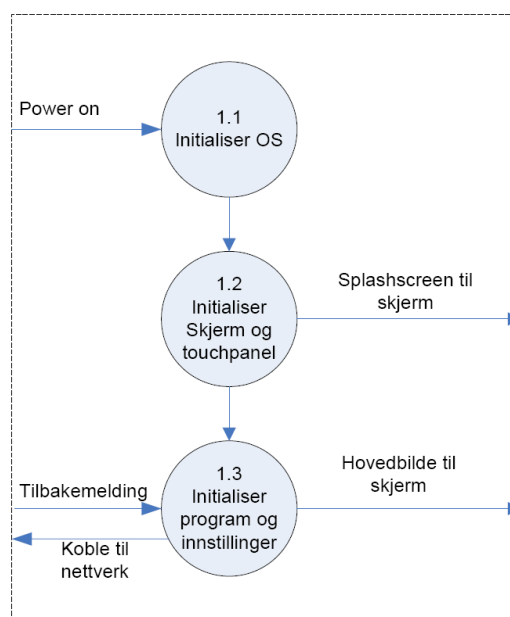
Figur 6.3: Flyttdiagram - Hele systemet



Figur 6.4: Flyttdiagram - MP3-spiller

6.2 Programvare-moduler

En skal nå ta for seg modularisering av MP3-spilleren. På øverste nivå har en MP3-spilleren der bruker gir kommandoer inn via valg av kommando på skjerm, mens MP3-spilleren gir tilbakemelding til bruker via skjerm og analog lyd til lytteenhet, se figur 6.3. Videre kan en dele programvaren på MP3-spilleren inn i fire moduler; Oppstart, innstillinger, avspilling av musikk og organisering av spillelister, se figur 6.4. MP3-spilleren består også skjerm og de tre lagerene innstillinger, spillelister og musikkbibliotek. En skal nå gå nærmere inn på de ulike modulene.



Figur 6.5: Flytdiagram - Oppstart

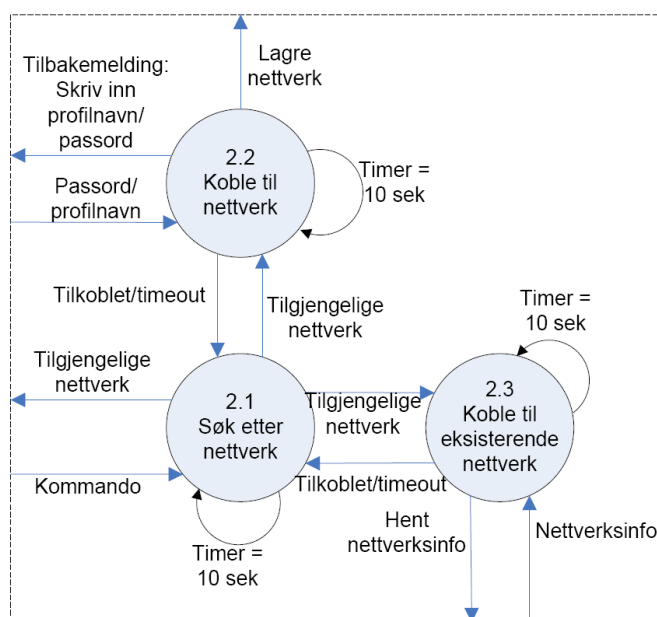
6.2.1 Oppstart

Ved oppstart av MP3-spilleren kjøres initialiseringsrutiner for hele systemet, se figur 6.5. Først blir operativsystemet initialisert. Videre initialiseres skjermen og det trykkløse panelet, og MP3-spilleren viser et oppstartsbilde på skjermen. Til slutt kalles en kommando for tilkobling av nett i modulen for innstillinger. Dette er nærmere beskrevet i neste avsnitt. Etter at en har fått tilbakemelding om nettkoblingen var vellykket eller ikke, startes MP3-spiller-applikasjonen, og hovedbildet på MP3-spilleren vises på skjermen.

6.2.2 Innstillinger

Her kan brukeren gjøre innstillinger i forhold til tilkobling til trådløst nettverk, se figur 6.6. Valgene skal lagres slik at en ikke trenger å gjøre dette på nytt dersom en skrur spilleren av.

Søk etter nettverk (2.1) får inn kommando fra oppstartsprosedyren eller fra bruker. Det blir så søkt etter tilgjengelige nettverk. Etter 10 sekunder får bruker liste med tilgjengelige nettverk eller tilbakemelding om at MP3-spilleren ikke finner nettverk. Dersom MP3-spilleren finner nettverk, kan bruker velge å koble til eksisterende eller nytt nettverk.



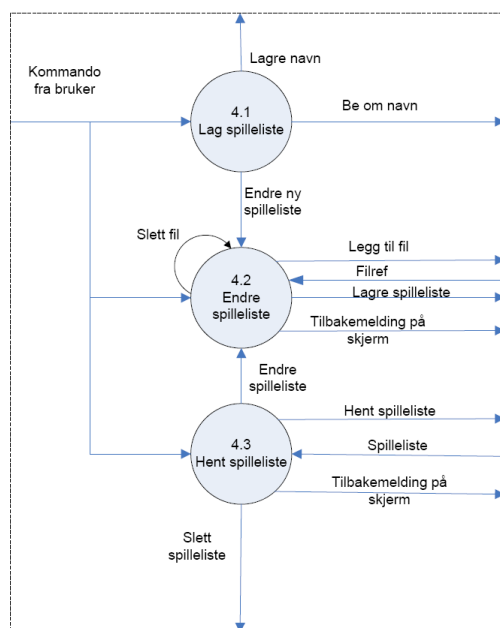
Figur 6.6: Flyttdiagram - Innstillinger

Koble til nettverk (2.2) ber om profilnavn og passord fra bruker. Dette blir lagret i lagrede nettverk, og deretter prøver MP3-spilleren å koble til nettverket. Når en har koblet til nettverket eller når det har gått 10 sekunder, får bruker tilbakemelding om hvorvidt tilkoblingen var vellykket eller ikke.

Koble til eksisterende nettverk (2.3) henter informasjon om lagrede nettverk, og prøver å koble til nettverk. Når en har koblet til nettverket eller når det har gått 10 sekunder, får bruker tilbakemelding om tilkoblingen var vellykket eller ikke.

6.2.2.1 Kommentar til implementering

Innstillinger er laget med hensyn på tilkobling av et trådløst nettverk. En har gått bort fra kravet om trådløst nettverk, og denne modulen er derfor ikke implementert. Tilkobling til nett via nettverkskabelen blir gjort av operativsystemet under oppstarten. Dette gjøres ved hjelp av DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). DHCP gjør at en kan koble nettverkskabelen fra MP3-spilleren til nettverkskontakten i veggen og komme på nett. Nettverket deler da ut IP-adresse automatisk og en trenger ikke å skrive inn passord.



Figur 6.8: Flyttdiagram - Organisering av spillelister

sendes kommando om dette til 3.1 eller 3.2. Avhengig av om spilleren er i modus for avspilling av enkeltfiler eller i modus for avspilling av spilleliste, blir avspillingen enten stoppet eller så vil MP3-spilleren spille av neste sang på spillelisten. Referanse til plasseringen av neste sang på spillelisten blir da sendt tilbake.

6.2.3.1 Kommentar til implementering

Når en spilleliste er slutt skriver MPlayer ut End of File. Dette blir lest av MP3-spilleren som avslutter avspillingen.

6.2.4 Organisering av spillelister

Brukeren skal kunne lage nye spillelister, endre, slette eller spille av eksisterende spillelister, se figur 6.8. Spillelistene skal lagres.

Lag ny spilleliste (4.1) får kommando fra bruker. En ber da om navn på spillelisten fra bruker, og kaller deretter kommandoen for å endre spilleliste, 4.2.

Endre spilleliste (4.2) får kommando fra 4.1 eller 4.3. Filene i spillelisten blir da vist på skjerm, og bruker kan velge å legge til eller fjerne filer. Dersom en velger å legge til filer, vises tilgjengelige filer på skjermen. Når en er ferdig lagres endringene spillelisten.

Hent spilleliste (4.3) får kommando fra bruker. Den henter da spillelister og viser disse på skjerm. Brukeren kan da velge å endre spillelisten som gir kommando om dette til 4.2, eller å slette spilleliste som fjerner valgte spilleliste fra spilleliste-lageret.

6.2.4.1 Kommentar til implementering

For enkelhets skyld blir spillelistene navngitt etter antall lister på MP3-spilleren. Dersom det er fire spillelister på MP3-spilleren, vil neste liste få navnet playlist5. Dette er en uheldig måte å gjøre det på, da en kan overskrive eksisterende lister dersom en sletter liste nummer fire og deretter oppretter ny liste.

Kapittel 7

Implementering

Dette kapittelet går inn på oppsettet av NGW100 + RMT1. En presenterer utviklingsverktøyet Qt Creator og ser på oppbygging av kode.

7.1 Oppsett av NGW100 + RMT1

NGW100 kan kjøre operativsystemet Linux. For å kunne ta i bruk signalene fra RMT1, har en installert Linux som er tilpasset dette kortet. En har da både installert en tilpasset bootloader og et filsystem, en BSP (Board Support Package). Filene er lastet ned fra hjemmesidene til Mediamia Technologies. For detaljer rundt installasjon og oppsett av Linux, se vedlegg C.

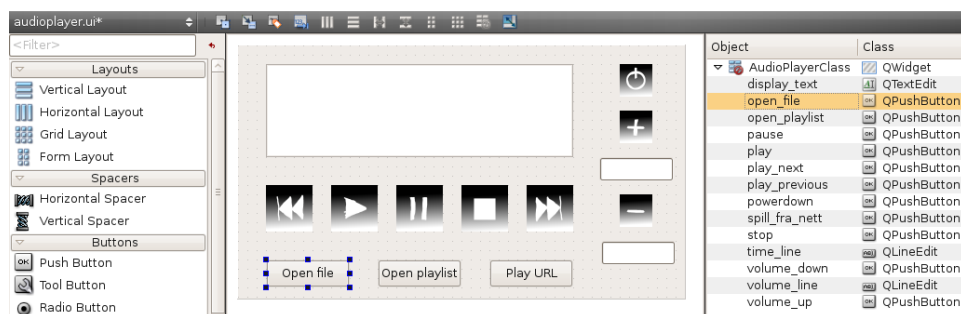
I oppstarten av Linux kjøres skriptet `S99user`. I dette skriptet ligger kommandoer for å initialisere hardware som skjerm, trykkfølsomt panel og lydmodulen. Kommando for å starte MP3-spiller-applikasjonen en har utviklet ved oppstart av systemet er også her.

For å få MP3-codec uten å skrive den på nytt selv, har en valgt MPlayer. MPlayer er en multimediaspiller som har åpen kildekode. Den kan lese de fleste video- og lydfiler, og har støtte for å åpne filer fra nettet[9]. For å kunne kjøre MPlayer på NGW100, må den patches og kompiles for AVR32. Dette ble gjort ved å følge en guide fra avr32linux.org[15].

Implementeringen av MP3-spiller-applikasjonen består i å lage et grensesnitt mellom MPlayer og brukeren som tilfredsstiller de tekniske kravene som er satt. Denne applikasjonen kaller kommandoer og henter ut ID3-tags (Iterative Dichotomiser 3) fra MPlayer, tar seg av filbehandling, organisering av spillelister og grensesnitt mot bruker.

7.2 Qt Creator

Da det ble besluttet å velge et design med trykkfølsomt panel, så en behovet for å utvikle et grafisk brukergrensesnitt. En har valgt utviklingsverktøyet Qt Creator for å implementere MP3-spilleren.



Figur 7.1: Skjermbilde fra Qt Creator - Utvikling av grafisk grensesnitt

Qt Creator er et portabelt programvarebibliotek for utvikling av programmer som kan kompileres til å kjøre på ulike operativsystemer og plattformer uten å endre koden. Det er utviklet av Qt Software, tidligere kjent som Trolltech. Qt Creator inneholder en egen modul for å lage grafisk brukergrensesnitt, og moduler for OpenGL, filbehandling, TCP/IP, SQL, XML og multimedia. Figur 7.1 viser utvikling av grafisk grensesnitt i Qt Creator.

Qt-programmer programmeres hovedsakelig i C++, men QT Software har også støtte for Java gjennom Qt Jambi. Det er også mulig å skrive programmer i Python, Ruby, C#, PHP og Ada ved hjelp av tredjeparts løsninger.

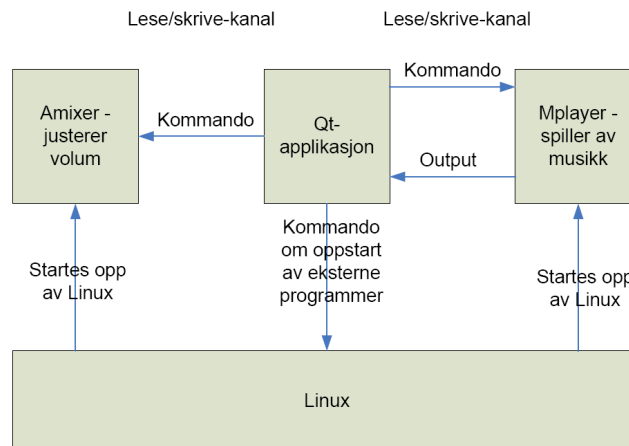
Qt er mye brukt av utviklere av programvare med åpen kildekode som for eksempel mediasenteret MythTV og de nyeste versjonene av medieavspilleren VLC Media Player. Det blir også brukt i kommersielle programmer som skal kjøres på flere plattformer, som for eksempel Adobe Photoshop Elements og Google Earth[11].

For å kunne kjøre programmer en utvikler i Qt Creator på AVR32 må koden krysskompileres. Oppsett av Qt Creator for utvikling av programmer for AVR32 finnes i vedlegget, se seksjon C.2.

7.2.1 Signals and slots

Når en tast blir trykket på skjermen, ønsker en at en metode for å håndtere dette tastetrykket skal bli kalt. Dette blir ofte blitt gjort ved hjelp av callback. Callback er en peker til en funksjon. Dersom en ønsker at en funksjon som kjører skal varsle en hendelse, sender en en peker til en annen funksjon (callback) til funksjonen som kjører. Den kjørende funksjonen sender da callback når det er hensiktsmessig for den.

I Qt har de et alternativ til callback-teknikken som de kaller signals and slots. Et signal blir sendt når en spesiell hendelse skjer. En hendelse kan for eksempel være



Figur 7.2: Kommunikasjon mellom Qt, Linux og eksterne programmer

et knappetrykk for neste sang på det trykfølsomme panelet eller at timeren har telt et nytt sekund. Slot refererer til funksjonen eller metoden som blir kalt når hendelsene inntreffer. Dette vil da typisk være at metoden for å gå til neste sang på spillelisten, eller at metoden for å legge til et sekund og oppdatere timeren på MP3-spilleren blir kalt.

7.2.2 Kommunikasjon mellom Qt, Linux og eksterne programmer

Qt kan sende kommando om oppstart av eksterne programmer til Linux ved hjelp av den innebygde klassen `QProcess`. Når prosessen er startet opp kan en sende kommandoer til prosessen og lese output fra de eksterne programmene ved hjelp av metoder i `QProcess`-klassen, se figur 7.2.

7.3 Oppbygging av kode

Applikasjonen som er utviklet består av tre klasser i tillegg til `main`; `AudioPlayer`, `FileManager` og `PlaylistManager`. En skal nå se på de tre klassene og på noen sentrale innebygde Qt-klasser som er brukt. Koden er vedlagt på CD.

7.3.1 AudioPlayer

`AudioPlayer` er hovedklassen i applikasjonen og den tar seg av funksjoner for avspilling. Klassen oppretter instanser av de to andre klassene `PlayListManager`



```
115     playlistname = playlistmanager->playlistname;
116     qDebug("playlistname '%s'", playlistname.toUtf8().data());
117     playerprocess->close();
118     arguments << "-ac" << "mad" << "-quiet" << "-playlist" << playlistname;
119     playerprocess->start(prog , arguments);
120     state = PLAYLIST_NOTRUNNING;
121     state = PLAYLIST_RUNNING;
122 }
123 }
124 }
125 }
126 }
127 void AudioPlayer::on_play_previous_clicked()
128 {
129     if(playmode == PLAYLISTMODE)
130     {
131         playerprocess->write( "<" );
132         qDebug("Forrige er trykket");
133     }
134 }
```

Figur 7.3: Kode som viser oppstart av og skrivning til prosess

og FileManager. Når applikasjonen starter opp, starter den AudioPlayer som blir stående å vente på tastetrykk. Interrupt blir håndtert av Qt.

AudioPlayer inneholder tre prosesser av klassen QProcess; playerprocess, volumeprocess og mountprocess.

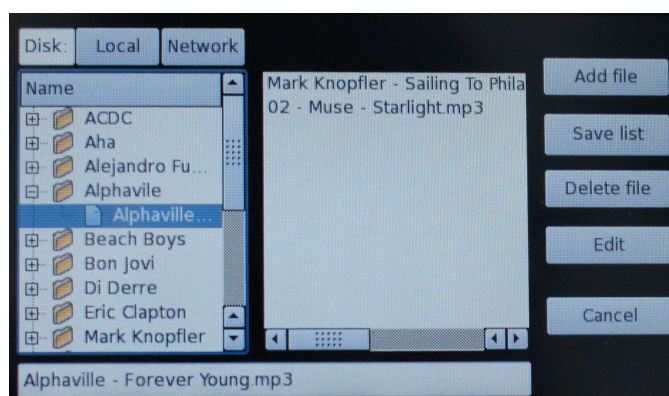
Playerprocess kommuniserer med MPlayer. I avspillingsmodus utløser knappetrykk fra bruker som 'neste sang' metoden for neste sang, og kommando blir sendt til MPlayer ved å skrive til playerprocess. Playerprocess leser ut informasjon om filen som spilles ved å lese output fra MPlayer. Informasjonen blir så skrevet til skjermen på MP3-spilleren. Figur 7.3 viser initialisering av, og skrivning til playerprocess.

Volumeprocess kommuniserer med amixer som er programmet for håndtere lydstyrke i Linux. Når brukeren trykker på knappene for å skru volumet opp eller ned, skrives kommando for dette til amixer ved hjelp av volumeprocess.

Mountprocess kjøres rett etter oppstart av Qt-applikasjonen og prøver å mounte den disken som er definert i tekstfilen nettdisk_info.txt.

7.3.2 FileManager

FileManager inneholder metoder for å vise filene som er lagret på SD-kortet og på NFS-serveren og for å velge enkeltfiler for avspilling. NFS står for Network File System, og er en protokoll som gjør det mulig å gi tilgang til filer over et nettverk på samme måte som på en lokal disk. For å vise filene brukes de innebygde klassene QDirModel og QDir. QDirModel brukes for å få tilgang til



Figur 7.4: Skjerm bilde fra MP3-spiller - Redigering av spilleliste

filsystemet på SD-kortet, mens QDir brukes til å velge hvilken mapper og filer en vil vise.

7.3.3 PlayListManager

PlayListManager tar seg av metoder for organisering av spillelister. Dette innebærer å lese spillelistene som er lagret på SD-kortet, redigering og oppretting av spillelister. Bruker også QDirModel og QDir for å vise de tilgjengelige filene på MP3-spilleren.

Figur 7.4 viser redigering av spilleliste på MP3-spilleren. For detaljer rundt bruken av MP3-spilleren og MP3-spillerens funksjonalitet, se brukerveiledning i vedlegg E.

Kapittel 8

Testplan og resultat av tester

Dette kapittelet tar for seg tester av moduler som er gjort underveis og test av hele systemet opp mot akseptansekravene fra produktkravdokumentet og de tekniske kravene.

8.1 Test av komponenter og moduler

I henhold til V-modellen skal en teste både de enkelte modulene og modulene sammen. Det har ikke blitt opprettet egne dokumenter for disse testene, men en skal videre beskrive eksempel på tester som er utført.

8.1.1 Sammenkobling av NGW100 og RMT1

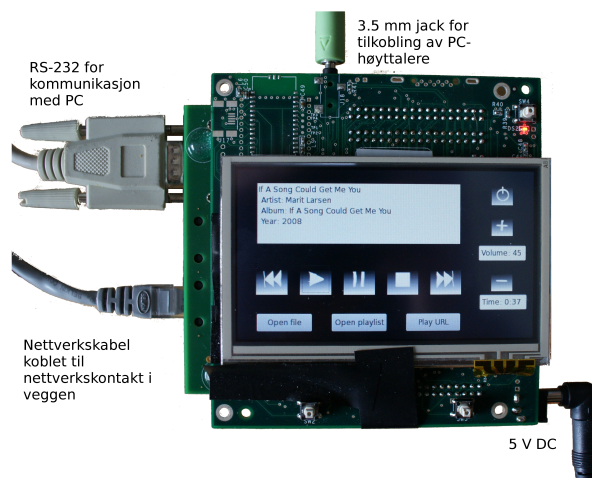
Koblingen mellom NGW100 og RMT1 består av 3 headere på 36 pinner for overføring av data samt en header på to pinner for å overføre 5 VDC spenning fra RMT1 til NGW100. Headerene er loddet på begge kortene, og en gikk over alle loddepunktene med multimeter for å kontrollere at det var kontakt.

8.1.2 Test og kalibrering av trykkfølsomt panel

Vedlagt i filsystemet tilpasset RMT1 var det et kalibreringsprogram for trykkfølsomme paneler. Dette kjøres ved å skrive `ts_calibrate` i terminalvinduet som kommuniserer med MP3-spillere ved hjelp av RS-232. Ved kjøring av dette fikk en kalibrert det trykkfølsomme panelet og kontrollert at det fungerte som det skulle.

8.1.3 Test av kode

For å unngå å feilsøke i mange metoder for å finne feil har koden i de ulike programvaremodulene blitt kompilert og testet underveis. En har både kjørt utskrift av variabler og metodekall via terminalvinduet på PC og kontrollert at metoder som avspilling av filer og regulering av volum har fungert.



Figur 8.1: Testoppsett - MP3-spiller

8.2 Test opp mot akseptansekrav

I henhold til v-modellen skal en kjøre både tester av modulene og det sammensatte systemet. Det sammensatte systemet blir testet opp mot akseptansekravene i produktkravdokumentet og de tekniske kravene.

8.2.1 Testoppsett

Testoppsett som er brukt ved alle tester, se figur 8.1.

- PC med Ubuntu 8.04
- MP3-spilleren koblet til batterieliminatort
- RS-232 kabel mellom MP3-spiller og datamaskin
- Minicom (se vedlegg C.1.1 på side 81 for oppsett) kjører i terminalvindu med baudrate 115200, 8 databit, none parity og 1 stopbit
- Standard nettverkskabel mellom MP3-spiller og nettverkskontakt i vegg
- Creative PC-høytalere med innebygd forsterker og mulighet for regulering av volum
- Hodetelefoner av ukjent merke
- Cookware kjøkkenvekt
- Biltema Multimeter Art. 15-133

Test ref	Akseptansekrav	Testprosedyre	Resultat/ kommentar
TTK-1.1	MP3-spilleren spiller av en MP3-fil	Velge 'Open file' fra hovedmenyen, velge en fil fra katalogen, og trykke 'open'. Tilbake i hovedmenyen trykker en på 'Play-symbolet'	Godkjent, OMF 13.05.09
TTK-5.2	Kunne lese en M3U-fil	Velge 'Open playlist' fra hovedmenyen. Trykke på en av spillelistene i venstre fil-tre. Deretter trykke 'Open list'. Tilbake i hovedmenyen trykker en 'playsymbolet' for å starte avspilling..	Godkjent, OMF 13.05.09

Tabell 8.2: Utdrag av testresultater

8.2.2 Resultat av test

Resultatet av tester er oppsummert i en tabell, se vedlegg B. Tabellen inneholder referanse til test gitt av de tekniske kravene med tilhørende akseptansekrav. I de andre kolonnene har en skrevet testprosedyre som beskriver hvordan en har gjennomført testene, og testresultat. For et utdrag av testresultatene, se tabell 8.2. I de tilfellene der resultatet ikke er direkte målbart, eller testen ikke tilfredsstillende kravet som er satt, er dette kommentert:

For eksempel blir kravet som går på lyd kvalitet en ren vurdering. Jack-utgangen er følsom og dersom en ikke har pluggen i riktig posisjon blir lyden dårlig. Da kan lyden skurre eller en kan oppleve at lyden høres hul ut. Dersom en har jack-pluggen i riktig posisjon er lyden av tilfredsstillende kvalitet.

MP3-spilleren er også større enn det som er satt som krav. Kravet var 150 x 120 mm, mens MP3-spilleren som er utviklet er 165 x 126 mm. En anser likevel denne testen som godkjent, da hensikten med å sette en størrelse er at en skal strekke seg mot å ha en MP3-spiller som er liten og portabel. MP3-spilleren virker liten selv om den er større enn det satte kravet. Boksen som er brukt er også en boks av standard størrelse. En boks som er spesielt tilpasset til MP3-spilleren, vil kunne bli noe mindre.

Kapittel 9

Diskusjon

Dette kapittelet tar for seg bruken av V-modellen i utviklingen av en MP3-spiller. En ser også på MP3-spilleren som er implementert og vurderer eget arbeid i forhold til fremdriftsplanen.

9.1 Bruk av v-modellen

I utviklingsarbeidet har en benyttet v-modellen som utviklingsmetodikk. Det oppleves som mye arbeid å sette opp de ulike dokumentene og å skulle skrive ned og tenke gjennom hva som kreves for å realisere de tekniske kravene. Arbeidet med denne delen av prosjektet gir en følelsen av å ikke komme ordentlig i gang med selve utviklingen.

En av grunnene til dette kan nok være at måten å arbeide på var ny, og en ser ikke bort i fra at ved gjentatt bruk av v-modellen vil den første delen av utviklingen gå mer radig.

Følelsen av å ikke komme i gang gjorde at det var vanskelig å følge v-modellen til punkt å prikke. En begynte å se på mulige komponenter før alle tekniske krav var satt opp, noe som gjorde at tekniske kravene ble farget av spesifikasjonene til de komponentene en har sett på.

Da en kom til implementerings- og testfasen av prosjektet så en fordelene av å bruke v-modellen. En hadde da akseptansekrav som sa hva som skulle leveres, og hadde delt designet opp i moduler. Implementeringen og testing tok dermed kortere tid enn antatt.

Når en har arbeidet med prosjekter tidligere, har en ofte satt i gang med implementering først, for så å dokumentere hva en har gjort. Dette har vært tidkrevende å gjøre i ettertid, mens en ved å bruke v-modellen i utviklingsarbeidet har fått dokumentert arbeidet underveis.

En annen fordel med v-modellen er sporbarheten, som gjør at alle nivå i v-modellen kan spores tilbake til det øverste nivået. En kan da arbeide seg nedover i v-modellen uten å miste oversikt over hva som skal gjøres, og hvilke krav som skal tilfredsstilles.

En ser for seg at det hadde vært lettere å vurdere bruken av v-modellen dersom en hadde vært flere som arbeidet med den samme oppgaven. Når en arbeider alene har en som regel god oversikt over arbeidet, mens når en er flere som arbeider sammen, må en legge frem det en har tenkt underveis for de en arbeider sammen med. Til en viss grad har en likevel oppnådd det å være flere som arbeider med oppgaven, siden en til hvert veiledermøte har lagt frem hva som er gjort og hva som skal gjøres til neste møte.

9.2 Vurdering av eget arbeid

Ukentlige møter med veileder og bruk av fremdriftsplan har gjort at det har blitt arbeidet jevnt hele semesteret. En har i forkant av møtene satt opp hva som er gjort siden sist, og også hva som skal gjøres til neste gang. Dette har fungert bra, både fordi en sørger for progresjon i arbeidet, og fordi en må tenke gjennom hva som er realistisk å få til i løpet av den neste uken.

Fremdriftsplan som har blitt satt opp har blitt fulgt med noen forskyvninger:

Design og spesifisering av MP3-spilleren tok lenger tid enn forventet. Det var vanskelig å bestemme seg for komponenter, da det var usikkert om en kunne tilfredsstillende alle kravene som var satt opp.

Alternativet basert på Beagle Board hadde støtte for trådløst Internett, men hadde usikkerhet rundt hvorvidt denne fungerte og om lyden fungerte som den skulle. Alternativet som en endte opp med, basert på NGW100 og RMT1, hadde støtte for lyd, men det var vanskelig å få realisert trådløst nettverk. Det ble dermed inngått et kompromiss der en valgte å være sikker på at lyden fungerte, og en måtte gå bort fra kravet om trådløst nettverk.

Utvikling og utføring av testplan tok kortere tid enn antatt. Grunnen til dette var at en kunne ta utgangspunkt i akseptansekravene fra produktkravdokumentet og de tekniske kravene. Det arbeidet som sto igjen da, var å beskrive testprosedyrer og utføre testene.

9.3 Design av MP3-spiller

MP3-spilleren som er implementert fungerer bra, og tilfredsstillende de tekniske kravene som er satt, med unntak av trådløst nettverk og støtte for USB-minnepinne. MP3-spilleren kan spille av MP3-filer, en kan opprette egne spillelister og spille av musikk fra nettet ved å mounte en NFS-server til SD-kortet.

Skjermen gir god oversikt over filene som er tilgjengelige på MP3-spilleren og over knappene som brukes for å betjene MP3-spilleren, noe som gjør MP3-spilleren brukervennlig.

I implementeringsdelen var fokuset på å få MP3-spilleren til å fungere og å tilfredsstille de tekniske kravene. Både C++ og Qt Creator var nytt, og det var på forhånd litt usikkerhet rundt hvor langt en kom i implementeringen. Dersom en skulle gjort oppgaven på nytt, eller hadde hatt mer tid, ville en ha arbeidet mer med både løsninger for å koble til nettdisk og med å få inndata fra brukeren av MP3-spilleren.

I løsningen som er implementert, kan en endre nettområde en vil koble til ved å redigere tekstfilene nettdisk_info.txt og url.txt på SD-kortet. Denne løsningen er litt tungvint for brukeren, og en kunne i stedet la brukeren skrive inn adresser som han eller hun ønsket å koble til direkte ved hjelp av det trykkfølsomme panelet.

Når en ny spilleliste blir opprettet får spillelisten navn etter hvor mange spillelister som er lagret fra før. Dersom en sletter spilleliste nummer fire (playlist4) av totalt fem spillelister og deretter lager en ny spilleliste, vil spilleliste nummer fem (playlist5) bli overskrevet. Dette kunne blitt forbedret ved at en fikk inndata fra bruker som skrev inn navnet på skjerm. Flere utvidelser og forbedringer til videre arbeid blir foreslått i kapittel 10.

Kapittel 10

Videre arbeid

I dette kapittelet presenteres forslag til videre arbeid i form av forbedringer av eksisterende design og mulige utvidelser.

10.1 Inndata fra bruker

For å få et mer dynamisk system, kunne en tenke seg at det var mulig med inndata fra brukeren i form av navn på spillelister eller internettadresser for avspilling. En kan da lage et grafisk tastatur med en tekstlinje som viser teksten som blir skrevet på skjermen.

10.2 Trådløst nettverk

I det opprinnelige designet skulle det være støtte for trådløst nettverk. For å realisere dette, kan en se på WiFi-moduler med støtte for SDIO (Secure Digital Input Output). I et prosjekt kalt Project xMedia har NGW100 blitt utvidet med trådløst nettverk ved å designe et eget kretskort for en WiFi-modul fra Zcomax[10].

10.3 Bluetooth

RMT1 har støtte for Bluetooth-modulen Bluegiga WT12-A-HCI. Denne modulen kan loddes på, og kommunikasjonen med NGW100 foregår ved hjelp av USART. Dersom Bluetooth hadde blitt implementert, kunne en sett på mulighetene for enten fjernkontroll eller overføring av musikk til trådløse hodetelefoner. En kan videre ta stilling til om en vil ha en egen skjerm på fjernkontrollen som viser informasjon om filene som blir spilt av, eller om en vil ha en fjernkontroll som har de enkleste funksjonene som pause, stopp, neste sang og forrige sang.

10.4 Implementere grensesnitt mot nettsteder for musikk

Den siste tiden har det kommet flere tjenester der en kan streame musikk fra nettet, som for eksempel Spotify[13] og Wimp[14]. Det hadde vært interessant å undersøke muligheten for å implementere grensesnitt for bruk av disse. Spotify kan foreløpig bare kjøres i Linux ved hjelp av Wine, som er et program som kan kjøre Windows-applikasjoner. Wimp er en ny og tilsvarende tjeneste som kan kjøres i Linux, men er foreløpig bare tilgjengelig i en beta-versjon for inviterte brukere.

10.5 Implementere grensesnitt mot nettradio

En kunne tenke seg å utvide grensesnittet til å kunne spille av fra ulike radiokanaler fra nettet. Dette kan gjøres ved å legge til nettadresser for ulike radiostasjoner som en deretter kan velge fra en liste på samme måte som en velger en MP3-fil.

Kapittel 11

Konklusjon

I denne rapporten har en sett på digital musikk og utstyr for avspilling av digital musikk. En har sett spesielt på MP3-formatet og teknikker som ligger til grunn for komprimering av musikk, menneskelig hørsel og Huffman-koding. Videre har en tatt for seg ulike typer MP3-spillere og sett kort på historien fra den første MP3-spilleren MPMan F10 til dagens iPod og musikkmobiltelefoner.

V-modellen har blitt brukt i utviklingen av en MP3-spiller. Å utarbeide kravdokumenter og tekniske krav virket noe tungvint i starten, og en har følelsen av å ikke komme i gang med selve utviklingen av MP3-spilleren.

V-modellen viste seg likevel å være en god metode fordi den lettet arbeidet i implementerings- og testfasen av oppgaven. V-modellen gir oversikt over arbeidet, og en har kontroll på hvilke krav som skal oppnås for å få et godkjent system.

For å foreta en bedre vurdering av V-modellen, hadde det vært en fordel å være flere enn en som arbeidet med oppgaven, siden en som arbeider alene på et prosjekt vil ha god oversikt over eget arbeid.

MP3-spilleren ble utviklet i henhold til v-modellen og oppfyller de kravene som ble satt med unntak av trådløst nettverk og støtte for USB minnepinne.

Noen av egenskapene til MP3-spilleren er:

- MP3-spilleren spiller av MP3-filer
- Det er mulig å opprette spillelister og redigere eksisterende spillelister
- MP3-spilleren kan bla gjennom kataloger på en angitt nettdisk ved hjelp av NFS, og spille av filene.

Videre arbeid som er foreslått er blant annet:

- Implementere trådløst nettverk
- Utbedre grensesnitt mot bruker med mulighet for å skrive inn navn på både spillelister og nettområder en ønsker å koble til
- Se på mulighetene for grensesnitt mot nye tjenester for musikk fra nettet som Spotify og Wimp.

Referanseliste

- [1] Avr freaks.
<http://www.avrfreaks.net/>
sist besøkt 18.05.09.
- [2] Beagle board | google groups.
<http://groups.google.com/group/beagleboard>
sist besøkt 18.05.09.
- [3] Beagleboard.org.
<http://beagleboard.org/>
sist besøkt 13.05.09.
- [4] Creative zen x-fi 32 gb - lyden av perfektjon.
<http://no.europe.creative.com/products/product.asp?category=213&subcategory=214&product=17811&nav=-1&listby=>
sist besøkt 23.05.09.
- [5] Documentation:ngw/ngw100 hardware reference.
- [6] Esp - 250gb digital photo album and multimedia player: Wolverine data.
http://secure.serverlab.net/shop/merchant.mvc?Screen=PROD&Product_Code=5250&Category_Code=ESP&Store_Code=T00107
sist besøkt 23.05.09.
- [7] ipod history - the complete history of the ipod.
<http://www.ipodhistory.com/>
sist besøkt 13.05.09.
- [8] Mp3 player buying guide.
<http://reviews.cnet.com/mp3-player-buying-guide/?tag=leftColumnArea1.0>
sist besøkt: 18.05.09.
- [9] Mplayer - the movie player.
<http://www.mplayerhq.hu/design7/news.html>
sist besøkt 23.05.09.
- [10] Project xmedia.
<http://www.project-xmedia.com/main.php?page=main>
sist besøkt 01.06.09.

- [11] Qt - a cross-platform application and ui framework - qtsoftware.com.
<http://www.qtsoftware.com/>
sist besøkt 01.06.09.
- [12] Slik virker dab - forskning.no.
http://intern.forskning.no/arnfinn/slikvirkerdab/slik_virker_dab_nonpop.html
Sist besøkt 23.05.09.
- [13] What is spotify - spotify.com.
<http://www.spotify.com/en/about/what/>
sist besøkt 24.05.09.
- [14] Wimp.
<http://wimp.aspiro.com/site/web3/view.ftl?page=index>
sist besøkt 24.05.09.
- [15] Mplayer - how to build mplayer for ap7000 (ngw100 and stk100) - avr32linux.org, 2007.
<http://www.avr32linux.org/twiki/bin/view/Main/MPlayer>
sist besøkt 03.06.09.
- [16] Evk1105: Uc3 audio player kit, 2009.
<http://www.avrtv.com/2009/03/17/evk1105-uc3-audio-player-kit/>
sist besøkt 13.05.09.
- [17] Mediamatech, 2009.
<http://mediamatech.com/>
sist besøkt 13.05.09.
- [18] Atmel Corp. *AT91SAM Internet Radio*, 2007.
- [19] Magnus Blaker. Mp3-spilleren feirer 10 år, 2008.
<http://arkiv.nettavisen.no/Nyhet/291951/MP3-spilleren+feirer+10+%C3%A5r.html>
.
- [20] K Brandenburg and G Stoll. Iso-mpeg-1 audio: A generic standard for coding of high-quality digital audio. *JAES*, 42:780–792, 1994.
- [21] Björn Edström. Let's build an mp3-decoder, 2008.
<http://blog.bjrn.se/2008/10/lets-build-mp3-decoder.html>
sist besøkt 18.05.09.
- [22] Scot Hacker. *MP3: The Definitive Guide*. O'Reilly & Associates, 2000.

- [23] Intel. Audio codec '97 revision 2.3 revision 1.0. 2002.
- [24] Bjørn Erik Loftås. En reise i mp3-historien - [dinside.no](http://www.dinside.no), 2008.
<http://www.dinside.no/505269/en-reise-i-mp3-historien>
sist besøkt 30.05.09.
- [25] Geir Mathisen. Fra ide til produkt - utvikling i henhold til v-modellen. Forelesningsnotater i TTK4125 Datastyring, våren 2009, 2009.
- [26] Michael McCandless. The mp3 revolution. *IEEE Intelligent system*, pages 8–9, 1999.
- [27] D. Pan. A tutorial on mpeg/audio compression. *Multimedia, IEEE*, 2(2):60–74, Summer 1995.
- [28] Tony Smith. Ten years old: the world's first mp3 player, 2008.
http://www.reghardware.co.uk/2008/03/10/ft_first_mp3_player/
sist besøkt 13.05.09.
- [29] Neil Storey. *Safety-Critical Computer Systems*. Addison Wesley Longman, 1996.
- [30] Martin Thronsen. Musikkmobilens gullår - [budstikka.no](http://www.budstikka.no), 2007.
http://www.budstikka.no/sec_forbruker/sec_musikk/article114379.
ece
sist besøkt 30.05.09.

Vedlegg A

USE CASE

En har satt opp ulike use-case for å utfylle produktkrav og for å komme frem til tekniske krav.

A.1 Oppstart

USE-CASE:	Oppstart
Aktør	Bruker
Pre-betingelser	- Bruker har koblet støpsel i stikkontakt
Post-betingelser	- Systemet er klart til bruk
Normal Hendelsesflyt	1. Bruker skrur på MP3-spiller 2. MP3-spiller initialiseres 3. MP3-spiller søker etter tilkoblede enheter som USB-minnepinne, nettdisk 4. MP3-spiller søker etter nettilkobling 5. MP3-spiller er klar til bruk

A.2 Nettilkobling

USE-CASE:	Koble til trådløst nettverk
Aktør	Bruker
Pre-betingelser	- MP3-spilleren har startet opp
Post-betingelser	- MP3-spilleren er koblet til et trådløst nettverk
Normal Hendelsesflyt	1. Bruker velger å søke etter trådløst nettverk 2. MP3-spiller søker etter tilgjengelige nettverk 3. Bruker velger nettverk fra liste 4. MP3-spiller kobler til nettverk
Variasjoner	2a. MP3-spiller finner ingen nettverk. Tilbake til 2. 4a. MP3-spiller kan ikke koble til ønsket nettverk. Tilbake til 2

A.3 Avspilling av musikk

USE-CASE:	Valg av musikk
Aktør	Bruker
Pre-betingelser	MP3-spilleren er klar til bruk
Post-betingelser	MP3-spilleren spiller av musikk
Normal Hendelsesflyt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bruker åpner musikkbibliotek 2. MP3-spiller viser tilgjengelige destinasjoner 3. Bruker velger destinasjon 4. MP3-spiller viser mapper på valgt destinasjon 5. Bruker velger mappe 6. MP3-spiller viser filer i mappe 7. Bruker velger fil 8. MP3-spiller spiller av fil.
Variasjoner	<ol style="list-style-type: none"> 3a. Bruker går tilbake. MP3-spiller går ut av bibliotek 5a. Bruker går tilbake. Gå tilbake til 2. 7a. Bruker går tilbake. Gå tilbake til 4.

A.4 Organisering av spillelister

USE-CASE:	Lage ny spilleliste
Aktør	Bruker
Pre-betingelser	Bruker velger å lage en ny spilleliste
Post-betingelser	Ny spilleliste er lagret og kan spilles av
Normal Hendelsesflyt	<ol style="list-style-type: none"> 1. MP3-spiller viser tilgjengelige destinasjoner 2. Bruker velger destinasjon 3. MP3-spiller viser mapper på valgt destinasjon 4. Bruker velger mappe 5. MP3-spiller viser filer i mappe 6. Bruker legger til fil. Tilbake til 5 7. Gjentar 1-6 8. Bruker navngir og lagrer spilleliste
Variasjoner	<ol style="list-style-type: none"> 2a. Bruker går tilbake. MP3-spiller går ut av bibliotek og tilbake til spillelister 4a. Bruker går tilbake. Gå tilbake til 1. 6a. Bruker går tilbake. Gå tilbake til 3.

USE-CASE:	Endre spilleliste
Aktør	Bruker
Pre-betingelser	Bruker velger spillelister
Post-betingelser	Endret spilleliste er lagret og kan spilles av
Normal Hendelsesflyt	<ol style="list-style-type: none"> 1. MP3-spiller viser eksisterende spillelister 2. Bruker velger spilleliste 3. Bruker velger å endre spilleliste 4. MP3-spiller viser filer i spilleliste 5. Bruker velger å legge til fil 6. MP3-spiller viser tilgjengelige destinasjoner 7. Bruker velger destinasjon 8. MP3-spiller viser mapper på valgt destinasjon 9. Bruker velger mappe 10. MP3-spiller viser filer i mappe 11. Bruker legger til fil. Tilbake til 4 12. Gjentar 1-6 13. Bruker lagrer spilleliste
Variasjoner	<ol style="list-style-type: none"> 5a. Bruker velger å slette fil fra spilleliste 5b. MP3-spiller sletter fil fra spilleliste. Tilbake til 3. 7a. Bruker går tilbake. MP3-spiller går ut av bibliotek og tilbake til spillelister 9a. Bruker går tilbake. Gå tilbake til 1. 11a. Bruker går tilbake. Gå tilbake til 3.

USE-CASE:	Slette spilleliste
Aktør	Bruker
Pre-betingelser	Bruker velger spillelister
Post-betingelser	Valgt spilleliste er slettet
Normal Hendelsesflyt	<ol style="list-style-type: none"> 1. MP3-spiller viser eksisterende spillelister 2. Bruker velger spilleliste 3. Bruker velger å slette spilleliste 4. MP3-spiller sletter spilleliste. Tilbake til 1.

Vedlegg B

Testresultater

Test ref	Akseptansekrav	Testprosedyre	Resultat/ kommentar
TTK-1.1	MP3-spilleren spiller av en MP3-fil	Velge 'Open file' fra hovedmenyen, velge en fil fra katalogen, og trykke 'open'. Tilbake i hovedmenyen trykker en på 'Play-symbolet'	Godkjent, OMF 13.05.09
TTK-2.1	Spilleren er innenfor oppgitt størrelse (150 x 120 mm)	Måler spilleren med en linjal med 1 mm nøyaktighet.	Godkjent, OMF 18.05.09 Resultat: 165 x126 mm. MP3-spilleren er større enn kravet som er satt. Avviket er rimelig, da MP3-spilleren likevel kan ansees som liten. Grunnen til at MP3-spilleren ble større enn kravet er blant annet at boksen som ble valgt, er en boks med standard størrelse. Dersom en hadde fått laget en boks spesielt for MP3-spilleren, ville den kunne tilfredsstilt kravet.
TTK-2.2	Spilleren er innenfor oppgitt vekt (1 kg)	Veier spilleren på vekt	Godkjent, OMF 25.05.09 Resultat: 667 gram.

Test ref	Akseptansekrav	Testprosedyre	Resultat/ kommentar
TTK-3.1	Starte avspilling av en spilleliste. Når filen er slutt, skal avspilling av neste fil starte.	Velge 'Open playlist' i hovedmenyen, velge en spilleliste, trykke 'Open list'. Tilbake i hovedmenyen trykker en på 'play-symbolet'. Når en sang er ferdig, skal neste sang på spillelisten begynne.	Godkjent, OMF 13.05.09
TTK-4.1	MP3-spilleren detekterer en USB Minnepinne når den blir koblet til.	Dette er ikke implementert, og derfor heller ikke testet	-

Test ref	Akseptansekrav	Testprosedyre	Resultat/ kommentar
TTK-5.1	Kunne skrive og lagre en M3U-fil. Bør også kunne redigere en eksisterende fil	<p>Velge 'Open playlist' fra hovedmenyen. Velge 'New'. Legge til en eller flere sanger ved å trykke først på sang i filtreet, og deretter velge 'Add file'. Når en er ferdig med å legge til filer, trykker en 'Save list'. Tilbake i spillelistemenyen trykker en på den spillelisten en har laget, som er den siste på listen, og kontrollerer at de filene som ble lagt til er der. For å kontrollere at MP3-spilleren kan lese av filen, trykker en 'Open list'. Tilbake i hovedmenyen trykker en på 'play-symbolet' for å starte avspilling. For å teste om det er mulig å redigere spillelistene, åpner en spillelistemenyen igjen. Derfra velger en spillelisten en har opprettet og trykker 'edit'. Velger deretter fil i spillelisten og trykker 'Delete file', eller fil fra filtreet og trykker 'Add file'. Når en er ferdig, trykker en 'Save list'. Trykk på den redigerte spillelisten for å kontrollere at endringene har blitt skrevet til listen.</p>	Godkjent, OMF 13.05.09

Test ref	Akseptansekrav	Testprosedyre	Resultat/ kommentar
TTK-5.2	Kunne lese en M3U-fil	Velge 'Open playlist' fra hovedmenyen. Trykke på en av spillelistene i venstre fil-tre. Deretter trykke 'Open list'. Tilbake i hovedmenyen trykker en 'playsymbolet' for å starte avspilling.	Godkjent, OMF 13.05.09
TTK-6.1	Spille av MP3-filer fra SD-kort	Velge 'Open file' fra hovedmenyen. Trykk 'Local' for å vise filene på SD-kortet. Velger en fil og trykker 'open'. Tilbake i hovedmenyen trykker en 'play-symbolet' for å starte avspilling.	Godkjent, OMF 13.05.09
TTK-7.1	Displayet viser MP3-filer i en liste.	Velge 'Open file' fra hovedmenyen. Velger disken 'Local'. Ser at filene i mappen vises.	Godkjent, OMF 13.05.09
TTK-7.2	En kan navigere i menyer ved hjelp av tastaturet/den trykkfølsomme skjermen.	Navigerer rundt i menyer og kontrollerer at den trykkfølsomme skjermen får med seg tastetrykkene.	Godkjent, OMF 13.05.09
TTK-8.1	MP3-spilleren kan finne tilgjengelige trådløse nettverk, og kan koble til disse.	Dette er ikke implementert og derfor heller ikke testet.	-

Test ref	Akseptansekrav	Testprosedyre	Resultat/ kommentar
TTK-8.2	Pinge MP3-spilleren fra en annen datamaskin på angitt adresse, f.eks med kommandoen: ping 129.241.154.142	Start opp mp3-spilleren. Fra terminalvinduet med minicom, kjører en kommandoen ifconfig og noterer ip-adresse. Starter opp et nytt terminalvindu på PC og kjører kommandoen ping <ip-adresse>	Godkjent, OMF 13.05.09
TTK-9.1	Ved tilkobling til nettdisk, skal en kunne bla gjennom og spille av filer som om det var en lokal disk.	Sette opp NFS på PC på nettverket. Dennes spesifiseres i filen "nettdisk-info.txt" som ligger i /usr/share/audioplayer på SD-kortet. Etter oppstart av MP3-spilleren, velges 'Open file' fra hovedmenyen. I filemanager velger en disken 'Network'. En skal da få opp kataloger og filer på den spesifiserte disken. Velg fil og trykk 'open'. Tilbake i hovedmenyen trykkes 'play-symbolet' for å starte avspilling.	Godkjent, OMF 13.05.09
TTK-10.1	Spenningen som eliminatoren gir ut er 5 VDC	Måle spenningen som eliminatoren gir ut med et multimeter.	Godkjent, OMF 25.05.09 Resultat: 5,27V DC

Test ref	Akseptansekrav	Testprosedyre	Resultat/ kommentar
TTK-10.2	Knappetrykk når spilleren er av fører til at spilleren skruses på, avknapp i software fører til at spilleren skruses av.	Koble spilleren til stikkkontakten. Deretter trykke og holde inne den fysiske knappen på spilleren. For å skru av trykkes 'power-symbolet' på skjermen.	Godkjent, OMF 13.05.09
TTK-11.1	Klar og fin lyd uten skurring, en hører detaljer i musikken.	Starte avspilling av fil. Legge merke til om en hører detaljer som skarptromme og akustisk gitar.	Godkjent, OMF 13.05.09 Jack-utgangen er følsom, og en kan oppleve litt skurring dersom jack-pluggen er for langt ute eller for langt inne.
TTK-12.1	Kunne spille av med høyt volum uten at lyden forvrenges	Starte avspilling av fil. Skru opp volumet på MP3-spilleren og volumet på høyttalerene. Høre etter om lyden forvrenges etter hvert som en skrur opp volumet.	Godkjent, OMF 13.05.09 Samme problem som ovenfor. Dersom en har jack-pluggen i riktig posisjon blir ikke lyden forvrengt, og det er høyttalerene som setter begrensningen.
TTK-13.1	Ingen egenstøy når MP3-spilleren er på.	Skru på spilleren i stille omgivelser. Høre etter om spilleren lager lyd.	Godkjent, OMF 13.05.09 Ingen vifter på spilleren, men en kan høre en svak jevn piping dersom en legger øret inntil spilleren.

Vedlegg C

Detaljer rundt implementering av MP3-spiller

Dette kapittelet tar for seg detaljer rundt oppsett av NGW100 + RMT1 som ble gjort før en kunne starte utviklingen av programvare. Kapittelet tar også for seg oppsett av Qt Creator for utvikling av programvare for AVR32.

C.1 Oppsett av NGW100

Før en kunne gå i gang med selve implementeringen av MP3-spiller-applikasjonen, måtte systemet settes opp. NGW100 blir levert med Linux, men siden RMT1 hadde en del ekstra funksjonalitet, måtte en installere alt på nytt med patch som støttet disse funksjonene. Patchen som har blitt brukt har blitt hentet fra Mediamia Technologies sin hjemmeside. Kommandoer som er listet opp tar utgangspunkt i bruk av PC med Ubuntu 8.04 eller tilsvarende.

C.1.1 Kommunikasjon med NGW100

Kommunikasjonen med NGW100 har blitt gjort ved hjelp av RS-232 og et terminalprogram som gir mulighet for å kommunisere med kortet. For å gjøre dette brukes terminalprogrammet Minicom.

Kommandoer:

```
#For å installere minicom
```

```
sudo apt-get minicom
```

Når minicom er installert, må en sette opp programmet med de riktige verdiene for kommunikasjonen. NGW100 har baudrate 115200, 8 databit, none parity og et stoppbit, forkortet til 115200 8N1.

```
#For å starte minicom
```

```
minicom
```

For å endre instillingene i minicom trykker en 'Ctrl-A-Z' og deretter 'O' for å komme inn i menyen for innstillinger. Når innstillingene er gjort, lagrer en dette.



Figur C.1: JTAGICE mkII

Ved oppstart av NGW100 kan en navigere i filsystemet på samme måte som terminalvindu på Ubuntu.

C.1.2 Installering av U-boot

En må installere en bootloader som er tilpasset RMT1. Bootloader som er tilpasset til RMT1 ble lastet ned fra hjemmesiden til Mediamia Technologies, og ble installert i flash-minnet til NGW100 ved hjelp av en JTAGICE mkII, se figurC.1.

Prosedyre for å installere bootloader i flash-minnet på NGW100:

Koble USB-kabelen fra JTAGICE mkII til PC og JTAG-kabelen til NGW100. Fra terminalvindu i Ubuntu skriver en inn følgende linjer.

```
avr32program erase -fcfi@0
```

```
avr32program program -F bin -vfcfi@0 uboot.bin
```

Når en installerer ny bootloader i flash, blir MAC-adressene satt tilbake til standard. Dette kan by på problemer dersom flere NGW100 er koblet til samme nettverk, og kan endres i U-boot til:

```
00-00-04-25-1C-50-00 + serienummeret til NGW100*2 for ETH0
```

```
00-00-04-25-1C-50-00 + 1 + serienummeret til NGW100*2 for ETH1
```

#Kommando for å endre MAC-adresse

```
setenv ethaddr <adresse>
```

C.1.3 Installering av filsystem

I likhet med bootloaderen, trenger en også et filsystem som er tilpasset hardware. Filsystemet lagres på et SD-kort, og en skriver deretter inn kommandoer for å boote fra SD-kortet. Ferdig kompilert filsystem som er tilpasset til RMT1 ble lastet ned fra hjemmesiden til Mediamia Technologies.

Filsystemet lastes ned som et raw-image, og kopieres til SD-kort med følgende prosedyre:

Putte SD-kort i leser. Gå inn i terminalvinduet og skriv følgende kommando

```
df
```

En liste over diskene som er mountet vises nå. Finn SD-kortet og umount det med følgende kommando, dersom en antar at SD-kortet vises som /dev/mmcblk0p1

```
umount /dev/mmcblk0p1
```

Dersom en fortsatt antar at SD-kortet viste som /dev/mmcblk0p1, kopieres raw-imaget til SD-kortet med kommandoen:

```
dd if=<filnavn> of=/dev/mmcblk0p1 bs=1024
```

For å kunne boote direkte fra SD-kort må en endre boote-argumentene i U-boot med følgende kommando:

```
setenv bootargs console=ttyS0 root=/dev/mmcblk0p1 rootwait
```

En lagrer endringene ved å skrive

```
saveenv
```

Dersom alt har fungert som det skal, kan en starte NGW100 på nytt ved å skrive

```
boot
```

NGW100 vil da starte opp Linux fra SD-kortet.

C.1.4 Installasjon av MPlayer

For å kunne kjøre MPlayer på NGW100, må den patches og kompiles for AVR32. Dette ble gjort ved å følge en guide fra avr32linux.org. MPlayer ble patchet for bruk uten GUI og kopiert over på SD-kortet[15].

C.1.5 Initialisering

I oppstarten av Linux kjøres scriptet S99user. I denne filen ligger kommando for å kjøre applikasjonen etter oppstart og kommando for å initialisere det trykkfølsomme panelet, skjermen og lydmodulen. S99user ligger i mappen /etc/init.d på SD-kortet.

```
#!/bin/sh
if [ "$1" = start ]
then
# LCD Backlight: set to initial level
echo 255 > /sys/class/leds/backlight/brightness
# Set system clock from RTC
hwclock -s
# Display an image
fbv -c -i /splash.jpg &
# Activate AC97 headphone output
amixer set 'Master' 45 on
amixer set 'Headphone Driver' on
# Launch touch screen
# Key environment variables
export QWS_MOUSE_PROTO=tslib:/dev/input/event1
export SDL_MOUSEDRV=TSLIB
export SDL_MOUSEDEV=/dev/input/tslib0
export SDL_NOMOUSE=1
#Change directory
cd usr/share/audioplayer
# Start MP3 player application
/usr/share/audioplayer/AudioPlayer -qws &
fi
```

C.2 Oppsett av Qt Creator for AVR32-utvikling

For å kunne kjøre koden på NGW100, må koden krysskompileres for AVR32. Krysskompilering vil si at en kompilerer kode for en annen plattform enn den en er på selv. I dette tilfellet kompileres koden for avr32-linux på en i386. For å kunne gjøre dette må en konfigurere kompilatoren til å kompilere for AVR32. I installasjonen av QT Creator følger det med en rekke kompilatorer. Disse ligger i mappen /mkspecs på PC.

C.2.1 Kompilering av Qt-applikasjoner

Prosedyren for å kompilere QT-prosjekter for AVR32 er:

```
qmake -spec <navnet på kompilatoren> <navnet på prosjekt-filen som skal kompileres>
```

I dette prosjektet bruker en kompilatoren linux-avr32-g++ og prosjektfilen heter AudioPlayer.pro, dermed blir kommandoen:

```
qmake -spec linux-avr32-g++ AudioPlayer.pro
```

Kjøring av kommandoen qmake oppretter en Makefile basert på innholdet i prosjektfilen(*.pro). En prosjektfil inneholder for eksempel lister med kilde- og header-filer som er inkludert i prosjektet og informasjon om konfigurasjonen. Når Makefilen er opprettet, kan en kompilere prosjektet med kommandoen:

```
make
```

C.2.2 Overføring av kjørbare filer til NGW100

Dersom kompileringen var vellykket, er filen klar for å kopieres over til NGW100. I dette prosjektet har en brukt en tftp for å overføre filene. Dette gjør utviklingsarbeidet raskt og enkelt, da en slipper å skru av MP3-spillere, ta ut SD-kortet, flytte SD-kortet over i PCen og kopiere filen over til SD-kortet hver gang man har gjort en endring i koden.

I stedet kopierer en den kompilerte AudioPlayer-filen over i mappen til tftp-serveren, og henter den fra NGW100 ved å skrive kommando i minicom.

```
#Kommando for å få i gang tftp-serveren på PC
```

```
sudo /etc/init.d/tftpd-hpa start
```

```
#Mappen der filene blir lagret på PC
```

```
var/lib/tftpboot
```

```
#Kommando for å teste tftp-serveren på PC
```

```
tftp localhost -c get <filnavn>
```

Eksempel der en vil overføre filen AudioPlayer fra tftp-server med ip-adresse 129.241.154.126, der argumentene -g og -l står henholdsvis for get file og local filename. Filen kopieres til den mappen en er i på NGW100.

```
tftp -g -l AudioPlayer 129.241.154.126
```

C.2.3 Kjøring av Qt-applikasjon på NGW100

Når en har gått lastet filen over til SD-kortet på NGW100 kan en kjøre filen med følgende kommando:

```
./AudioPlayer -qws &
```

Argumentet `-qws` kjører applikasjonen som en server-applikasjon. Qt for embedded Linux-applikasjoner krever at en server applikasjon-kjører, eller at den er server-applikasjon selv.

Vedlegg D

CD

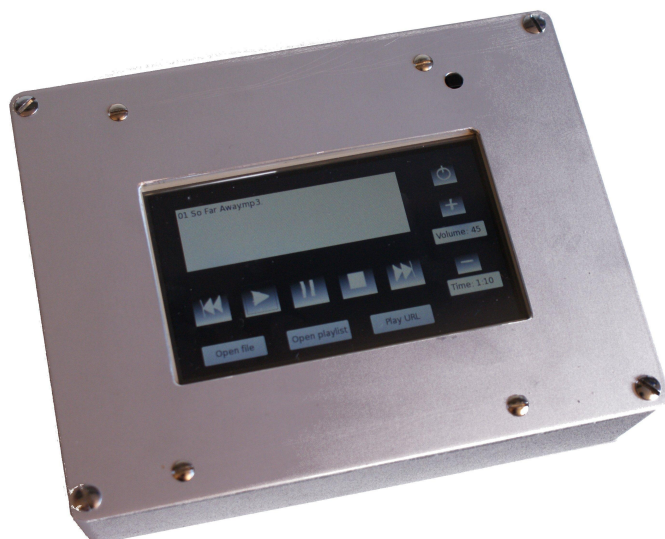
Vedlagte CD inneholder:

- Rapporten som PDF og i redigerbart format i form av *.lyx-filer
- De fleste artikler og Internettsider det er referert til og BIBTEX-fila bibliografi.bib
- Kildekode
- Kopi av innholdet på SD-kortet i MP3-spilleren

Vedlegg E

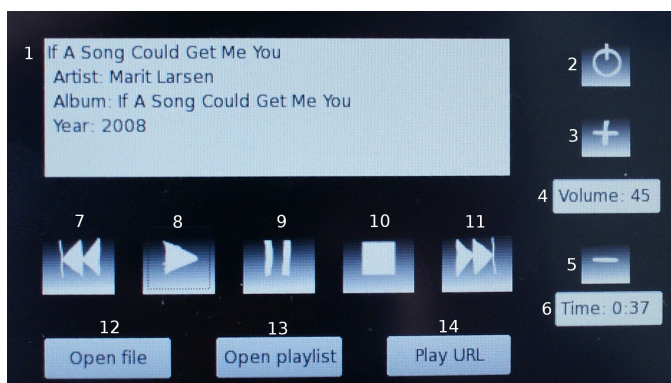
Brukerveiledning for MP3-spilleren

Dette kapittelet tar for seg betjeningen av MP3-spilleren. Funksjoner som avspilling av enkeltfiler og oppretting av egne spillelister blir gjennomgått, og en ser på hvordan en kan endre oppsett av NFS-server og nettside for avspilling av musikk.



E.1 Oppstart

Trykk og hold inne den sorte på-knappen ovenfor høyre hjørne av skjermen. Oppstarten kan ta litt tid, da det tar tid å boote Linux.

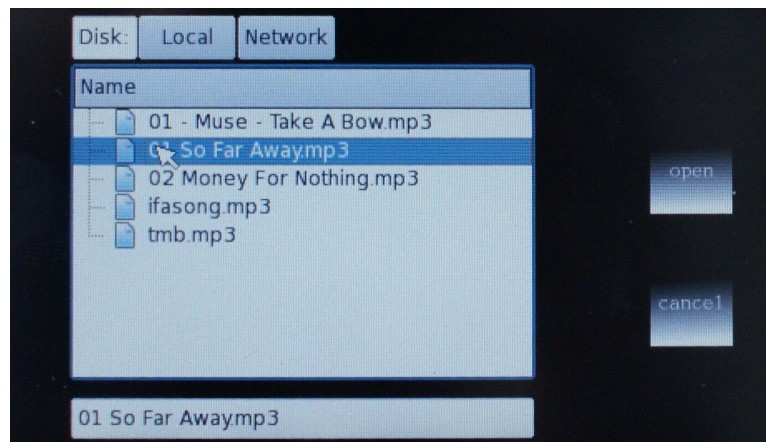


Figur E.1: Hovedbildet - MP3-spiller

E.2 Hovedbildet på MP3-spilleren

Hovedbildet på MP3-spilleren har følgende funksjoner, se figur E.1.

1. Skjerm som viser informasjon om filen som spilles av
2. Av-knapp: For å skru av spilleren
3. Volum+: for å skru opp lydvolument
4. Display som viser volumet [0-99]
5. Volum-: for å skru ned lydvolument
6. Display som viser avspillingstid
7. Previous: Starter avspilling av forrige spor i spilleliste-modus.
8. Play: Starter avspilling
9. Pause: Tar pause i sangen, trykk pause en gang til for å fortsette
10. Stop: Stopper avspilling. For å starte spilleliste eller sang på nytt, trykk play
11. Next: Starter avspilling av neste spor i spilleliste-modus
12. Open file: Åpner fil-browser for å velge avspilling av enkeltfiler
13. Open playlist: Åpner spilleliste-browser for å spille av, opprette, endre og slette spillelister.
14. Play url: Starter avspilling av spilleliste lagret på URL spesifisert i url.txt. Se seksjonE.6.



Figur E.2: Valg av fil for avspilling

E.3 Valg av fil for avspilling

Fil-browseren åpnes ved å trykke 'Open file', se figur E.2. Der har en valget mellom diskene 'Local' og 'Network'. 'Local' viser filene som er lagret i mappen /usr/share/musikk på SD-kortet, mens 'Network' viser filene som er lagret på nettdisken som er mountet. For å lese mer om mounting av nettdisk, se seksjon E.5.

Trykk på en fil i fil-treet for å velge en fil. Når en fil er valgt, vil filnavnet komme opp på linjen nederst på skjermen. Velg 'open'. Spilleren vil da gå tilbake til hovedskjermen, og en kan trykke 'play-symbolet' for å starte avspilling.

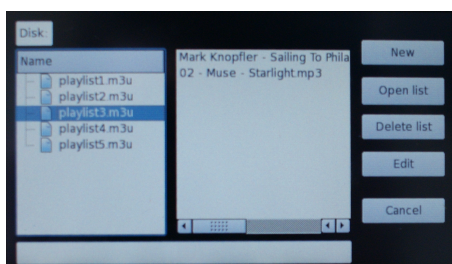
'Cancel' går tilbake til hovedbildet uten å velge fil.

E.4 Organisering av spillelister

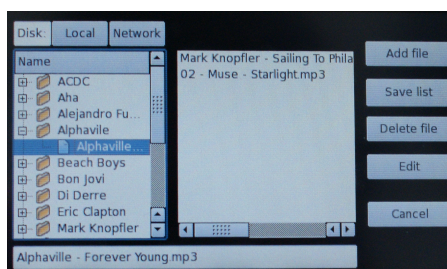
Vinduet for organisering av spillelister åpnes ved å trykke 'Open playlist' i hovedbildet. Spilleliste-menyen har to modus; avspillingsmodus, se figur E.3, og redigeringsmodus, se figur E.4. Vinduet åpnes i avspillingsmodus og spillelistene som er lagret på SD-kortet vises i venstre fil-tre.

E.4.1 Oppretting av ny spilleliste

For å opprette en ny spilleliste trykker en 'New'. Vinduet går da over til redigeringsmodus, og en får opp et fil-tre til venstre. En kan velge filer fra diskene 'Local' og 'Network'. For å legge til en fil, trykker en på filen en vil legge til(valgt



Figur E.3: Organisering av spillelister - avspillingsmodus



Figur E.4: Organisering av spillelister - redigeringsmodus

fil vises i linjen nederst på skjermen) etterfulgt av 'Add file'. Dersom en vil fjerne en fil fra spillelisten, trykker en på filen i listen til høyre (valgt fil vises i linjen nederst på skjermen) etterfulgt av 'Delete file'. Når en er ferdig trykker en 'Save list' for å lagre filen til SD-kortet, eller 'Cancel' for å forkaste spillelisten.

MERK: Organiseringen av spillelister er for enkelhets skyld laget slik at når ny spilleliste lages, teller spilleren antall spillelister, og kaller den neste spillelisten playlist(antall spillelister + 1).m3u. Dersom en for eksempel bare har playlist1 og playlist3, vil MP3-spilleren skrive til playlist3.m3u og overskrive listen som finnes der fra før.

E.4.2 Avspilling eller redigering av eksisterende spillelister

Trykk på en spilleliste i fil-treet for å velge en spilleliste. Når en spilleliste er valgt, vises filene i spillelisten i listen til høyre. Når en spilleliste er valgt har en tre valg

- 'Open list': Den valgte spillelisten velges for avspilling. Spilleliste-browseren lukkes, og en kan starte avspilling av spillelisten ved å trykke på 'Play' i hovedbildet.
- 'Delete list': Den valgte spillelisten slettes.
- 'Edit': Vinduet for organisering av spillelister endre modus til redigeringsmodus, og en kan nå redigere den valgte spillelisten. For å slette en fil fra spillelisten, trykker en på filen en vil slette (valgt fil vises i linjen nederst på skjermen) etterfulgt av 'Delete file'. Filen fjernes da fra spillelisten, ikke fra disken. For å legge til en fil, trykker en på filen en vil legge til (valgt fil vises i linjen nederst på skjermen) etterfulgt av 'Add file'. Når en er ferdig med å redigere filen, velger en 'Save list' for å lagre endringene, eller 'Cancel' for å forkaste endringene.

E.5 NFS-oppsett

NFS står for Network File System, og er en protokoll som gjør det mulig å gi tilgang til filer over et nettverk på samme måte som på en lokal disk. Dersom en ønsker å endre oppsettet på denne, må en først sette opp en NFS på en Linux-pc, og deretter endre tekstfilen 'nettdisk_info.txt' som ligger i mappen /usr/share/audioplayer på SD-kortet.

E.5.1 Sette opp NFS i Linux

Dersom NFS-server ikke er installert på PC, kan en gjøre dette ved å skrive følgende kommando i terminalvinduet:

```
sudo apt-get install nfs-kernel-server nfs-common portmap
```

Når dette er installert må en sørge for at portmap ikke binder loopback ved å kjøre følgende kommando og svare 'No':

```
sudo dpkg-reconfigure portmap
```

Deretter må en starte portmap på nytt med følgende kommando:

```
sudo /etc/init.d/portmap restart
```

Hvilke adresser som kan koble til NFS blir styrt av filen /etc/exports. For at MP3-spilleren skal kunne koble til mappen en har valgt må en gi den tillatelse ved å redigere denne filen.

```
sudo gedit /etc/exports
```

For å gjøre det mulig for en gitt ip-adresse å mounete mappen, setter en inn følgende linje i filen:

```
/<path til mappen som skal deles> <ip-adresse som har tilgang>/<ip-mask>  
(wr, sync, no_root_squash)
```

På PC som er brukt i oppgaven, er linjen satt til:

```
home/nfs 10.0.0.0/255.0.0.0(rw, sync, no_root_squash)
```

For å starte NFS-serveren kjører en følgende kommando:

```
sudo /etc/init.d/nfs-kernel-server restart
```

Dersom en gjør endringer på en NFS-server som kjører, kan en kjøre denne kommandoen for å gjøre endringene gjeldende:

```
sudo exportfs -a
```

```
sudo /etc/init.d/nfs-kernel-server restart
```

E.5.2 Endre NFS-oppsett

'nettdisk_info.txt' leses av MP3-spilleren ved oppstart, og mounter NFS til /mnt/nfs på SD-kortet.

Kommando for å mounete en NFS-server som ligger på PC med ip 129.241.154.126 i mappen /home/nfs til mappen /mnt/nfs på SD-kortet:

```
mount -t nfs -o nolock 129.241.154.126:/home/nfs /mnt/nfs
```

Dersom en ønsker å endre oppsettet, kan en åpne filen 'nettdisk_info.txt', fjerne linjen som er der og legge inn den nye NFS-serveren en har satt opp.

E.6 Spille av URL

Dersom en vil endre url som MP3-spilleren skal spille av fra når en trykker 'Play url', kan en endre filen 'url.txt' som ligger i mappen /usr/share/audioplayer på SD-kortet. Da det ikke er mulig å bla gjennom filene i mappen som url henviser til, må en ha en fil som heter 'playlist.m3u' som MP3-spilleren kan spille av. For å opprette en spilleliste av filene i katalogen som url henviser til kan en gå inn i katalogen og skrive:

```
ls *.mp3|sort > playlist.m3u
```

E.7 Dersom spilleren låser seg

E.7.1 Med RS-232 og minicom

- Trykk CTRL-C for å få en blank linje
- pidof AudioPlayer
- kill <nr>
- Gå inn i mappen /usr/share/audioplayer og start applikasjonen på nytt med ./AudioPlayer -qws &

E.7.2 Uten RS-232 og minicom

- Ta kontakten ut og inn. Skru på spilleren ved å trykke og holde inne på-knappen.

Vedlegg F

Fremdriftsplan

